

**ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



**ЗБІРНИК
СТУДЕНТСЬКИХ НАУКОВИХ
ПРАЦЬ**

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

**№3
(3)**

2021

Вінницький національний аграрний університет

Збірник
студентських наукових праць
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ
№ 3(3), 2021

м. Вінниця 2021

**Збірник студентських наукових праць
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ
№ 3(3), 2021**

Заснований у 2021 році у Вінницькому національному аграрному університеті під назвою
«Збірник студентських наукових праць. Сільськогосподарські науки»
на засіданні Вченої ради університету

Засновник:

Вінницький національний аграрний університет

Редакційна колегія:

Головний редактор кандидат технічних наук, доцент **Гунько І.В.**

Заступники головного редактора:

кандидат сільськогосподарських наук, доцент **Дідур І.М.;**

кандидат технічних наук, доцент **Яропуд В.М.;**

кандидат ветеринарних наук, доцент **Ушаков В.М.**

Члени редакційної колегії:

кандидат технічних наук, доцент **Солоня О.В.;**

кандидат технічних наук, ст. викладач **Холодюк О.В.;**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент **Льотка Г.І.;**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент, **Матусяк М.В.;**

доктор сільськогосподарських наук, доцент **Ткачук О.П.;**

кандидат сільськогосподарських наук, ст. викладач **Рудська Н.О.;**

кандидат сільськогосподарських наук, ст. викладач **Забарна Т.А.;**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент **Новгородська Н.В.;**

студент інженерно-технологічного факультету **Хрищенюк В.В.;**

студент факультету агрономії та лісівництва **Квасневський О.А.;**

студентка факультету технології виробництва і переробки продукції
тваринництва та ветеринарії **Гриневич М.О.**

Адреса редакції: **21008, Вінниця, вул. Сонячна, 3, тел. 0432-46-01-05**

Сайт журналу: <https://vsau.org/pro-universitet/navchalna-robota>

©Вінницький національний аграрний університет, 2021

Collection of student research papers
AGRICULTURAL SCIENCES
№ 3(3), 2021

Founded in 2021 at Vinnytsia National Agrarian University under the title «Collection of student research papers. Agricultural sciences» at a meeting of the Academic Council of the University

Founder:

Vinnytsia National Agrarian University

Editorial board:

Editor-in-Chief Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Hunko I.

Deputy Editors-in-Chief:

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor **Didur I.**;
Doctor of Technical Sciences, Professor **Matviychuk V.**;
Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor **Ushakov V.**

Members of the Editorial Board:

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **Solona O.**;
Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer **Kholodiuk O.**;
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor **Lotka H.**;
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor **Matusiak M.**;
Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor **Tkachuk O.**;
Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer **Rudska N.**;
Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer **Zabarna T.**;
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor **Novhorodska N.**;
student of the Faculty of Engineering and Technology **Khryshcheniuk V.**;
student of the Faculty of Agronomy and Forestry **Kvasnevsky O.**;
student of the Faculty of Technology of Production and Processing of Livestock and
Veterinary Products **Hrynevych M.**

Address of the Editorial Office: **3 Soniachna St. Vinnytsia, 21008, tel. 0432-46-01-05**

Web site of the Journal: <https://vsau.org/pro-universitet/navchalna-robota>

© Vinnytsia National Agrarian University, 2021

**Збірник студентських наукових праць
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ**

До друку приймаються статті за спеціальностями:

208 Агроінженерія, 133 Галузеве машинобудування, 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, 181 Харчові технології, 201 Агроніомія, 202 Захист і карантин рослин, 203 Садівництво та виноградарство, 204 Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва, 205 Лісове господарство, 206 Садово-паркове господарство, 207 Водні біоресурси та аквакультура, 212 Ветеринарна гігієна, санітарія і експертиза, 132 Матеріалознавство.

**Збірник студентських наукових праць
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ
рекомендований для публікації студентських наукових робіт**

Матеріали друкуються українською та англійською мовами.

Номер схвалено і рекомендовано до друку рішенням Вченої ради
Вінницького національного аграрного університету,
протокол № 5 від 25 листопада 2021 року.

Усі права застережені. Тексти статей, таблиці, графічний матеріал, формули захищені законом про авторські права. Передрук і переклад статей дозволяється за згодою авторів. Відповідальність за зміст публікацій і достовірність наведених в них даних та іншої інформації несуть автори статей та їх наукові керівники. Висловлені у надрукованих статтях думки можуть не співпадати з точкою зору редакційної колегії і не покладають на неї ніяких зобов'язань.

Підписано до друку 25 листопада 2021 року

Формат 60x84/8.

Папір офсетний. Друк офсетний.

Ум. Друк. арк. 18,1. Тираж 15. Зам. № 13

Віддруковано у
ТОВ «Едельвейс» (м. Вінниця, вул. 600-річчя, 17)

Свідоцтво про внесення до державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 5009 від 10.11.2015

**Collection of student research papers
AGRICULTURAL SCIENCES**

Articles by specialties are accepted for publication:

208 Agroengineering, 133 Mechanical Engineering, 141 Electricity, Electrical Engineering and Electromechanics, 181 Food Technologies, 201 Agronomy, 202 Plant Protection and Quarantine, 203 Horticulture and Viticulture, 204 Technology of Production and Processing of Livestock Products, 205 Forestry, 206 Horticulture, 207 Aquatic Bioresources and Aquaculture, 212 Veterinary Hygiene, Sanitation and Expertise, 132 Materials Science.

**Collection of student research papers
AGRICULTURAL SCIENCES
recommended for publication of student scientific works**

Materials are published in Ukrainian and English.

The issue was approved and recommended for publication by the decision of the Academic Council of Vinnytsia National Agrarian University, Minutes No 5 dated November 25, 2021.

All rights reserved. Texts of articles, tables, graphic material, formulas are protected by copyright law. Reprinting and translation of articles is permitted with the consent of the authors. The authors of articles and their supervisors are responsible for the content of publications and the accuracy of the data and other information provided in them. Opinions expressed in published articles may not coincide with the point of view of the editorial board and do not impose any obligations on it.

Signed for printing on November 25, 2021

Format 60x84/8.

Offset paper. Offset printing.

Mind. Printing. Ark. 18,1. Circulation 15. Deputy. No 13

Printed at

LLC «Edelweiss» (Vinnytsia, 17, 600th Anniversary Street)

Certificate of entry into the State Register of Publishers, Manufacturers and Distributors of Publishing Products DK No 5009 dated 10/11/2015

ЗМІСТ

НАПРЯМ 1. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИННИЦТВА В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ.

О. КІТ. РОЗВИТОК РІЗНИХ ЕРОЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ҐРУНТІВ В УМОВАХ ВІННИЧЧИНИ.	11
І. ТИНЬКО. ХІМІЧНЕ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ В УМОВАХ ВИРОБНИЦТВА.	16
А. ЧЕРНИШ. АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ҐРУНТІВ В УМОВАХ НАУКОВО-ДОСЛІДНОГО ГОСПОДАРСТВА «АГРОНОМІЧНЕ»	20
Т. КОШЛАЙ. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ МАЛИХ РІЧОК ВІННИЦІ І ВІННИЦЬКОГО РАЙОНУ.	24
Н. ДАВИДЕНКО. ОРГАНІЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО ТА ВИРОЩЕННЯ ОРГАНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ ЯК СКЛАДОВА ЧАСТИНА ТА ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМ РОЗВИТКУ АГРАРНОГО РИНКУ УКРАЇНИ.	29
А. ЗДОВБИЦЬКА. ДОСЛІДЖЕННЯ ОБМЕЖУВАЛЬНИХ НОРМ ЯКОСТІ НАСІННЯ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР.	34
А. ЗАДНІПРЯНЕЦЬ. ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНУ РІЧКИ ВЕРБИЧ.	39
М. ДІДУХ., В. БАЛАНЮК. БЕЗГЕРБЦИДНИЙ МЕТОД ДЛЯ ПІСЛЯ СХОДОВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ПЛАНТАЦІЯХ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ.	45
Ю. ГАРМАТЮК. ХІМІЧНИЙ МЕТОД КОНТРОЛЮ БУР'ЯНІВ У ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ.	51
Т. КОРНІЙЧУК. СУХЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО ЯК МЕТОД АДАПТАЦІЇ ДО ЗМІН КЛІМАТУ.	56
А. КУРНУСНА. ANTI-RESISTANT SYSTEM OF AGRICENOUS PROTECTION AGAINST WEEDS.	60
О. ОСАДЧУК. СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В УКРАЇНІ.	65
Я. ГОНЧАРУК. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РОЗМІРІВ ФРАКЦІЇ ТА ГЛИБИНИ ЗАГОРТАННЯ НАСІННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ.	68
НАПРЯМ 2. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЛІСОВОГО ТА САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА.	
А. ЧАЙКА. ОСОБЛИВОСТІ ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОТИЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ ЛІСОВИХ ЛАНДШАФТІВ СХІДНОГО ПОДІЛЛЯ	75
Т. ПЛАЗІЙ. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ	81
М. ОГОРОДНІК. СУЧАСНИЙ СТАН ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЛІСОВОГО ФОНДУ ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ВІННИЦЬКА ЛІСОВА НАУКОВО-ДОСЛІДНА СТАНЦІЯ»	87
М. ОГОРОДНІК. МІКРОКЛОНАЛЬНЕ РОЗМНОЖЕННЯ В'ЯЗА	

ГЛАДЕНЬКОГО (<i>ULMUS LAEVIS PALL.</i>)	92
О. КВАСНЕВСЬКИЙ. ОЦІНКА СУЧАСНОГО СТАНУ ПОЛЕЗАХИСНИХ ЛІСОВИХ СМУГ НА ТЕРИТОРІЇ ВІННИЧЧИНИ ТА УКРАЇНИ	95
О. КВАСНЕВСЬКИЙ. ОСОБЛИВОСТІ МІКРОКЛОНАЛЬНОГО РОЗМНОЖЕННЯ РОСЛИН РОДУ <i>SALIX L.</i>	99
НАПРЯМ 3. ЕНЕРГООЩАДНІ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ.	
С. БОНДАР. ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ОРГАНУ КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ.	104
Р. БУЛІН., Р. ЛИСЕНКО. ДИФЕРЕНЦІЙОВАНИЙ РОЗПОДІЛ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА ЗНАРЯДДЯ ДЛЯ ЙОГО РЕАЛІЗАЦІ.	109
Б. ГЕДЗЮК. АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ РОТАЦІЙНОЇ БОРОНИ В ПРОЦЕСІ РОЗПУШУВАННЯ ҐРУНТУ.	117
О. ЖУПАНОВ. ВПРОВАДЖЕННЯ ОЗОНОПОВІТРЯНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА.	122
А. ЗАДНІПРЯНЕЦЬ. ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ АВТОТРАНСПОРТУ В УКРАЇНІ.	126
Е. КУЧЕРЕНКО. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ УСТАНОВКИ ПОРЦІЙНОГО ПРИБИРАННЯ ҐНОЮ З КОРИВНИКІВ.	132
Р. ЛИСЕНКО. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ВЛОВЛЮВАННЯ ОББИТИХ ЧАСТИН РОСЛИН ПРИ ВОРУШІННІ ПРИВ'ЯЛЕНОЇ ТРАВИ	138
М. МАТРУНЧИК. ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ РОТОРНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ОПАЛОГО ЛИСТЯ.	145
С. МЕЛЬНИЧУК. АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ТРАНСПОРТУВАННЯ НАСІННЯ НА ДНО БОРОЗНИ В ПРОСАПНИХ СІВАЛКАХ.	152
Л. НІКІТЕНКО. АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ, ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ РОЗВИТКУ В УКРАЇНІ.	157
І. НІЩАКОВ. ВИРОБНИЦТВО БІОГАЗУ: ДОСВІД ЗАРУБІЖНИХ КРАЇН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ В УКРАЇНІ.	161
Т. ПЛАЗІЙ. ТВЕРДІ ПОБУТОВІ ВІДХОДИ ТА ЇХ УТИЛІЗАЦІЯ.	165
В. ПОЖВАНЮК. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОЧИСТКИ ДВИГУНІВ ВІД НАГАРОВІДКЛАДЕНЬ.	171
І. РУДИК. ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ ЦИЛІНДРИЧНИХ З'ЄДНАНЬ ЗІ ШПОНКОЮ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ.	180
Д. ТРИКОЗА. ПЕРЕРОБКА ТА УТИЛІЗАЦІЯ БАТАРЕЙОК В УКРАЇНІ ТА КРАЇНАХ ЄВРОПИ.	186

Б. УГНІВИЙ. ЕКОЛОГІЧНІ ПЕРСПЕКТИВИ ТА ПРОБЛЕМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ В УМОВАХ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА.	192
В. УСАТЮК. ІННОВАЦІЙНІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ СПОСОБИ ЗАКЛАДЕННЯ В ҐРУНТ РОСЛИННИХ ЗАЛИШКІВ.	196
В. МИХАЙЛОВ. ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЮ МИЙКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН.	202
НАПРЯМ 4. ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ СУЧАСНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ.	
Я. ДІВІНСЬКИЙ. СУЧАСНІ ТЕПЛООБМІННІ ЕЛЕМЕНТИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ І ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ВИГОТОВЛЕННЯ.	211
А. ДІДИК. СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ПРОТОТИПУВАННЯ ВИКОНАВЧОЇ ЧАСТИНИ АНГУЛЯРНОГО МАНІПУЛЯТОРА .	215
О. ЖОМІР. КОНСТРУКТИВНА ОПТИМІЗАЦІЯ ЛІНІЙНИХ РОЗМІРІВ РОТОРА ЦЕНТРИФУГИ.	222
Д. КОВАЛЬЧУК. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ STRIP-TILL ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ.	228
А. МАЛАЧИНСЬКИЙ. НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ГВИНТОПОДІБНИХ ТРУБ ПРИ ПРОФІЛЮВАННІ.	235
Д. СТРАТІЙЧУК. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕРОБКИ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ТА ОТРИМАННЯ ФУРФУРОЛА.	239
М. ТРИНЧУК. ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПІСЛЕРЕШІТНОЇ АСПІРАЦІЇ ДВОАСПІРАЦІЙНОЇ ЗЕРНООЧИСНОЇ МАШИНИ.	246
М. МОРОЗЮК.,О. ПАСТУШЕНКО.,О. УСТИМЕНКО. ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНОГО ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ КУЗОВА АВТОМОБІЛЯ.	254
Р. ХАРЧЕНКО. АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛІННЯ КОЛІСНИМИ МАШИНАМИ.	259
К. ЧМИХ. РОЗРОБКА МІКРОПРОЦЕСОРНОГО КОНТРОЛЕРА ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ЛІНІЙНОГО ПЕРЕМІЩЕННЯ РУХОМИХ ОРГАНІВ ВИКОНАВЧИХ МЕХАНІЗМІВ.	264
С. ЯНІШЕВСЬКИЙ. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ХАРАКТЕРИСТИК ДОЗУЮЧОГО ВУЗЛА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ САМОХІДНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МАШИНИ З ВРАХУВАННЯМ ПОПУТНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА КЕРОВАНІ КОЛЕСА.	270
О. ОСТАПЧУК. ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ НОРМАЛЬНОЇ РОБОТИ ГІДРОСТАТИЧНИХ ПІДШИПНИКІВ ЛЮЛЬКИ.	276
НАПРЯМ 5. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РІШЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА.	
Ю. БАБІЙ. ФОРМУВАННЯ МОЛОЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ	

ПЕРВІСТОК ПІД ВПЛИВОМ ЖИВОЇ МАСИ ПРИ ОТЕЛЕННІ.	283
М. ШЕМЕТА. РОЗМІЩЕННЯ ДІЙНИХ КОРІВ У БУДІВЛІ В УМОВАХ ТВАРИННИЦЬКОЇ ФЕРМИ.	287
М. ВОЛИНЕЦЬ. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕТОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ.	290
О. МАРКУШ. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КАЧОК НА М'ЯСО ПРИ РІЗНИХ СИСТЕМАХ УТРИМАННЯ.	293
І. ПИШНЮК. МОЛОЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВІКУ ПРИ ПЕРШОМУ ПАРУВАННІ.	299
В. ПОЛЩУК. ПРОДУКТИВНІСТЬ КУРЧАТ БРОЙЛЕРІВ ЗА ДІЇ ПРОБІОТИКА.	303
Д. КАЛЬЧУК. ІНТЕНСИВНІСТЬ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ ТЕЛЯТ ДО ШЕСТИ МІСЯЧНОГО ВІКУ.	309
<i>НАПРЯМ 6. ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ВИРОБНИЦТВА ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ.</i>	
Т. БОНДАРЧУК. ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ КИСЛОМОЛОЧНОГО СИРУ ЗА РІЗНИМИ ПОКАЗНИКАМИ.	312
М. ГРИНЕВИЧ. ВПЛИВ КОНСЕРВАНТІВ НА ЯКІСТЬ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ.	316
В. ЛЮТЮК. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ БРИНЗИ З ХАРЧОВИМИ ВОЛОКНАМИ.	320
В. ПАВЛЮК. ВПЛИВ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК НА ЯКІСТЬ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ.	324

НАПРЯМ

1

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОСЛИННИЦТВА В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ



Олена КІТ*,
Студентка 2 курсу,
Факультет агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

РОЗВИТОК РІЗНИХ ЕРОЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ҐРУНТІВ В УМОВАХ ВІННИЧЧИНИ

Анотація: Проаналізовано ґрунтовий покрив Вінницької області. Особливості кліматично географічного розміщення. Наведено перелік основних ґрунтів та характерні особливості для кожного із видів ґрунту. Види ерозій та переваги на зазначеній місцевості. Заходи запобігання кожної з наведених характерних для області ерозій. Значення впливу людини на ерозійні процеси та навколишнє середовище.

Annotation: *The soil cover of Vinnytsia region is analyzed. Features of climatic and geographical location. The list and characteristic features for each of the soil types are given. Types of erosions and advantages in the specified area. Measures to prevent each of these erosions. Significance of human impact on erosion processes and the environment.*

Вступ. Ґрунт - це поверхневий шар літосфери який має в складі домішки, кисень, органічні речовини, мікроорганізми, перегній, механічні частинки, вода, залишки фіто- та зооценозів. Ґрунт часто піддається різним факторам середовища, ерозійним процесам, заболочуванням, порушенням ландшафтного складу та змінам мікроклімату [1].

Приблизно 65% ґрунтів Вінницької області сірі опідзолені, що утворилися внаслідок помірного вологого клімату і під впливом вмісту кислих речовин, що

*Науковий керівник: Забарна Т.А. канд. с.-г. наук, старший викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії

утворилися в умовах лісових насаджень. В центральній частині області переважають світло- та темно сірі ґрунти. На півночі більша частина чорноземів, як і на півдні, які чергуються із опідзоленими ґрунтами. Лісостеп є характерною фізико-географічною зоною для Вінниччини, а отже клімат континентальний – помірний. В основі геологічної будови Вінницької області йдеться про те що більшу її частину займає Подільське плато[2].

Виклад основного матеріалу. Земельний фонд області складає 2649,29 тис. га, територія суші становить 2605,8 тис.га, або 98,4% від загальної площі області, решта 43,4 тис.га (1,64%) зайнята внутрішніми водами. Дві третини (2014,5 тис. га) території зайнята сільськогосподарськими землями, під лісами та іншими лісовкритими площами – 14,3%, забудовані землі займають 4,1%, болота – 1,1%, інші землі (господарські двори, дороги, піски, яри, кам'яністі місця тощо) – 2,81%[6].

Показник вмісту гумусу характеризує стан природної родючості ґрунтів Вінницької області. Ґрунтів із вмістом гумусу нижче критичного рівня в області приблизно в межах 523,7 тис. га, що відповідає 41,4 %.

Найбільш поширені ґрунти у різних регіонах Вінниччини:

1.Сірі – лісові поширені в лісостеповій зоні внаслідок періодично промивних умовах під широколистими (дуби змішані з кленами і ясенями) і дрібнолистими (березовими з осикою) лісами, а також трав'янистою рослинністю. Існує гіпотеза С. І. Коржінського про те, що сірі лісові ґрунти утворилися внаслідок погіршення властивостей чорнозему під дією лісу на них[3].

2.Малогумусні ґрунти з глибоким (40-55 см), чітким горизонтом знаходяться на другому місці найпоширеніших ґрунтів Вінниччини. А лес є материнською породою,слоїста супіщано – суглиниста гірська порода. Цей вид ґрунтів один із сприятливих для вирощування культур тому що сонячна радіація прогріває ґрунт а гранулометричний склад не конденсує воду і не дає просочуватися дуже швидко як на супіщаних землях.

3.Дерново-підзолисті сформувалися під покривом соснових та мішаних лісів в результаті промивного режиму. На Вінниччині цей тип малопоширений, адже на більшості територіях кількість опадів прирівнюється до випаровування.

Ерозія – це зміна, руйнування структурного покриву землі викликана внаслідок ерозій:

-*вивітрювання* (перенесення ґрунтових частинок верхнього шару внаслідок сильного пориву вітру);

-*водної*(вимивання верхніх шарів землі потоками води або стрімкими опадами). На водну ерозію впливає кількість та інтенсивність опадів або танення снігу;

-*біологічної*(руйнування, зміна природного складу родючого шару мікроорганізмами, фітоценозами та зооценозами);

-*хімічної*(вміст отрутохімкатів та добрив що руйнують родючість та структурність ґрунту);

-*технічної* (будівельна, промислова, продовольча);

-пасовищної(випасання худоби, тобто рослинний покрив не встигає регенеруватися і відбувається осушення та опустелення).

- агротехнічної (неправильна обробка, оранка земляного покриву, яка може утворювати западини, насипи або рови, що в подальшому тягне за собою розвиток інших ерозій) [4].

Основні ерозійні процеси ґрунтів Вінниччини можна відобразити схематично (рис. 1), для того, щоб оцінити частку впливу окремого фактора на ґрунти.



Рис.1. Ерозійні процеси ґрунтів Вінницької області

Так як Вінницька область знаходиться в межах Подільської височини найпоширенішою є *водна ерозія*. Тому для її запобігання потрібні заходи попередження або запобігання:

-агромеліоративні заходи (сівозміна з метою захисту ґрунту).Тобто насадження багаторічних трав, дерев смугами на схилах які затримують воду, сніг та вимивання талими водами.

-гідромеліоративні заходи передбачають створення каналів для стоку талих вод, створення гребель та штучних водойм. Ці заходи передбачають захист основної частини земель.

-посіви в поперек або насадження дерев по контуру використовують для земель з невеликим ухилом.

-ширші насадження багаторічних рослин для значного ухилу полів[5].

На другому місці по поширенню є *вітрова ерозія*, знешкодити її можна шляхом:

-лісомеліорації(насадження по контуру полів масивних рослин);

-плоскорізний обробіток ґрунту (розпушення верхнього шару без перевертання та переміщення шарів);

-регулярне зрошення (обов'язково прісною водою) не дасть переносити частинки покриву вітром.

Технічну ерозію можна запобігти шляхом раціонального використання природних ресурсів, тобто отримання результату з точки зору екологічного підходу. До них входять такі негативні явища:

-викиди будівельного сміття на поля;

-добування корисних копалин (деякі з них можна отримати екологічним шляхом, хоча цього не проводиться);

Пасовищну ерозію можна ліквідувати шляхом поновлення рослинного покриву та не перевищувати кількість худоби на м² яка може переносити земельний покрив на копитах.

Агротехнічну ерозію потрібно знищувати правильною обробкою ґрунту:

-нульова обробка (оранка землі раз в декілька років, що дозволяє не переносити ґрунт вітром та утворювати в ньому прошарків для вимивання водою);

-рівномірна оранка (без утворення схилів чи насипів).

За проведеними спостереженнями та аналізом оглядових літературних джерел, стосовно негативного впливу людини на ґрунти та навколишнє середовище, можна стверджувати, що антропогенний фактор має найбільший вплив на ґрунтову ерозію. До такої діяльності людини слід віднести негативну зміну структури ґрунтів, їх фізико-хімічних і біологічних властивостей, до чого призвели наслідки надмірного внесення мінеральних добрив та пестицидів у попередні роки. Практично знищення ґрунтового покриву відмічається в процесі промислового, дорожнього й інших видах будівництва. До повної деградації ґрунтів відносять і діяльність гірничодобувних підприємств, стихійні сміттєзвалища, видобування корисних копалин. Оцінюючи процеси підтоплення орних сільськогосподарських земель і сільських населених пунктів, виявлено що підтоплення населених пунктів з меліорацією земель не пов'язано тут більший вплив мають кліматичні умови. Згідно даних інтернет ресурсів станом на 01.01.2020 року радіаційна ситуація в області не ускладнювалась.

За попередні роки використання земельних ресурсів на Вінниччині, що викликані значним рівнем розораності схилівих земель, зростанням відсотка посівних площ багатьох просапних культур, недостатньо обґрунтованою меліорацією заболочених земель, нехтуванням використання науково обґрунтованих ґрунтозахисних сівозмін, впровадженням нових енергоощадних технологій вирощування сільськогосподарських культур, спровокувало помітне зменшення площ, зайнятих природними рослинними угрупованнями (луками, лісами, болотами), насамперед орних земель. В цілому антропогенне перетворення агроландшафтів збільшилося в 1,5-2 рази, при одночасному рості урбанізованих й індустріальних територій.

За даними турів агрохімічного обстеження сільськогосподарських угідь області середній показник вмісту гумусу в ґрунтах дорівнював від 2,88 до 2,70 % (по зонах області).

Середній вміст мікроелементів у ґрунтах по області:

Бор 0,58%.

Марганець 12,8%.

Кобальт 0,73%.

Мідь 0,26%.

Цинк 1,1%.

Основними завданнями при збереженні земельних ресурсів нашої області є: розширення площ зон зайнятих лісовими масивами, резервування та охорона земель з ділянками природної степової рослинності, оздоровлення витоків річок, відновлення та рекультивація порушених територій, створення на місцевості прибережно-захисних зон; захист та збереження водно-болотних угідь.

Висновок. Грунт є важливою складовою та залучений майже у всіх аспектах життя на певних стадіях. Вінницька область розташовується в сприятливому географічному розміщені. Отже, ґрунтовий покрив переважає родючий, збагачений поживними речовинами, органікою та добривами. Але з кожним роком люди прагнуть покращити умови свого проживання, тим самим негативно впливаючи на навколишнє середовище та ґрунти, а саме: нераціональне придбання одягу, надають перевагу пластику, який потім опиняється на сміттєзвалищах, ставши основним фактором, що забруднюють ґрунти. Внаслідок такої нераціональної діяльності ми спостерігаємо деградацію ґрунтів, забруднення вод та повітря, які в подальшому негативно впливають на нас самих.

Список використаних джерел

1. Цицюра Я.Г., Поліщук М.І., Броннікова Л.Ф. «Ґрунтознавство з основами геології. Частина II. Генезис, класифікація та властивості ґрунтів». Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Друк плюс». 2020. 676 с.
2. Еколого-географічна характеристика Вінницької області [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <http://www.geograf.com.ua/geoinfocentre/20-human-geography-ukraine-world/267-ref22041101>.
3. Сірі лісові ґрунти [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://znaimo.com.ua/%D0%A1%D1%96%D1%80%D1%96%D0%BB%D1%96%D1%81%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%BD%D1%82%D0%B8>.
4. Основні причини погіршення якості земельних ресурсів [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: https://pidru4niki.com/1333060737953/ekologiya/osnovni_prichini_pogirshennya_yakosti_zemelnih_resursiv.
5. Водная эрозия и методы борьбы с ней [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: <https://shn.tatarstan.ru/index.htm/news/971259.htm>.
6. Доповідь про стан навколишнього природного середовища у Вінницькій області. 2019р. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.vin.gov.ua/images/doc/vin/departamentapk/doc/OperMonitor/Dopov/Dop2019.pdf>

Інна ТИНЬКО*,
студентка 4 курсу,
факультет агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ХІМІЧНЕ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ В УМОВАХ ВИРОБНИЦТВА

***Анотація.** Забруднення повітря є глобальною проблемою, що у значній мірі зумовлена виробничою антропогенною діяльністю. Основними забруднюючими речовинами у повітрі є завислі речовини, діоксид сірки, оксид вуглецю, діоксид азоту, фтористий водень, аміак, формальдегід. Причинами їх надходження є виробнича діяльність.*

***Abstract.** Air pollution is a global problem that is largely due to industrial anthropogenic activities. The main pollutants in the air are suspended solids, sulfur dioxide, carbon monoxide, nitrogen dioxide, hydrogen fluoride, ammonia, formaldehyde. The reasons for their receipt are production activities.*

Забруднення атмосферного повітря виробничою діяльністю є суттєвим чинником погіршення стану навколишнього середовища. Промисловість, сільське господарство, житлово-комунальне господарство, енергетика і транспорт є найбільшими забруднювачами атмосферного повітря.

Повітряне середовище як складова земної атмосфери, представляє собою суміш газів. Сухе атмосферне повітря містить 20,95% кисню, 78,09% азоту, 0,03% вуглекислого газу. Також в атмосферному повітрі присутні інертні гази, такі як аргон, гелій, криптон, водень, неон, ксенон, радон. В атмосферному повітрі є невелика кількість озону, закису азоту, йоду, метану, водяної пари. Непостійними домішками у атмосферному повітрі є аміак, який надходить в повітря в результаті процесів розпаду азотистих органічних речовин і сірководень, що потрапляє в повітря в результаті гниття білкових речовин, до складу яких входить сірка, а також водяна пара і пил [1].

Хімічний склад верхніх шарів атмосфери змінюється з висотою, тому ця частина атмосфери називається гетеросферою. Головними процесами, які визначають хімічний склад атмосфери у верхніх шарах, є:

- гравітаційний розподіл газів – з висотою значно зменшується вміст газів із певною молекулярною масою і тоді збільшується вміст легких газів водню та гелію;

- дисоціація атмосферних газів внаслідок короткохвильового сонячного випромінювання. В шарі від 100 до 200 км під дією сонячного випромінювання з довжиною хвиль 0,12-0,17 мкм відбувається процес дисоціації молекулярного кисню з виникненням атомарного кисню, в шарі від 200 до 500 км проходить дисоціація азоту [2].

*Науковий керівник: Ткачук О.П. доктор с.-г. наук, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища

Забруднення повітря впливає на здоров'я людей, а також на клімат в даній місцевості. Хоча є деякі природні джерела забруднення міського повітря, більшість джерел є антропогенними і значною мірою залежать від діяльності людей, включаючи транспортування, домашнє використання викопного палива, індустріалізацію, виробництво електроенергії, спалювання, сільське господарство та косметичні продукти.

Питання насправді повинно полягати в тому, як фабрики «вплинули» на навколишнє середовище, оскільки, безсумнівно, вони відіграли важливу роль у шкоді, завданій навколишньому середовищу. Насправді підприємства вносять 2/3 усього забруднення, яке спричинило зміну клімату. Заводи, можливо, не є єдиною причиною техногенної шкоди, яку продовжують завдавати планеті, але вони, безумовно, є одними з найбільших.

Причинами надмірних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря є: робота підприємств в умовах зношеності основних фондів, недосконалості технологічних процесів базових галузей промисловості, недостатня забезпеченість останніх очисними спорудами для уловлювання та утилізації забруднюючих речовин, введення в дію нових підприємств [3].

Токсичні гази, які заводи викидають у повітря, викликають підвищений ризик розвитку хронічних респіраторних захворювань, раку легенів, серцевих захворювань та багатьох інших захворювань і станів. Внаслідок забруднення навколишнього середовища, яке створюється токсичними та небезпечними матеріалами, під загрозу потрапляє не тільки екосистема планети, але й наше власне здоров'я.

Щоб побачити повну картину забруднення повітря, проведемо аналіз впливу промисловості на прикладі м. Вінниця. У місті достатня кількість заводів і фабрик, які працюють у швидкому режимі на великих потужностей:

- Вінницька кондитерська фабрика ROSHEN (другий виробничий майданчик);
- Вінницька кондитерська фабрика ROSHEN (перший виробничий майданчик);
- KNESS ТОВ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ЕНЕРГОКОНСАЛТИНГ»;
- Вінницький масложиркомбінат (ViOil);
- ТОВ «Вінницька птахофабрика» ПРАТ «МХП»;
- Казенне науково-виробниче об'єднання «Форт» МВС України;
- Державне підприємство «Електричні системи»;
- Завод «Маяк» та інші.

З нескінченною кількістю невеликих заводів, розкиданих по місту і частими змінами місцезнаходження, спричиненими перебудовою, ці промислові джерела часто трактуються як місцеве чи неточкове джерело, незалежно від того, чи є воно точковим джерелом, чи ні. Отже, в інвентаризації є великі просторові невизначеності.

Шкідливі гази потрапляють у повітря в результаті спалювання палива для потреб промисловості, спалювання та переробки побутових і промислових відходів. Атмосферні забруднення розділяють на первинні, що надходять

безпосередньо в атмосферу, і вторинні, що є результатом перетворення останніх. Так, сірчистий газ, що надходить в атмосферу, окислюється до сірчаного ангідриду, який взаємодіє з парами води й утворює крапельки сірчаної кислоти. При взаємодії сірчаного ангідриду з аміаком утворюються кристали сульфату амонію. Подібним чином, у результаті хімічних, фотохімічних, фізико-хімічних реакцій між забруднюючими речовинами і компонентами атмосфери утворюються інші побічні ознаки [4].

Забруднювачі атмосферного повітря поділяються на групи [5, 6]:

1. Основні забруднювачі атмосферного повітря: діоксид сірки (SO_2), оксиди азоту (NO_x) (наведені у діоксид азоту, NO_2), неметанові леткі органічні сполуки (НМЛОС), аміак (NH_3), монооксид вуглецю (CO), вуглеводні (CH) і тверді частинки (PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ і загальна кількість зважених частинок (TSP));

2. Стійкі органічні забруднювачі (CO_3), включаючи поліхлоровані біфеніли (ПХБ), поліхлоровані дибензодіоксини/дибензофурані (ПХДД/Ф) та поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАУ);

3. Важкі метали, головним чином свинець (Pb), кадмій (Cd), ртуть (Hg), нікель (Ni) та миш'як;

4. Специфічні забруднюючі речовини.

5. Хлорфторвуглеводні (CFC) – шкідливі для озонового шару

6. Сірководень і сірковуглець. Джерелами забруднення є підприємства з виробництва алюмінію, емалі, скла, кераміки, сталі, фосфорних добрив. Речовини, що містять фтор, надходять в атмосферу у вигляді газоподібних з'єднань – фтор вуглецю чи пилу фториду натрію і кальцію. З'єднання характеризуються токсичним ефектом. Похідні фтору є сильними інсектицидами. У місті Вінніці джерелом викиду даної речовини є KNESS TOB «ПОДІЛЬСЬКИЙ ЕНЕРГОКОНСАЛТИНГ» та Казенне науково-виробниче об'єднання «Форт» МВС України

7. Озон (O_3) є вторинним забруднювачем повітря, який утворюється в атмосфері з поєднання оксидів азоту ($\text{NO}_x = \text{NO}_2 + \text{NO}$), летких органічних сполук (ЛОС), окису вуглецю (CO) і метану (CH_4) у присутності сонячного світла.

Для визначення впливу шкідливих речовин в умовах інтенсифікації у атмосфері на даний час, а саме діоксиду сірки, оксиду вуглецю та діоксиду азоту і специфічних – фтористий водень, аміак, формальдегід та вісім важких металів (залізо, кадмій, манган, мідь, нікель, свинець, хром, цинк), потрібно порівняти показники впливу фабрик та заводів на стан атмосферного повітря міста Вінниці за певний період часу, а саме за минулий рік і на даний момент (табл. 1).

Оцінка стану забруднення атмосферного повітря проводилась шляхом порівняння з відповідними гранично допустимими концентраціями (ГДК) речовин у повітрі у місті Вінниця. Аналіз таблиці показує, що концентрація більшості забруднюючих речовин у 2021 році порівняно із 2020 роком дещо зменшилася, зокрема за діоксидом азоту, завислими речовинами, аміаком, формальдегідом, але збільшилась за фтористим воднем.

Серед сільськогосподарських джерел забруднення атмосферного повітря найбільш небезпечними є викиди вихлопних газів тракторів та комбайнів,

внесення пестицидів і мінеральних добрив, механічний обробіток ґрунту, вантажно-розвантажувальні роботи, технологічні процеси у тваринництві та інші.

Таблиця 1

Середньомісячні концентрації забруднювальних речовин в атмосферному повітрі м. Вінниця (в кратності ГДК с.д.)

Домішки	Номери постів спостережень		По місту середне	
	1	2	2021 рік	2020 рік
	середньомісячні концентрації, мг/м ³			
Завислі речовини	0,2	0,5	0,4	0,7
Діоксид сірки	0	0	0	0
Оксид вуглецю	0,3	0,3	0,3	0,3
Діоксид азоту	1,8	2,2	2,0	3,4
Фтористий водень	1,4	1,4	1,4	0,9
Аміак	не визначається	0,2	0,2	0,3
Формальдегід	1,1	не визначається	1,1	1,8

Висновок. Отже, забруднення повітря є глобальною проблемою, що у значній мірі зумовлена виробничою антропогенною діяльністю. Основними забруднюючими речовинами у повітрі є завислі речовини, діоксид сірки, оксид вуглецю, діоксид азоту, фтористий водень, аміак, формальдегід. Причинами їх надходження є виробнича діяльність.

Список використаних джерел

1. Кучерявий В.П. Екологія: Підруч. для студ. вищ. навч. закладів освіти. Львів: Світ, 2001. 500 с.
2. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. К.: Либідь, 2003. 208 с.
3. Смаль Юлія. Цікава хімія. Життєпис речовин: навчальний посібник. Львів: 2016. 115 с.
4. Стан атмосферного повітря міста Вінниця. URL: <https://www.vmr.gov.ua/Branches/Lists/Ecology/ShowContent.aspx?ID=16> (дата звернення 2.11.2021.).
5. Фабрики та заводи. Моя Вінниця. URL: https://www.myvin.com.ua/catalogs_list/42 (дата звернення 2.11.2021.).
6. Чи можуть заводи впливати на навколишнє середовище. URL: <http://www.field.org.uk/how-can-factories-affect-the-environment/> (дата звернення 2.11.2021.).
7. Хімія та фізика атмосфери. URL: <https://acp.copernicus.org/articles/21/12895/2021/> (дата звернення 2.11.2021.).

Анна ЧЕРНИШ*,
студентка 6 курсу,
Факультет агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ҐРУНТІВ В УМОВАХ НАУКОВО-ДОСЛІДНОГО ГОСПОДАРСТВА «АГРОНОМІЧНЕ»

***Анотація.** Проблема деградації ґрунтів на загальному фоні зростаючої загрози глобальної екологічної кризи займає провідне місце в світі. Важливість її визначається тим, що не можна зберегти рослинний покрив, тваринний світ, воду і повітря без збереження родючості ґрунтового покриву та подолання процесів деградації ґрунтів, які унеможливають нормальне функціонування біосфери та екологічне благополуччя людей. Накопичення токсичних речовин у ґрунті призводить до міграції у рослини та їх продукцію і в подальшому з продуктами харчування в організм людини. Тому система спостережень за станом ґрунтового покриву є важливим завданням сьогодення.*

***Abstract.** The problem of soil degradation against the general background of the growing threat of the global environmental crisis occupies a leading place in the world. Its importance is determined by the fact that it is impossible to preserve vegetation, fauna, water and air without preserving the fertility of the soil and overcoming the processes of soil degradation, which make it impossible for the biosphere to function properly and ecological well-being. The accumulation of toxic substances in the soil leads to migration into plants and their products, and subsequently with food into the human body. Therefore, the system of monitoring the condition of the soil cover is an important task today.*

Ґрунт – унікальний незамінний природний ресурс, як для підтримання екологічної рівноваги, так і для життя людини, оскільки він являє собою один з основних природних ресурсів, що обумовлюють соціальний і економічний розвиток суспільства. Основною властивістю ґрунту є його родючість. Саме це найважливіша якість ґрунту, що відрізняє його від гірської породи, підкреслював академік В. Р. Вільямс, визначаючи ґрунт як «поверхневий горизонт суші земної кулі, здатний виробляти урожай рослин». Моніторинг ґрунтів є найбільш досконалим напрямом якісного і кількісного оцінювання ґрунтового покриву, який використовується в сільськогосподарській діяльності та слугує важливим інструментом для розроблення стратегії управління його продуктивністю й запобігання деградації [1].

*Науковий керівник: Алексєєв О.О. канд. с.-г. наук, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища.

Науково-дослідне господарство «Агрономічне» розташоване у с. Агрономічне Вінницького району. Територія села межує:

- на півдні і сході з м. Вінниця та с. Бохоники;
- на заході з с. Медвеже Вушко;
- на півночі з с. Пирогово (мікрорайон Вінниці).

Східна частина території с. Агрономічне у 2017 році була приєднана до Вінниці.

Науково-дослідне господарство «Агрономічне» – структурний підрозділ Вінницького національного аграрного університету. Займається науково-дослідними роботами, вирощує зернові та хлібні злаки, бобові та олійні культури.

Господарство має у власності близько 1500 га землі, свій технопарк, який налічує десятки одиниць фермерської техніки з високотехнологічним обладнанням, а також науково-дослідну базу, на якій спільно із викладачами, аспірантами, студентами та партнерами університету проводяться досліді [2].

Проведення досліджень щодо агроєкологічної оцінки ґрунтів проводили в умовах НДГ «Агрономічне» Вінницького району. Територія дослідного поля має рівний рельєф. Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений сірими лісовими середньосуглинковими ґрунтами. За морфологічними ознаками, фізичними та фізико-хімічними показниками вони є типовими для Вінницької області та в цілому для Лісостепу та сприятливі для вирощування різних сільськогосподарських культур.

Господарство займається вирощуванням соняшнику, озимого ріпаку, кукурудзи, озимої пшениці, сої та ячменю дотримуючись сівозміни, що забезпечує отримання більш високих врожаїв сільськогосподарських культур [3].

Таблиця 1

Площа дослідних ділянок НДГ «Агрономічне»

Назва ділянки	Площа, га
Дослідне поле №1	139,7704
Дослідне поле №2	21,9237
Дослідне поле №3	36,4399
Дослідне поле №4	90,9169
Дослідне поле №5	65,1795
Дослідне поле №6	28,9976
Дослідне поле №7	86,5166

Відомо, що НДГ «Агрономічне» за агроґрунтовим районуванням належить до північної провінції Лісостепової зони. Його загальна площа становить 469,74 га, яка об'єднана у 7 ділянок площею від 21,92 га до 139,77 га кожна (табл.1).

Найбільша площа дослідного поля № 1, що складає 139,7704 га, а найменша дослідного поля № 2 – 21,9237 га [3].

Географічне розташування дослідних полів НДГ «Агрономічне» наведено на рис 1.

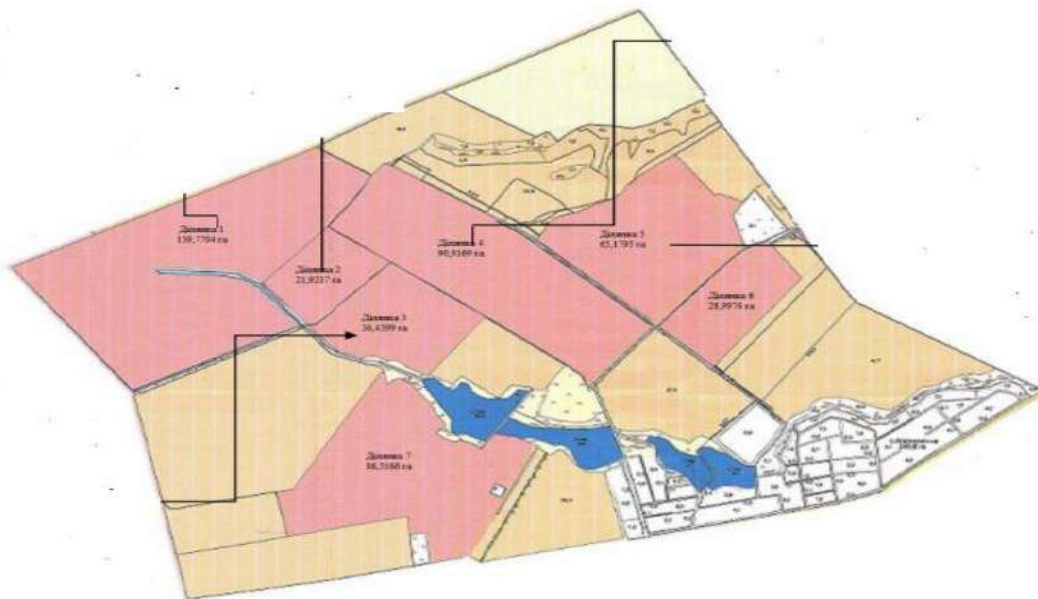


Рис. 1 Дослідні поля НДГ «Агрономічне»

Відбір ґрунту проводили методом конверту. З кожного поля було відібрано зразки ґрунту, які у поліетиленових пакетах з етикетками з вказаним номером вихідного зразка, номером поля, назви досліджуваного матеріалу та місця відбору направлялися у лабораторію [4].

У досліджуваних ґрунтах, одержаних з території НДГ «Агрономічне», що входять до земельних ресурсів ННВК «Всеукраїнський науково-начальний консорціум» та розташовані в центральній частині Вінницької області виявлено такі агрохімічні показники:

- вміст гумусу – 2,20 та 2,10 %;
- реакція ґрунтового розчину $pH_{\text{сол.}}$ – 4,7 та 4,6 (середньо кисла);
- легкогідролізований азот – 6 та 7,6 мг на 100 г ґрунту;
- рухомий фосфор – 18,8 та 21,9 мг на 100 г ґрунту;
- обмінний калій – 11,5 та 13,2 мг на 100 г ґрунту.

Вміст легкогідролізованого азоту у ґрунтах полів був нижчий від норми у 2,9 і 2,3 рази відповідно, рухомого фосфору у 2,5 і 2,9 рази вищий від норми, обмінного калію у ґрунтах полів був вищий від норми у 1,9 та 2,2 рази відповідно (табл. 2).

Токсичне забруднення ґрунтів негативно впливає на якість рослинницької продукції, а в подальшому негативно впливає на здоров'я населення, що споживають дану продукцію. Потрапляючи у ґрунт, важкі метали постійно мігрують, переходячи в ту, чи іншу форму хімічних сполук [5]. Аналізуючи концентрацію важких металів у ґрунтах (табл. 3) необхідно відмітити, що у зразках відібраного ґрунту, концентрація свинцю була вища за ГДК у 1,5 і 1,4 рази відповідно, кадмію нижча за ГДК у першому зразку на 1,4 і вища за ГДК у другому зразку у 1,14 рази відповідно, концентрація міді у ґрунтах була нижча за ГДК у 1,25 та 1,5 рази, концентрація цинку у ґрунтах була нижчою за ГДК у першому зразку у 4,3 і у 6,4 рази у другому зразку.

Таблиця 2

Агрохімічні показники ґрунтів НДГ «Агрономічне»

№	Назва показника	Норма	Фактичне значення за результатами випробувань	
			Зразок № 1	Зразок № 2
1.	Кислотність – рН (сольове)	–	4,7	4,6
2.	Гумус	–	2,20 %	2,10%
3.	Азот (N) легкогідролізований (по методу Корнфілда мг на 100 г ґрунту)	17,5	6	7,6
4.	Рухомий фосфор (P_2O_5) (по методу Чирікова мг на 100 г ґрунту)	7,5	18,8	21,9
5.	Обмінний калій (K_2O) (по методу Чирікова мг на 100 г ґрунту)	6,0	11,5	13,2

Таблиця 3

Концентрація важких металів у ґрунті в НДГ «Агрономічне»

Важкі метали	ГДК	Зразок №1	Зразок №2
Свинець	6,0 мг/кг	9,1 мг/кг	8,5 мг/кг
Кадмій	0,7 мг/кг	0,5 мг/кг	0,8 мг/кг
Мідь	3,0 мг/кг	2,5 мг/кг	2,0 мг/кг
Цинк	23 мг/кг	5,3 мг/кг	3,6 мг/кг

Висновки. У досліджуваних ґрунтах, одержаних з території НДГ «Агрономічне», які розташовані в центральній частині Вінницької області виявлено такі агрохімічні показники: середній вміст гумусу – 2,15 %; вміст легкогідролізованого азоту – 6 та 7,6 мг на 100 г ґрунту; рухомого фосфору – 18,8 та 21,9 мг на 100 г ґрунту та обмінного калію – 11,5 та 13,2 мг на 100 г ґрунту, реакція ґрунтового розчину – 4,7 та 4,6 (середньо кисла). Вміст легкогідролізованого азоту у ґрунтах полів був нижчий від норми у 2,9 і 2,3 рази відповідно, рухомого фосфору у 2,5 і 2,9 рази вищий від норми, обмінного калію у ґрунтах полів був вищий від норми у 1,9 та 2,2 рази відповідно. Зменшений вміст азоту, вимагає при сівбі та в підживлення вносити азотні добрива. Ґрунти

достатньо забезпечені фосфором, забезпечення калієм середнє, ґрунт кислий, що вимагає внесення дефекату та вапна.

Список використаних джерел

1. Аверченко В. І., Самойленко Н. М. Ґрунтознавство: навч. пос. Харків: Мачулін, 2018. 118 с.
2. Паспорт Вінницького району за 2019 рік. URL: vinrayrada.gov.ua (дата звернення 2.11.2021.).
3. Гуцол Г.В. Дослідження інтенсивності забруднення ґрунтів сільськогосподарського призначення важкими металами в НДГ «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету. Сільське господарство та лісівництво: зб. наук. пр. ВНАУ. 2019. № 13. С. 45-53.
4. Ткачук О. П., Зайцева Т. М. Показники агроекологічної стійкості ґрунтів та фактори, що на них впливають. Сільське господарство та лісівництво. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. 2017. № 5. С. 137-145
5. Забруднення ґрунту важкими металами. URL: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=7323911>. (дата звернення 2.11.2021.).

Тетяна КОШЛАЙ*,
студентка 3 курсу,
факультету агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ МАЛИХ РІЧОК ВІННИЦІ І ВІННИЦЬКОГО РАЙОНУ

***Анотація.** На сьогоднішній день відбувається постійне забруднення нашої планети, яке пов'язане з демографічним вибухом, урбанізацією та розвитком промисловості. Вплив урбаністичних процесів на малі річки в межах Вінниці тому важливо знати причини і зрозуміти важливість заходів щодо покращення водних ресурсів міста і району тому і мета наукової статті – це розширення знань про малі річки досліджуваного регіону та про їх сучасний екологічний стан. Основна ідея полягає у дослідженні малих річок, визначення їхніх найбільших проблем, виявлення комплексу методів та заходів для покращення їхнього екологічного стану.*

***Abstract.** Today, there is a constant pollution of our planet, which is associated with the population explosion, urbanization and industrial development.*

*Науковий керівник: Хаєцький Г.С. канд. наук, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища.

Impact of urban processes on small rivers within Vinnytsia, so it is important to know the reasons and understand the importance of measures to improve water resources of the city and district. The main idea is to study small rivers, identify their biggest problems, identify a set of methods and measures to improve their ecological status.

Вступ. Дефіцит прісної води є однією з найважливіших проблем людства, яку воно намагається вирішити як на планетарному рівні, так і на рівні окремих країн. Провівши моніторингспоживання води в Україні за останні 30 років можна зробити висновок, що воно зросло більш ніж у 2,5 рази. Швидкий розвиток промислового і сільськогосподарського виробництва, особливо гостро ставить питання раціонального використання і охорони водних ресурсів. Саме малі річки в Україні, зокрема, Вінниці і Вінницького району чи не найбільше відчували за останні десятиліття тиск людської діяльності, саме вони найбільше змінилися, а подекуди навіть повністю зникли.

Виклад основного матеріалу. Безпосереднім фактором негативного впливу на малі річки є наявність стоків (очищених і неочищених): комунальних, промислових, сільськогосподарських. Їхня дія особливо небезпечна тому, що в окремих випадках об'єм цих стоків може бути таким самим або й більшим, ніж об'єм стоку малої річки.

Посилення антропогенного пресу призвело до виникнення несприятливої ситуації у гідрологічному режимі, санітарному стані та ландшафтній структурі басейнів малих річок практично у всіх регіонах держави [1].

Гідрографічна мережа басейну річки Південний Буг налічує 6582 малих річок, загальною довжиною близько 20 тис. км, 11 середніх річок загальною довжиною понад 1,6 тис. км та 1 велику річку Південний Буг [2].

П'ятничанка, Тяжилівка, Вишня, Каліча, Вінничка, Лісова, Дьогтянець, Шереметка, Скакунка – це все назви малих річок міста Вінниці. На їх берегах будують житло, перекривають, утворюючи ставки та скидають відходи

Річка Десенка бере початок від джерела в Козятинському районі Вінницької області, є лівою притокою річки Десни (басейн Південного Бугу) та має протяжність 80 км. Майже по усій течії річка зазнає негативного впливу: зарегульованість ставками, розорювання та смітники в прибережно-захисній смузі. Найбільшими проблемами річки є забруднення особливо в районі села Мала Стадниця у безпосередній близькості до русла знаходиться екологічно небезпечний об'єкт – полігон твердих побутових відходів, на який дотепер безмірно вивозиться невідсортоване сміття. Також річка має і фізичне забруднення води внаслідок збільшення у воді намулу за рахунок змиву дощовими водами ґрунту, мінеральних добрив та хімічних речовин з розораних ділянок (полів). Для того, щоб покращити екологічне становище річки у 2003 році розпочала свою діяльність організація «Мальва». Членами організації було створено природоохоронний об'єкт (загальнозоологічний заказник загальнодержавного значення – Буго-Деснянський, який розташований у межах Вінницького району Вінницької області, на північний схід від смт Стрижавки, що на північ від міста Вінниці, площею 1073 га (у тому числі під лісом – 446 га,

водних угідь – 40 га). Члени організації стояли на захисті р. Десенки та струмків-приток (вживали заходи з озеленення берегів, ліквідації стихійних сміттєзвалищ у прибережно-захисних смугах, розчистки джерел) [4].

Річка Тяжилівка – ліва притока Південного Бугу. Протікає в м. Вінниця та бере початок поблизу мікрорайону Тяжилів. У зв'язку з близькістю до промислових та житлових об'єктів у річку часто стікаються багато різноманітних небезпечних відходів. Річка не раз забруднювалася нафтопродуктами, а одного разу їх вміст перевищував допустиму норму в тисячі разів. Раніше мешканці мікрорайону Тяжилів скаржилися на значне органічне та мінеральне забруднення річки змивами з території ВО «Хімпром», на якій в 50 м від урізу річки в свій час складували близько 700 тис. тон фосфогіпсу (відходи суперфосфатного виробництва). Наразі, за останніми даними, було виявлено перевищення норми гранично допустимої концентрації азоту амонійного у 20 разів.

Річка Вишня – права притока Південного Бугу. Довжина Вишні – 6,2 км. Витоки річки знаходяться біля с. Дашківці. У межах міста Вишня приймає одну ліву і три праві притоки. Ліва притока Вишні – Дьогтянець довжиною 2,6 км приймає ліву притоку довжиною 1,6 км, протікає через усе місто і об'єднує у собі усі проблеми, які має кожна мала річка: гаражі, сміття, каналізації, тотальна занедбаність. Нині проводиться робота з тестування різноманітних форматів та підходів для того, щоб зробити тут рекреаційну зону. Одна з правих приток Вишні має довжину 900 м, друга (р. Шереметка) – 7,2 км (у межах міста 2 км), довжина третьої – більше 1 км (у межах міста 220 м). Вода у Вишенському озері в 5 разів перевищує гранично допустиму концентрацію за вмістом амонію сольового, в 3 рази по біохімічному споживанню кисню БСК5. Це свідчить про високий рівень органічного забруднення. Велика частина берега Вишенського озера виконує роль рекреаційної зони з місцями для купання, з частково облаштованими пляжами, які, щоправда, знаходяться в занедбаному стані [7].

Річка Вінничка є лівою притокою Південного Бугу. Площа водозбору річки 48,2 км². Її довжина у межах Вінниці 4,3 км. На території міста річка приймає по дві правих та лівих притоки. Довжина однієї з правих приток (р. Скакунка) 2,3 км, іншої – 1,2 км. Довжина однієї із лівих приток Віннички – 1,7 км, у межах Вінниці – 1,5 км. Найдовша притока Віннички – це одна з її лівих приток, довжиною 4,5 км (у межах міста 3,4 км). На річці та її притоках розташовані 20 ставків, різної площі. Практично всі вони в значній мірі замулені, велику частку площі водойм займають зарості очерету, які є прихистком для водоплаваючих птахів, зокрема диких качок. В умовах нашого сьогодення спостерігається значне засмічення берегів річки різноманітним сміттям (використані пластикові пакети, пляшки, скляний та одноразовий посуд, недопалки).

Річка П'ятничанка – права притока Південного Бугу. Протяжність 8 км. Витік знаходиться на окраїні урочища Стрижавська Дача. Річка П'ятничанка несе в р. Південний Буг воду з забруднюючими речовинами, що перевищують рівень ГДК: завислі речовини (ГДК – 20 мг/л, фактично 23,8 мг/л); амоній сольовий (ГДК – 0,5 мг/л, фактично 0,97 мг/л); БСК5 (ГДК – 3 мг/л, фактично – 6,14 мг/л).

Водоохоронна зона річки в межах міста постійно порушується, зокрема майже до урізу води підходять паркани приватних будинків.

Постійно спостерігаються різноманітні види господарської діяльності у басейнах малих річок: вирубування лісів, розорювання схилів річкових долин, розробки кар'єрів, надмірне випасання худоби й сінокосіння, комунальне, промислове і сільськогосподарське водокористування, промислове, гідротехнічне, інженерно-технічне, транспортне й житлове будівництво на заплавно-руслових ділянках, що призвело до виснаження й деградації річок, зміни їх гідрографічної мережі [6].

У місцях розвитку ярів знижується рівень підґрунтових вод, зростає надходження до водних об'єктів продуктів ерозії, зокрема пестицидів, важких металів, патогенних мікроорганізмів, що призводить до погіршення якості природних вод.

Ерозія ґрунтів сприяє і замуленню ставків. Продукти ерозії та неправильне застосування добрив (без урахування біологічних особливостей культур й фізико-хімічних властивостей ґрунту) сприяє потраплянню у водні об'єкти сульфатів і нітратів, забруднюючи й замулюючи їх.

Суттєвою небезпекою для малих річок виступає стихійне (без належних дозвільних документів) будівництво приватних поселень, дач, туристичних баз, таборів, кемпінгів, будинків відпочинку й інших рекреаційних закладів. В результаті чого виникають несанкціоновані смітники, порушення рельєфу, звалища, помийні ями, викорчовуються чагарники. Ситуація ускладнюється ще й активним відведенням берегів і заплавл річок під будівництво, садівництво, городництво та ведення сільського господарства.

Ще однією екологічною проблемою малих річок Вінниці і Вінницького районує неочищені та недостатньо очищені стічні води, які, потрапляючи з підприємств промисловості, сільського господарства, комунальних підприємств, господарств і різних видів будівництва.

Одним з негативних факторів впливу на якість води в малих річках є випасання худоби і зимове стійлове утримання її у тваринницьких фермах. Значні маси гною, що вивозяться на поля чи городи, забруднюють не тільки поверхневі, а й ґрунтові води [8].

У малі річки скидаються забруднені теплообмінні води, що сприяє загибелі представників флори і фауни. На берегах і басейнах річок створюють також стихійні звалища твердих побутових відходів, що займають площу більше 450 га, які є характерною ознакою пейзажів населених пунктів, особливо приміських зон. Під час дощів або танення снігу із цих сміттєзвалищ стікають потоки брудних і токсичних вод, які потрапляючи до річкових систем, інфільтруються в ґрунтові води, змінюючи навіть клас води.

Вищеперераховані проблемні питання щодо екологічного стану малих річок міста Вінниці і Вінницького району стосуються не тільки нашого регіону, а й всіх водоймищ нашої держави.

Заходи з охорони малих річок визначено у ст. 80 Водного кодексу України. Зокрема, з метою охорони водності малих річок забороняється:

- 1) змінювати рельєф басейну річки;
- 2) руйнувати русла пересихаючих річок, струмки та водотоки;
- 3) випрямляти русла річок та поглиблювати їх дно нижче природного рівня або перекривати їх без улаштування водостоків, перепусків чи акведуків;
- 4) зменшувати природний рослинний покрив і лісистість басейну річки;
- 5) розорювати заплавні землі та застосовувати на них засоби хімізації;
- 6) проводити осушувальні меліоративні роботи на заболочених ділянках та урочищах у верхів'ях річок;
- 7) надавати земельні ділянки у заплавах річок під будь-яке будівництво (крім гідротехнічних, гідрометричних та лінійних споруд), а також для садівництва та городництва;
- 8) здійснювати інші роботи, що можуть негативно впливати чи впливають на водність річки і якість води в ній [5].

Висновки. Основними заходами по збереженню та відновленню малих річок Вінницької області необхідно вважати: очищення дна, очищення та укріплення берегової зони, зарибнення, дотримання загального порядку на прибережних захисних смугах, надання природоохоронного статусу, створення рекреаційних зон і зон відпочинку. Ця інформація повинна спонукати нас до активних дій щодо покращення екологічної ситуації та вирішення нагальних проблем по відношенню до малих річок Вінниці і Вінницького району.

Список використаних джерел

1. Обґрунтування природоохоронних заходів для покращення екологічного стану водних об'єктів у басейні Південного Бугу. URL: https://www.onaft.edu.ua/download/konfi/2020/all-ukrainian_student_scientific_works_tep/The_Southern_Bug.pdf (дата звернення 2.11.2021.).
2. Басейнове управління водними ресурсами річки Південний Буг. Офіційний сайт. URL: <http://www.buvr.vn.ua/vodniresursi/gidrografichna-merezha> (дата звернення 2.11.2021.).
3. Каталог річок Вінницької області. Вінниця: Вінницьке обласне управління водного господарства, 2000. 34 с.
4. Екологічний атлас басейну річки Південний Буг. Вінниця, 2009. 20 с.
5. Водний Кодекс України. Постанова ВР № 214/95 – ВР від 06.06.95
6. Доповідь про стан навколишнього природного середовища у Вінницькій області. URL: <http://www.vin.gov.ua/images/doc/vin/departament-ark/doc/OperMonitor/Dopov/VinnDopov2019.pdf> (дата звернення 2.11.2021.).
7. Гудзевич А. В. Перспективи та проблеми функціонування природного ядра в умовах урбосередовища. URL: https://library.vspu.edu.ua/polki/akredit/kaf_3/hudzevich2.pdf (дата звернення 2.11.2021.).
8. Мудрак О.В. Екологічні проблеми малих річок Вінницької області і шляхи їх вирішення. *Екологічний вісник*. 2004. № 3 (25). С. 26-29.

Назар ДАВИДЕНКО*,
студент 2 курсу,
факультет агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна

ОРГАНІЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО ТА ВИРОЩЕННЯ ОРГАНІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ ЯК СКЛАДОВА ЧАСТИНА ТА ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМ РОЗВИТКУ АГРАРНОГО РИНКУ УКРАЇНИ

***Анотація.** Для ефективного підвищення рівня органічного землеробства та вирощення органічної продукції в аграрному ринку України, слід провести безліч заходів, які допоможуть здійснити задані цілі. Слід розуміти, що як і з юридичної точки зору усі документи та закони повинні бути оптимізовані під дану діяльність, так виконавча частина теж повинна дотримуватись усіх стандартів. Україна має доволі розвинуту аграрну промисловість, проте потрібно розвиватись і далі.*

***Anotation.** To effectively increase the level of organic farming and growing organic products in the agricultural market of Ukraine, a number of measures should be taken that improve the set goals. Given that, as well as from a legal point of view, all documents and laws need to be optimized for this activity, such an executive part must comply with all standards. Ukraine has a fairly developed agricultural industry, but needs to develop further.*

Вступ. Органічне землеробство – це сільськогосподарська система, яка об'єднує всі сільськогосподарські системи, використовує добрива органічного походження, які підтримують екологічно, соціально та економічно доцільне виробництво сільськогосподарської продукції [1].

Органічне землеробство передбачає використання добрив органічного походження, такі як компостний гній, сидерати та кісткове борошно, і робить акцент на таких методах, як сівозміна та компаньйонна посадка. Саме ведення органічне землеробство виникло на початку 20-го століття у відповідь на стрімко мінливу сільськогосподарську практику. В основному воно пов'язано з більшою занепокоєністю споживачів щодо впливу хімічних добрив та пестицидів на здоров'я людини [9]. Сертифіковане органічне сільське господарство займає 70 мільйонів гектарів у всьому світі, причому більше половини зосереджено в Австралії. Органічне сільське господарство сьогодні продовжує розвиватися різними організаціями, заохочується біологічна боротьба з шкідниками, змішаний посів та вирощування комах-хижаків. Органічні стандарти розроблені таким чином, що дозволяє

*Науковий керівник – старший викладач кафедри екології та охорони навколишнього середовища, к.с.-г.н. Тітаренко О.М.

використання природних речовин, одночасно забороняючи або суворо обмежуючи синтетичні речовини. Наприклад, дозволені природні пестициди, такі як піретрин і ротенон, тоді як синтетичні добрива та пестициди, як правило, заборонені. Дозволені синтетичні речовини мідний купорос, елементарну сірку та івермектин. Генетично модифіковані організми, наноматеріали, осади стічних вод людини, регулятори росту рослин, гормони та використання антибіотиків у тваринництві заборонені. Прихильники органічного землеробства претендують на переваги у сталості, відкритості, самодостатності, автономії та незалежності, здоров'ї, продовольчій безпеці та безпеці продуктів харчування.

Виклад основного матеріалу. Загальні принципи органічного виробництва, виходячи з Канадських стандартів органічного виробництва (2006), включають наступне: захист навколишнього середовища, мінімізація деградації та ерозію ґрунтів, зменшення забруднення, оптимізація біологічної продуктивності та сприяння зміцненню стану здоров'я; підтримання довгострокової родючості шляхом оптимізації умов біологічної активності в ґрунті; підтримка біологічного різноманіття в системі; переробка матеріалів та ресурсів якнайбільше на підприємстві; надавання допомоги, яка зміцнює здоров'я та відповідає поведінковим потребам худоби; приготування органічної продукції, приділяючи особливу увагу ретельній обробці та методам поводження з метою збереження органічної цілісності та життєво важливих якостей продуктів на всіх етапах виробництва; покладаються на поновлювані ресурси в місцево організованих системах сільського господарства.

Концентрація вуглецю в сільському господарстві потенційно може істотно пом'якшити наслідки глобального потепління. За словами Тіма Ласалю, генерального директора Інституту Родаля, органічне сільське господарство, якщо воно практикується на 3,5 мільярдах акваріальних площ землі, може поглинути майже 40 відсотків поточних викидів CO₂. «Ми називаємо цей підхід регенеративним органічним сільським господарством, щоб підкреслити його зосередження на відновленні ресурсів за допомогою додаткових біологічних систем, які живлять і покращують ґрунт, а також уникають шкідливих синтетичних ресурсів» [3].

Регенеративне органічне землеробство орієнтоване на посилення довгострокових біологічних взаємодій, перетворює ґрунт у резервуар вуглецю, тоді як звичайне землеробство з великим вмістом хімічних речовин має протилежний ефект викиду вуглецю в атмосферу. Крім того, органічне управління також змінює структуру ґрунту, покращуючи його здатність зберігати воду і доставляти поживні речовини рослинам з плином часу, оскільки рівень вуглецю в ґрунті продовжує зростати. Дослідження Родаля показують, що органічне землеробство без обробки може зменшити витрати енергії на землеробство приблизно на 70 відсотків. Крім того, органічна їжа має переваги для здоров'я і стала вибором способу життя у багатьох суспільствах [3].

Враховуючи тематичні дослідження показали, що досі розвиток органічного землеробства ініціювали переважно громадські організації або приватні компанії. Тим не менш, уряди повинні відігравати важливу роль у

створенні сприятливої основи для органічного землеробства [8]. Стратегії політики повинні складатися з комбінації заходів попиту та пропозиції на ринку. Оскільки, відповідні заходи залежать від стану ринку органічного сільського господарства у відповідній країні, поглиблена комплексна оцінка існуючої сільськогосподарської політики має стати першим кроком.

Одна з країн, що розвиваються з найбільшою часткою органічного землеробства – Коста-Ріка має добре розвинений органічний сектор. Як і в більшості інших країн, дрібні фермери та громадські організації першими почали займатися органічним землеробством. Місцеві органи сертифікації та науковці також підтримали його розвиток. У 2004 році 3500 фермерів органічно обробляли 10800 га [3,5]. Більшість сертифікованого органічного виробництва призначене для експорту, вартість якого оцінюється в 10 мільйонів доларів США. Основні експортні культури включають каву, банани, какао, апельсиновий сік, ожину, ананас, тростинний цукор, алое та інші лікарські рослини. На внутрішньому ринку зараз є пропозиція більшості продуктів, сертифікованих та несертифікованих. Внутрішні продажі оцінюються в 1,5 млн доларів США [3].

Відсутність продукції є обмежуючим фактором для подальшого розвитку ринку. Різні державні програми та інституції підтримують більшість аспектів сектора, включаючи розвиток внутрішнього та експортного ринку, переробку продуктів харчування, кредити та послуги з надання послуг. Національна програма органічного сільського господарства була створена в 1999 році, і разом із сектором агентство розробило національну стратегію органічного виробництва на основі консультацій. З 2001 року введено обов'язкове органічне регулювання, і Коста-Ріка є єдиною країною, що розвивається, крім Аргентини та Індії, яка отримала визнання щодо експорту органічної продукції до Європейського Союзу. Існує також урядова печатка для всіх сертифікованих виробників; проте вона ще не отримала широкого визнання. У Коста-Ріці діють дві вітчизняні сертифікаційні організації та чотири іноземні, найбільше клієнтів мають вітчизняні. Сектор організований через одну організацію, і співпраця між сектором та урядом дуже добре розвинена.

Україна, маючи значний потенціал для органічного виробництва, експорту, споживання на внутрішньому ринку, досягла певних результатів у розвитку власного органічного виробництва. Наприклад, площа сертифікованих сільськогосподарських угідь в Україні, які займаються вирощуванням різних органічних продуктів, становить уже понад чотириста тисяч гектарів, і наша країна посідає 20 місце серед світових лідерів органічного руху. Частка сертифікованих органічних земель у загальній сільськогосподарській площі України становить близько 1%. Водночас Україна посідає перше місце у Східноєвропейському регіоні в сертифікованій зоні органічних орних земель, спеціалізуючись переважно на виробництві зернових, бобових та олійних культур.

Крім того, в нашій країні (станом на 2017 рік) було сертифіковано 570 тисяч гектарів орних земель.

В останні роки намітилася тенденція до активного оновлення внутрішнього ринку власної органічної продукції, спрямованої на управління власною переробкою органічної сировини. До них належать крупи, борошно, молочні та сипучі продукти, соки, сиропи, варення, мед, олія, чаї, трави.

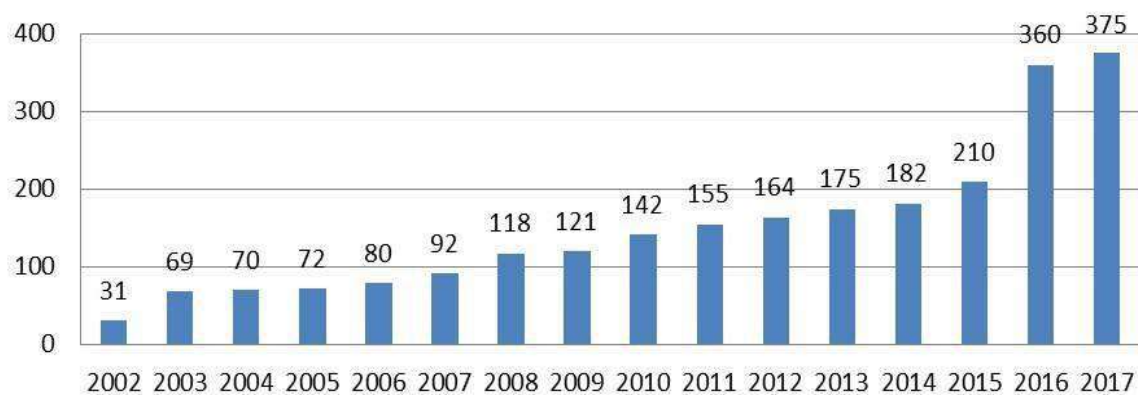


Рис. 1. Кількість сертифікованих органічних ферм в Україні [2].

Офіційні статистичні дослідження IFOAM підтверджують, що в 2002 році в Україні було зареєстровано 31 органічну ферму, у 2017 році вже було 375 органічних ферм, а загальна площа сільськогосподарських угідь під час органічного виробництва становила 420 000 га (рис.1).

Більше українських органічних ферм знаходиться в Одеській, Херсонській, Київській, Полтавській, Вінницькій, Закарпатській, Львівській, Тернопільській та Житомирській областях. Українські сертифіковані органічні ферми – різного розміру – від кількох гектарів, як у різних європейських країнах, до кількох гектарів ріллі. Дослідження Федерації органічного руху України показують, що сучасний внутрішній споживчий ринок органічної продукції в Україні почав розвиватися з початку 2000-х років, склавши: у 2004 році – 100 тисяч євро, у 2005 році – 200 тисяч євро, у 2006 році – 400 тисяч євро, у 2007 р. – 500 тис. євро, у 2008 р. – 600 тис. євро, у 2009 р. – 1,2 млн. євро, у 2010 р. – 2,4 млн. євро, у 2011 р. ця цифра зросла до 5, 1 млн. євро, до 7,9 млн. євро у 2012 р., до 12,2 млн. євро в 2013 р., до 14,5 млн. євро в 2014 р., в 2015 р. до 17,5 млн. євро, у 2016 р. – 21,2 млн. євро, а у 2017 р. – 29,4 млн. євро [2].

Оскільки на внутрішньому ринку України виробникам органічних продуктів не дозволяється ефективно працювати над недосконалістю нормативно-правової бази та виробниками «псевдоорганічних», тому зовнішньому ринку існують певні перешкоди. Зокрема, в Європейському Союзі існують так звані настанови щодо здійснення додаткового офіційного контролю за продуктами, що походять з України, Казахстану та Російської Федерації. Такі жорсткі правила діяли у 2016-2017 роках.

З метою вдосконалення принципів правового регулювання органічного виробництва, обігу та маркування органічних продуктів та адаптації вимог органічного законодавства до законодавства ЄС, за підтримки державного сектору та експертів органічного ринку, органи виконавчої влади прийняли новий

Закон України «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічних продуктів» [4].

Перш за все, Закон повністю враховує директиви та положення ЄС, які дозволяють адаптувати українське законодавство до європейського; оптимізовано вимоги до виробництва, маркування та обігу органічних продуктів; принципи сертифікації виробництва були кардинально змінені; суттєво покращено вимоги до органів сертифікації, інспектора з органічного виробництва; встановлено відповідальність за порушення законодавства у сфері виробництва, обігу та маркування органічної продукції як для виробників, так і для органів. Зокрема, введення в обіг продукції без сертифіката, що підтверджує відповідність процесу виробництва та його неправомірного обігу у сфері органічного виробництва регулюється Законодавством країни і тягне за собою накладення штрафу на юридичних осіб у розмірі восьми мінімальних заробітних плат, на фізичних осіб – підприємців – у розмірі п'яти мінімальних заробітних плат.

Наразі експерти робочої групи при Міністерстві аграрної політики з питань розвитку законодавства в органічній сфері, до складу якої входять експерти Федерації органічного руху України, працюють над розробкою підзаконних актів, які мають бути прийнятий протягом року з дня набрання чинності Законом.

Крім того, Державна цільова програма розвитку сільських територій на період до 2015 року, яка вже закінчилася, заявила про збільшення частки органічного виробництва у загальному обсязі валової продукції сільського господарства до 10 відсотків, що, безумовно, не було досягнуто через відсутність підтримки [6].

Іншим документом, що зосереджується на органічному секторі, є Стратегія розвитку аграрного сектору економіки України до 2020 року, затверджена постановою Кабінету Міністрів України. Стратегія також визначає продовольчу безпеку держави, сприяючи розвитку органічного землеробства, особливо в окремих селянських та середніх господарствах, серед пріоритетних напрямків для досягнення стратегічних цілей, і для задоволення потреб внутрішнього ринку та забезпечити провідні позиції у світі.

Висновок. Отже, проаналізувавши розвиток органічного землеробства в Україні, можна виділити такі головні аспекти:

- розвиток органічного землеробства навпаки набуває все більших і більших масштабів. Стає зрозуміліший потенціал даної галузі, та активізується усі можливі на сьогодні методи її вдосконалення.
- перехід на органічне виробництво зерна за оцінками, має найбільші економічні та екологічні переваги для України. Високо трудомісткі ланцюги створення вартості оброблених органічних фруктів, горіхів, трав і меду (наприклад, очищених волоських горіхів, сушених чорносливів і соків) також можуть принести значні соціально-економічні переваги, особливо в сільських громадах.

- звичайно ще є доволі багато роботи, як наприклад врегулювати певні закони для того, аби уможливити кращий експорт в інші країни, та зменшити так званий «бар'єр» між іншими країнами. Суб'єкти органічного сектору України повинні вжити заходів для запобігання шахрайству та покращення іміджу країни на міжнародному ринку.

Список використаних джерел

1. Основи органічного виробництва : навч. посіб. П. О. Стецишин, В. В. Пиндус, В. В. Рекуненко [та ін.]. Вінниця : Нова книга, 2011.
URL: <http://www.eapk.org.ua/contents/2016/01/33> (дата звернення 17.10.2021).
2. Концепція дежпрограми розвитку органічного землеробства України.
URL: <http://organic.com.ua/en/organic-in-ukraine/> (дата звернення 19.10.2021).
3. Рішення для органічного землеробства
URL: <https://www.worldfuturecouncil.org/organic-farmingsolutions/> (дата звернення 19.10.2021).
4. Проект Закону „Про основні засади аграрної політики України” від 5 лютого 2004 року No 5080 URL: www.rada.gov.ua (дата звернення 23.10.2021).
5. Сільське господарство в Коста-Ріці URL: https://uk.wikibube.net/wiki/Agriculture_in_Costa_Rica (дата звернення 27.10.2021).

Анастасія ЗДОВБИЦЬКА*,
Студентка 4 курсу денної форми навчання,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОБМЕЖУВАЛЬНИХ НОРМ ЯКОСТІ НАСІННЯ ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР

Анотація. Зберігання та оптимальне використання зібраного врожаю є головним завданням для товаровиробників. Досліджено дані Державних стандартів на показники якості зернобобових культур (ДСТУ 6322:2004). Встановлено, що головна роль для вирішення проблем із збереженням якості насіння та із забезпеченням якісних продуктів харчування для населення полягає у чіткому дотриманні норм ухвалених для зберігання зернобобових культур. Визначено необхідність застосування технологій, які матимуть широкий список проведення досліджень для якісного аналізу та оцінки насіння.

Abstract. Storage and optimal use of the harvest is the main task for producers.

*Науковий керівник: Панцирева Г. канд. с.-г. наук, доцент ВНАУ.

The data of the State standards on indicators of quality of legumes (DSTU 6322: 2004) are investigated. It is established that the main role in solving the problems of maintaining the quality of seeds and providing quality food for the population is to strictly comply with the norms approved for the storage of legumes. The need to use technologies that will have a wide list of studies for qualitative analysis and evaluation of seeds has been identified.

Вступ. Зернобобові культури мають підвищений вміст екологічного рослинного білка, саме це сприяє впроваджувати цю сировину у різних галузях промисловості. Зернобобові налічують близького 60 різних видів, самими поширеними культурами є горох, соя, квасоля, кормові боби та люпин. За площею найменше займають нут, сочевиця та чина. Цим і підсилюється актуальність проведених досліджень, який має важливий науковий та практичний інтерес у сучасному сільськогосподарському виробництві.

Метою роботи було визначити необхідність застосування технологій, які включають широкий список проведення досліджень для якісного аналізу та оцінки насіння за встановленими показниками якості.

Виклад основного матеріалу. Для збереження всього насінневого потенціалу, необхідно зберігати насіння по усім правилам заготівельних норм. Для першочергової оцінки бобових культур, звертають увагу на його зовнішній вигляд та колір. Сам колір допомагає оцінити насіння за такими показниками як: свіжість, на скільки зріле насіння, та визначити до якого сорту відноситься насіння. Також при зовнішній оцінці зерна звертають увагу на розмір насіння. Ціняться насіння, яке є крупним, з малим вмістом плівок та має більшу кількість поживних речовин порівняно із дрібним насінням. Проводиться оцінка за вирівняністю, так як з такого насіння вихідний продукт буде більш високої якості. За вологістю бобові мають дещо вищі показники порівняно із злаковими культурами. Це пояснюється тим, що занадто сухе насіння у бобових під час зберігання пошкоджується, розтріскується та починає розпадатися на сім'ядолі, внаслідок цього спостерігається зниження поживних властивостей. Лише винятком є соя, для якої було встановлено знижені норми за вологістю, адже вона має великий вміст жиру. За основними факторами було проведено спостереження щодо зберігання, та виявлено що сукупна інтенсивність всіх фізіологічних процесів, що відбуваються у рослині буде залежати від однакових факторів, найголовнішими являються: вміст вологи і зерновій масі, температура насіння та достатня кількість повітря у зерновій масі. Кожний режим зберігання повинен орієнтуватися на кліматичні умови місця розміщення господарства, враховувати типи зерносховищ, їх технічні можливості. Підбирати умови зберігання опираючись на дані про цільове застосування зерна, якість партії. Гідні результати проявляються, якщо застосовувати комплексні режими. Це було доведено, шляхом багаторічних досліджень зберігання продукції, посиленними науковими дослідженнями.

Зернобобові культури мають суттєве значення у веденні сільськогосподарського господарства, дані культури вирощуються у всіх країнах світу.

Таблиця 1

Середній хімічний склад зерна (у 100 г їстівної частини продукту)

Культура	Вода	Білки	Жири	Моно- і дисахариди	Крохмаль	Клітковина	Зола	Енергетична цінність	
								ккал	кДж
Горох	14,0	20,5	2,0	4,6	44,0	5,7	2,8	298	1247
Квасоля	14,0	21,0	2,0	3,2	43,4	3,9	3,6	292	1222
Сочевиця	14,0	24,0	1,5	2,9	39,8	3,7	2,7	284	1188
Соя	12,0	34,9	17,3	5,7	3,5	4,3	5,0	332	1389

Основною цінністю зернобобових культур є значний вміст білків, це в середньому знаходиться у межах 20-40 %, що вдвічі більше ніж у зерні злакових культур (табл. 1).

Для якісного зберігання враховують максимальну кількість показників, проте виділяють найголовніші із них. На сам перед слід відзначити вологість, адже за умовами зберігання на елеваторі вологість не повинна бути вища ніж зазначені норми. Також, проходить визначення за кількістю смітних домішок, серед яких прийнято виділяти кількість пошкодженого насіння, який вміст мінеральних домішок, відсоток пророслого насіння (табл. 2).

Отже, показник вологості для зернобобових насіння якого буде зберігатися до одного року становить 15-16 %. Наступний показник який є важливим під час зберігання це ступінь зараженості шкідниками, нормами не допускається наявність шкідників у будь якому насінні не зважаючи на цільове призначення насіння. Цей показник визначають першочергово. Умови для якісного зберігання зернобобових було визначено дослідниками для кожної культури. Для прикладу для зберігання квасолі було проведено дослідження. Мета цього дослідження полягала у визначенні обмежувальних норм якості насіння заготівельних стандартів зернобобових культур.

Також для того щоб зберігання було надійним, необхідно зберігати достатньо низьку температуру повітря, для того щоб затримати розвиток грибкової мікрофлори. Було виявлено, що під час зберігання сої, яка має вологість 11-12,5 % протягом року спостерігався мінімальний розвиток грибів, та їх розвиток був помічений вкінець зберігання. Також коли температура 4,5 °С гриби майже не розвиваються. Також для того щоб зберігання було надійним, необхідно зберігати достатньо низьку температуру повітря, для того щоб затримати розвиток грибкової мікрофлори.

Таблиця 2

Обмежувальні норми якості насіння заготівельних зернобобових культур

Показник	Горох (класи)			Квасоля	Сочевиця		Нут	Чина	Соя
	1-й	2-й	3-й		дрібно-насінна	тарілкова			
Вологість %, не більше	20	20	20	23	20	20	20	20	18
Сміттевий домішок, % не більше	3	6	8	8	8	8	8	8	5
В тому числі пошкоджене насіння, %	0,4	2,5	*	-	-	-	-	-	-
Мінеральний домішок, % не більше	1,0	1,0	*	-	-	1,0	-	-	-
Зерновий домішок, %	7	15	15	15	15	15	15	15	10
В тому числі пророслі, %	1	3	5	5	5	3	5	5	-
Зараженість шкідниками	<i>не допускається окрім зараженості кліщем не вище II ступеню</i>								

* в межах загального вмісту сміттевого домішку

Було вияснено, що під час зберігання сої, яка має вологість 11-12,5 % протягом року спостерігався мінімальний розвиток грибів, та їх розвиток був помічений вкiнець зберігання. Також коли температура 4,5 °С гриби майже не розвиваються. Також їх розвиток не був помічений при вологості повітря 65% та нижче, також якщо межі вологості насіння 11-12 %. При тривалому зберіганні у жарку погоду, потрібно забезпечувати гарну вентиляцію, для того щоб запобігти утворенні цвілі, самозігрівання. У випадку відсутності вентиляції насіння може згіркнути та втратити свій природний колір. Щоб була проведена краща вентиляція потрібно очистити зернову масу від рослинних решток, пошкоджених та тріснутих насінин. Вологість для якісного зберігання повинна бути 10-10,5 %. Відносна вологість повітря 60 %, температура -5 до +5 °С. Приміщення для зберігання насіння повинні бути добре очищені, продезінфіковані та провітрювані.

Висновки: Державними стандартами України регламентується обмежувальні норми якості насіння заготівельних зернобобових культур за вологістю, вмістом домішок та зараженістю шкідниками. Встановлено, що вміст білку в зернобобових культурах коливається у межах 20-40 %. Вологість для якісного зберігання повинна бути 10-10,5 %. Відносна вологість повітря 60 %, температура -5 до +5 °С.

Список використаних джерел

1. Мазур В.А., Ткачук О.П., Яковець Л.А. Екологічна безпека зернової та зернобобової продукції: монографія. Вінниця: ВНАУ. 2020. 442 с.
2. Мордванюк М.О. Продуктивність нуту залежно від впливу інокулянтів та мікродобрих. *Збірник тез II міжнародної науково-практичної конференції. «Кліматичні зміни та сільське господарство»*. Виклики для аграрної науки та освіти». Київ-Миколаїв-Херсон. 10-12.04.2019 р. С. 344-346.
3. Панцирева Г.В., Паламарчук І.І., Литвинюк Г.В. Формування симбіотичного потенціалу квасолі овочевої залежно від застосування біопрепарату в агроценозах правобережного Лісостепу України. Київ. *Наукові доповіді НУБІП*. № 5 (75), 2018. С. 1-15.
4. Панцирева Г.В. Ріст, розвиток і продуктивність сортів люпину білого в умовах правобережного Лісостепу України. *Вісник ЛНАУ*. Львів. 2019. С. 103-110.
5. Петриченко В.Ф. Агроекологічні аспекти адаптивної технології вирощування сої в Лісостепу Західному. *Посібник Українського хлібороба*. 2013. Т. 2. С. 177-185.
6. Телекало Н.В. Вплив комплексу технологічних прийомів на вирощування гороху посівного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. Вип. 13. С. 84-93.
7. Didur, I., Bakhmat M., Chynchyk O., Pansyryeva H., Telekalo N., Tkachuk O. Substantiation of agroecological factors on soybean agrophytocenoses by analysis of variance of the Right-Bank Forest-Steppe in Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. Vol. 10 (5). P. 54-61.
8. Mazur, V., Didur, I., Myalkovsky, R., Pansyryeva, H., Telekalo, N., Tkach, O. (2020). The Productivity of intensive pea varieties depending on the seeds treatment and foliar fertilizing under conditions of right-bank forest-steppe Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (1), 101-105.
9. Mazur V., Pansyryeva H., Mazur K., Myalkovsky R., Alekseev O. Agroecological prospects of using corn hybrids for biogas production. *Agronomy Research*. 2020. Volume 18. P. 205-219.

Альона ЗАДНІПРЯНЕЦЬ*,
студентка 3-го курсу,
факультету агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНУ РІЧКИ ВЕРБИЧ

***Анотація.** Малі річки – це основа формування водних ресурсів країни. Від їх стану значною мірою залежить благополуччя середніх та великих водотоків, умови життя населення. Екологічний стан річок викликає занепокоєння. Ріки заростають водоростями, які перешкоджають доступу кисню, відбувається заболочування, в результаті може загинути вся риба і зникне сама річка. Очищення русла не проводиться, люди кидають сміття у річку. Про проблеми річки йдеться багато, але мало робиться.*

***Ключові слова:** річкова вода, концентрація, фізико-хімічні показники, перевищення, допустимі норми.*

***Abstract.** Small rivers are the basis for the formation of the country's water resources. The well-being of medium and large watercourses and the living conditions of the population largely depend on their condition. The ecological condition of rivers is a matter of concern. Rivers are overgrown with algae, which impedes the access of oxygen, waterlogging occurs, as a result, all fish may die and the river itself will disappear. The riverbed is not cleaned, people throw garbage into the river. There is a lot of talk about the problems of the river, but little is being done.*

Постановка проблеми. Збереження та раціональне використання запасів води, яка належить до найцінніших природних ресурсів, є однією з глобальних проблем ХХІ сторіччя [1]. Вода необхідна для життя людини та інших організмів, оскільки бере участь у метаболічних процесах, притаманних живим системам.

Крім того, вода забезпечує санітарно-гігієнічні потреби і найважливіші для людей функції: виробництво продовольства, енергії та промислової продукції. Водні ресурси використовують у різних галузях промисловості, сільського господарства, енергетики, судноплавства, побуту, під час переробки та збагачення корисних копалин тощо. Тому наявність і відповідний екологічний стан водних ресурсів є однією з найголовніших передумов існування та стабільного розвитку суспільства, а відсутність доступу до водопостачання й основних санітарних послуг загрожує соціально-економічному розвитку та національній безпеці країн в усьому світі [2]. Водночас вода бере участь у глобальних процесах, пов'язаних із колообігом хімічних елементів, формуванням клімату та регулюванням енергетичного балансу планети [3].

Разом із забезпеченням життєдіяльності людини, вода є середовищем життя великої кількості видів водних організмів – мешканців прісноводних, морських і

*Науковий керівник Алексєєв О. к.с.-г.н., доцент ВНАУ

океанічних екосистем – та опосередковує екологічні зв'язки між представниками не лише водної, а й різних груп наземної біоти [4].

Розширення промислового та сільськогосподарського виробництва, урбанізація та інтенсифікація використання водних ресурсів, неефективне очищення стічних вод (а в окремих випадках – скидання у гідросферу неочищених відходів) є важливими антропогенними чинниками, які зумовлюють погіршення якості природних вод, передусім континентальних водойм і водотоків [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливою складовою процесу управління водоохоронною діяльністю є комплексна оцінка якісного стану водних об'єктів. Відомі два основних підходи до оцінки якості поверхневих вод: гігієнічний та екологічний. Основним принципом гігієнічного нормування є дотримання гранично допустимих концентрацій (ГДК) речовин у водних об'єктах. Розроблено чимало комплексних оцінок якості поверхневих вод на основі гігієнічного нормування антропогенного навантаження. Це, насамперед, роботи вчених О.С. Шайн, В.Р. Лозанського, В.В. Морокова, Brown R. M., McClelland N. I., Deininger R. A., Tozer R. C., Dinius S. H., Ott W. R. [6]. Останнім часом у багатьох країнах світу і міжнародних організаціях оцінка екологічного ризику розглядається як головний механізм розроблення та прийняття управлінських рішень на міжнародному, державному, регіональному рівнях, а також на рівні окремого виробництва або іншого потенційного джерела забруднення навколишнього середовища [7].

Вважається, що методи оцінки ризику здоров'ю населення більш перспективні при ідентифікації зон підвищеної екологічної небезпеки, тому що в силу ймовірнісного характеру дозволяють інтегрувати ризики за різними забруднюючими речовинами, джерелами забруднення, адміністративними чи ландшафтно-територіальними одиницями, компонентами навколишнього середовища. Однак гігієнічним нормативам притаманний антропоцентричний підхід до оцінки стану навколишнього середовища, тобто при безпечних умовах проживання населення не беруться до уваги особливості функціонування власне екосистем [8].

Значення водних артерій важко переоцінити. Річки забезпечують водою господарську діяльність людини, її повсякденний попит, відіграють важливу роль у функціонуванні суспільства. При цьому вони все більше переходять з чисто природної категорії в категорію природно-технічну. Життя річок та їх еволюція тісно пов'язані з життям суспільства, з соціальними перетвореннями, тому сучасні річкові системи значною мірою стають ще й категорією соціально економічною [9].

Нестача прісної води і забруднення гідросфери відноситься до глобальних проблем людства. 90% відсотків населених пунктів нашої країни розташовані в долинах малих річок, стан яких викликає велику тривогу, 20 тисяч їх зникло, або пересохло. 70 % населення України задовольняє свої потреби в питній воді за рахунок ґрунтових вод чи вод глибших водоносних горизонтів. Ґрунтові води, як і стічні забруднюються стоками промислових підприємств, тваринницьких комплексів, мінеральними добривами,

гербицидами, пестицидами, будівельним, промисловим, господарським сміттям, нерозчинними маслами, смолами, мазутом, радіоактивними речовинами, мікроорганізмами [10].

Метою статті є визначення основних гідрохімічних показників якості річки Вербич.

Викладення основного матеріалу. В селі Гранів різко знизився рівень води в водоймах, вода зникла в криницях, погіршились показники якості питної води. Серед екологічних проблем на території р. Вербич можна виділити такі: висихання боліт і зниження рівня ґрунтових вод, забруднення поверхневих і підземних вод, мала площа екологічно стійких територій.

Басейн річки Вербич розміщений в межах Лісостепової зони, Дністровсько – Дніпровської провінції. Річка належить до басейну річки Південний Буг і являється її лівою притокою другого порядку. Протікає річка по території сіл Гранів, Адамівка, Гунча, бере свій початок за вісім кілометрів на схід від села Гранів, впадає у річку Соб за 34 км від її гирла. Ландшафти даної території належать до типу: лісостепові височині на опідзолених чорноземах, сформувались на лесових породах, що легко розмиваються. На лівому березі річки є багато ярів, балок. Річка протікає через Подільську височину з висотою 214м. Ґрунти – сірі лісові та чорноземи. Природна рослинність, що росте на таких ґрунтах, представлена залишками остепнених лук і степів, дубово – грабових – липових лісів. У тваринному світі трапляються: білка, заєць, дикий кабан, лисиця,

Клімат басейну р. Вербич помірно-континентальний з м'якою зимою і теплими вологим літом. Пересічна температура січня від $-6,5^{\circ}$, липня $+18,8^{\circ}\text{C}$. Абсолютний мінімум температури -39°C , абсолютний максимум $+39^{\circ}\text{C}$. Період з температурою понад $+10^{\circ}\text{C}$ становить 150-160 днів. Найбільше опадів випадає влітку, найменше взимку, а середня сума опадів становить 540-450 мм на рік. Висота снігового покриву становить 11-13 см. Коефіцієнт зволоження 1. Найбільший річковий стік припадає на весну. Із несприятливих кліматичних явищ бувають атмосферні посухи, суховії, пилові бурі, влітку – зливи, град. Взимку низькі температури тривають до 25 днів, ожеледь – до 15 днів і більше, паморозь від 10 до 20 днів. Часто бувають відлиги, під час яких утворюється льодова кірка. Значної шкоди завдають пізні весняні і ранні осінні заморозки. Береги річки багаті на поклади червоної, білої глини, граніту [2].

Річка бере початок за 8 км на схід від села Гранів, в озері Каліччя. З півночі річку живлять струмки: Голубів, Сичиків, Зайченків, Мазурівський, Федотів. Струмки беруть початок з боліт Ведмеже, Виноградне. З півдня впадає одна притока безіменна, довжиною 4 км, яка бере початок на схід від села Михайлівка. Довжина річки Вербич 19 км, площа басейну 126 км^2 .

Живлення річки Вербич мішане, переважно снігове. Повінь триває з кінця лютого до початку травня, межень – з червня до листопада, льодостав – з листопада до лютого, льодохід – в березні. Річний стік є основним джерелом водних ресурсів. Основні гідрографічні характеристики річки Вербич подані у табл. 1.

Основні гідрографічні показники річки Вербич

Найменування характеристик	Розмірність	Основна річка
Куди впадає		р. Соб
Права чи ліва притока		Ліва
Довжина	км	19
Відмітка: витоку	м.абс	214
гирла	м.абс	187
Падіння	м	27
Похил	м/км	1,4
Площа водозбору	км ²	126,0
Лісистість	%	12
Заболоченість	%	2,8
Озерність	%	0
Розораність	%	68,7
Кількість приток: довжиною 4 км	шт.	1
струмків довжиною до 2 км	шт.	2
струмків довжиною до 5 км	шт.	2
Довжина річкової мережі	км	37

**Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень*

Річка ділить село на дві частини. Через річку споруджені греблі, що з'єднують праву і ліву частини села. На руслі річки утворились ставки: Ліщинський, Міський, Слюсарський, Бурлаків, Галаїв, Сичиків, Робаків, Федотів, Фермівський – на північних струмках, що впадають в річку. Загальна площа водного поля ставків – 97 га.

Особливістю ставків Гранова є те, що на них поселились і живуть рідкісні птахи – лебеді шипуни. Загальна кількість – 25 особин, 6 –дорослих і 19 молодих.

Оскільки в басейні р. Вербич немає розміщених великих промислових об'єктів, то основними джерелами забруднень ґрунтів та поверхневих і підземних вод будуть виступати тваринницькі ферми та літні табори тварин, склади міндобрив та отрутохімікатів, сміттєзвалища, склади паливно–мастильних матеріалів, миючі засоби.

Основними забруднюючими речовинами тваринницьких ферм є різні сполуки азоту, які присутні у випарах, до того ж вони мають високу концентрацію і токсичність. Літні табори – це спеціальні випаси на яких перебуває худоба, їх розміщують на луках, а періодичні дощі змивають забруднення із пасовищ і все це потрапляє у річку або у підземні води. Значний вплив на навколишнє середовище здійснює сільське господарство. Розораність в басейні становить 80%, і це в основному землі, які належать колективним господарствам або паї. Забруднення буде від мінеральних добрив, пестицидів, засобів захисту рослин. З

талими снігами або дощовими водами проходить змив з території і забруднюючі речовини потрапляють у поверхневі води.

Актуальною на даний час є проблема утилізації сміття. У басейні р. Вербич знаходяться сміттєзвалища, основними забруднюючими речовинами тут є аміак та завислі речовини, які впливають на ґрунтові води і річку.

Мінеральні речовини – це пісок, глинисті частинки, які потрапляють у воду після миття овочів. Органічні речовини поділяються на рослинні та тваринні. Рослинні органічні забруднення – це залишки рослин, плодів, овочів та злаків, олій, тощо. Забруднення тваринного походження – клейкові речовини, залишки тканин тварин, фекалії. Воду забруднюють синтетичні поверхнево активні речовини, особливо у складі миючих засобів.

Забруднення поверхневих та підземних вод відбувається внаслідок скидання неочищених або не доочищених стічних вод, а також під час повеней або паводків коли річка виходить з берегів, змиву із поверхневим стоком.

Забруднення поверхневих вод відбувається через змив з території, основними забруднюючими речовинами тут є завислі речовини, нафтопродукти, аміак, фосфор, пестициди. Основним показником забруднення води органічними речовинами є біологічне споживання кисню (БСК₅ БСК₂₀), що визначається як кількість кисню, потрібного для біохімічного окислення органічних речовин, що містяться в одиниці об'єму води за певний період часу [8].

Особливу категорію відходів становлять стічні води. У складі комунальних стоків, що потрапляють у річку Вербич є фекальні води, які особливо небезпечні для здоров'я людини, адже у їхньому складі є яйця гельмінтів, а також мікроби та віруси, що спричиняють виникнення багатьох хвороб (табл. 2).

Таблиця 2

Аналіз хімічного складу поверхневих стоків р. Вербич

Показники	Концентрація мг/л	
	Дощові стічні води	Талі стічні води
Завислі речовини	300-2500	2000-4000
ХСК	400-750	500-3500
БСК	50-100	100-300
Нафтопродукти	5-15	10-30
Азот	2.5-6	3-8
Фосфор	0.5-1	0.5-2
Сухий залишок	250-450	250-450

**Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень*

Щорічно мікробіологічною лабораторією Гайсинського РВЛД в епідеміологічний сезон контролюється вода з відкритих водойм на ступінь бактеріального забруднення та патогенних мікроорганізмів, наказ №4630-88. Дослідження води відкритих водойм с. Гранів на забруднення лактозо-позитивною кишковою паличкою наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Проби на забруднення КП р. Вербич (2018-2020 рр.)

Рік	2018	2019	2020
Всього проб	5	7	10
Позитивно	1	4	6

**Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень*

З табл. 3 видно, що кількість проб води, яку відбирають для дослідження з кожним роком зростає, в тому числі кількість позитивно забруднених КП проб.

Дослідження води за фізико-хімічними показниками має особливо важливе значення для її використання у побутових потребах населення. Дослідження води відкритих водойм по фізико-хімічних показниках р. Вербич наведені у табл. 4.

Таблиця 4

Фізико-хімічні показники води у р. Вербич

Показник	Норма мг/дм ³	Наявні мг/дм ³	Клас небезпеки
Аміак та солі амонію	2,0	4,2	5
Нітрити	3,3	3,5	1
Нітрати	45	78,6	5
БСК5	6	7,82	6
Окисленість	10	14,8	7
Завислі речовини	0,75	0,84	1
Кольоровість води			Коричнева, мутна, непрозора – нестандартна

**Джерело сформовано на основі власних результатів досліджень*

Згідно даних таблиці 4 видно, що по всіх фізико-хімічних показниках води в р. Вербич спостерігається перевищення допустимих норм, а саме: аміаку та солей амонію – у 2,1 рази; нітрити – у 1,06 рази; нітрати – у 1,74 рази; БСК5 – у 1,3 рази; окисленості – у 1,48 рази; завислих речовин – у 1,12 раз.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Підсумовуючи отримані результати відмічається, що річка Вербич за всіма фізико-хімічними показниками якості води має перевищення. Отже, її споживання без спеціальних методів очистки не є допустимим для населення. Для охорони та попередження подальшого забруднення річки пропонується облаштування прибережних зон. Прибережні захисні смуги встановлюються по берегах річок та навколо водойм уздовж зрізу води (у меженний період). Так як річка Вербич має довжину 19 км, то ширина водоохоронної зони буде становити 30 метрів.

1. Список використаних джерел

2. Оскольський В.В. Рациональне використання водних ресурсів як фактор забезпечення національної безпеки України. *Матеріали VIII Пленуму*

Спілки економістів України та Всеукраїнської науково-практичної конф. К., 2012. С. 2–13.

3. Cooley H., Ajami N., Ha M.L. et al. *Global Water Governance in the 21-st Century*. Oakland: Pacific Institute, 2013. 34 p.

4. Saeijs H.L., Van Berkel M.J. *Global water crisis: the major issue of the 21-st century, a growing and explosive problem*. *Eur. Water Pollut. Control*. 1995. Vol. 5, N 4. P. 26–40.

5. Лозанський В. Р. Екологічні реформи у водному секторі України. *Проблеми охорони навколишнього природного середовища та техногенної безпеки: зб. наук. праць. УкрНДІЕП*. X., 2001. Вип. XXV. С. 16-23.

6. Bronw R.M., McClelland N. I., Deininger R.A., Tozer R.C. *Water Quality Index Do We Dare? Water Sewage Works*, № 10, 1970. P. 339-343.

7. Ott W.R. *Environmental Indices: Theory and Practice*. *Ann. Arbor: Sci Publ. Ins.*, 1972. P. 371.

8. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). *Integrated Risk Information System (IRIS)*. URL: <http://www.epa.gov/iris> (дата звернення 5.11.2021.).

9. California Environmental Protection Agency (EPA). *Toxicity Criteria Database*. URL: <http://www.oehha.org/risk/chemicalDB/index.asp> (дата звернення 5.11.2021.).

10. Паспорт річки «Волиньводопроєкт». Луцьк, 1992.

11. Голян В.А. Інституціональне середовище водокористування: сучасний стан та механізми вдосконалення: монографія. НАНУ. Луцьк: Твердиня, 2009. 592 с.

Максим ДІДУХ*,
Магістр 2 року навчання,
Владислав БАЛАНЮК,
Магістр 1 року навчання,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницького національного аграрного університету,
Вінниця, Україна.

БЕЗГЕРБІЦИДНИЙ МЕТОД ДЛЯ ПІСЛЯ СХОДОВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ПЛАНТАЦІЯХ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ

***Анотація.** Новітня технологія вирощування цукрових буряків оснований на інтегрованій системі захисту рослин, а саме: агротехнічні, біологічні і хімічні методи боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами. і профілактичні заходи. Від 65 % до 80 % пестицидів, які застосовують, потрапляють у ґрунт, повітря, водойми.*

*Науковий керівник: Швець Л.В., к.т.н., доцент кафедри агроінженерія та технічний сервіс.

При інтенсивній технології вирощування цукрових буряків профілактиці засмічування посівів бур'янами відводиться першочергове значення, тому розглянемо ґрунтообробним машинам по знищенню бур'янів на плантаціях цукрових буряків.

Робочий процес спрямований на створення нових структур у ґрунті шляхом розпушування, в результаті чого корінці сходів, які чинять менший опір вириванню бур'янів, будуть обірвані, а корінці сходів, які чинять більший опір вириванню буряків, виконавчий елемент робочого органа обмине і, таким чином, залишить неушкодженими.

Anotation. The latest technology for growing sugar beets is based on an integrated plant protection system, namely: agronomic, biological and chemical methods of weed control, pests and diseases. and preventive measures. From 65% to 80% of pesticides used get into the soil, air, water.

With intensive sugar beet cultivation technology, the prevention of weed infestation is of paramount importance, so we will consider tillage machines to destroy weeds on sugar beet plantations.

The work process is aimed at creating new structures in the soil by loosening, as a result of which the roots of the seedlings, which have less resistance to weeding, will be broken, and the roots of the seedlings, which have greater resistance to weeding, the executive element of the working body will bypass and thus leave intact.

Ключові слова: борони, розпушувачі, пружинний зуб, бур'яни, цукровий буряк.

Вступ. Бур'яни володіють більшим стартовим ростом, швидше покривають поверхню ґрунту, перехоплюють енергію сонця, елементи живлення і вологість ґрунту і тим самим обмежують ріст, продуктивність і якість буряків. Також, вони сприяють поширенню хвороб і шкідників, знижують продуктивність і якість роботи збиральної техніки, збільшують втрати при збиранні, забруднюють ворох коренеплодів органічною масою, що знижує вихід цукру з однієї тонни сировини. При масовій появі бур'янів гинуть посіви буряків.

Статистика показує що, забур'яненість полів в Україні зростає, і внаслідок чого господарства не добирають до третини врожаю [1].

Затрати праці на гектар посіву цукрових буряків у нашій країні сягають 100 людино-годин. Більше частина затрат припадає на догляд за посівами й боротьбу з бур'янами.

Інтенсивна технологія вирощування цукрових буряків основана на інтегрованій системі захисту рослин, яка включає профілактичні заходи, агротехнічні, біологічні і хімічні методи боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами. Хімічним методам боротьби при цьому відводиться допоміжна роль.

Пріоритетність профілактичних заходів, агротехнічних і біологічних методів боротьби з бур'янами, шкідниками й хворобами зумовлюється, насамперед, екологічними обставинами, дороговизною застосування пестицидів і недостатньою їх ефективністю.

Поява нових пестицидів випереджає розвиток знань про біологічну дію цих препаратів на організм людини. Практично немає можливості передбачити всі

негативні наслідки застосування й тривалість післядії численних пестицидів. Водночас без застосування пестицидів при вирощуванні цукрових буряків та інших культур у найближчому майбутньому обійтися неможливо, бо втрати врожаю від бур'янів, шкідників і хвороб величезні.

Мета. Застосування безгербіцидного, механізованого методу дії на бур'яни на після сходових плантаціях цукрового буряку, за допомогою удосконалених борін спареними пружинними зубами з циліндричними пружинами кручення.

Виклад основного матеріалу. Цукрові буряки формують основну частину врожаю в ґрунті та є вимогливими до стану орного горизонту. Тому своєчасний і якісний обробіток ґрунту має надзвичайно велике значення для формування високого врожаю коренеплодів.

Якщо поле добре вирівняне восени, то навесні перший обробіток, як тільки посіріють гребені, розпочинають важкими боронами (БЗТС-1,0). Важливо його провести вчасно. Такий весняний обробіток запобігає втратам вологи, вирівнює і розпушує поверхню ґрунту на глибину 2-4 см, ущільнює насінневе ложе на оптимальну глибину. При цьому вирівняність поверхні поля має бути такою, щоб при накладанні триметрової рейки між нею і поверхнею ґрунту не було западин більших ніж 3 см. Метою обробітку ґрунту є розпушення зони загортання насіння і збереження сформованої за зиму структури орного шару. Верхній шар ґрунту розпушують на глибину 2-4 см, більше коливання глибини недопустиме. Насінневе ложе має бути твердим і забезпечувати капілярне підняття вологи до насіння [2, 3].

Передпосівний обробіток ґрунту – це єдиний технологічний комплекс. Розрив у часі між ними має бути мінімальним – не більше ніж півгодини. Якщо сіяти пізніше, верхній шар ґрунту пересихає, що різко зменшує польову схожість насіння. Сучасні ґрунтообробні знаряддя дозволяють підготувати ґрунт для сівби цукрових буряків за 1-2 проходи. Комбіновані агрегати за один прохід виконують понад чотири операції, а саме: вирівнювання, подрібнення грудок, розпушення, ущільнення насінневого ложа.

При розв'язанні складної проблеми захисту посівів культурних рослин від забур'янення необхідно вести в різних напрямках, використовуючи: 1) нові технології внесення гербіцидів; 2) безгербіцидні технології; 3) створення біогербіцидів та їх синтетичних аналогів, що не впливатимуть на організми людей.

Необхідно також правильно застосовувати хімічні методи боротьби в поєднанні з агротехнічними й біологічними методами. Одночасно необхідно створювати сприятливі умови для мікробіологічного самоочищення ґрунту від пестицидів.

При інтенсивній технології вирощування цукрових буряків профілактиці засмічування посівів бур'янами відводиться першочергове значення. У зв'язку з тим, що основним джерелом потрапляння насіння бур'янів у ґрунт є засмічені посіви культур у сівозміні, необхідно постійно системно й грамотно викорінювати це джерело.

В основу безгербицидного, механічного методу обробітку ґрунту зубами борін покладено принцип зсуву поверхневого шару ґрунту [4].

У зв'язку з цим за комплексний оціночний показник ефективності борін ротаційного типу, запропоновано коефіцієнт подовження шляху проходження робочих органів у ґрунті, який визначається режимом їх роботи:

$$\beta = S\phi / S_{взд} \quad (1)$$

де $S\phi$ – фактична довжина шляху, пройденого зубом ротаційної борони у ґрунті;

$S_{взд}$ – довжина шляху, пройденого зубом борони в ґрунті вздовж руху агрегату без урахування ротаційної швидкості.

Із збільшенням коефіцієнта подовження $\beta_{под}$ кришіння ґрунту поліпшується, збільшується також вміст найбільш цінних фракцій діаметром 10...0,25 мм, нерівність поверхні поля зменшується. Проте активна борона існуючої конструкції має ряд недоліків: високі енергозатрати, велика забрудненість зубів ґрунтом і рослинними рештками.

Розроблена для Полісся України система механічної боротьби з бур'янами передбачає виконання таких прийомів: до - та післясходове боронування посівів, міжрядний обробіток із мінімальними захисними зонами, присипання ґрунтом бур'янів у рядах буряків [5]. Передбачається, що 30 % від наявних у захисних зонах рядків бур'янів знищується при суцільних післясходових розпушуваннях посівів буряків і 80 % бур'янів – при декількаразовому боронуванні ґрунту

Основним завданням догляду за посівами культури у початковий період (до та після появи сходів буряків) є забезпечення таких умов:

- 1) відсутність конкурентів рослин, тобто бур'янів та зайвих сходів буряків;
- 2) відсутність захворювань та знищення коренеїдів;
- 3) оптимальний повітряний режим кореневої системи;
- 4) збереження ґрунтової вологи;
- 5) запобігання утворенню ґрунтової кірки та знищення її;
- 6) запобігання перегріву ґрунту.

Запропоновано наділити сучасні ґрунтообробні борони актуальною характеристикою – механічною вибірковістю видалення сходів цукрових буряків. Для проведення дослідження були розроблені і виготовлені прилади. У приладі для статичного прикладання зусилля передбачено дискретне прикладання зусилля - по 0,1 Н. У приладі для динамічного прикладання зусилля, виконаного у вигляді копра, передбачено також дискретне прикладання зусилля, виражене через кут підйому маятника копра, ціна поділки якого складає один градус.

При статичному прикладанні зусилля виривання сходів буряків майже в 2,3 раза більше від зусилля виривання сходів курячого проса і майже в 3 – лободи, а при динамічному прикладанні зусилля виривання сходів буряків у 1,6 раза більше від зусилля виривання курячого проса і в 2,3 – лободи. Така характеристика сходів буряків і бур'янів забезпечує гарні передумови створення знаряддя, наділеного механічною вибірковістю .

Результати дослідження наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Середня величина зусилля виривання з ґрунту сходів бур'янів і бур'янів

Назва рослини	Стадія розвитку рослини	Зусилля виривання при статичному прикладанні, Н	При динамічному прикладанні зусилля	
			кут підйому вантажу, град	величина зусилля, Н
Цукрові буряки	Початок першої пари листків	6,2	49	4,4
Куряче просо	Одна-дві пари листків	2,7	28	2,7
Лобода	Два-чотири листки	2,1	19	1,9

Ступінь механічної вибіркості пропонуємо оцінювати коефіцієнтом механічної вибіркості при видаленні сходів K_m , який є відношення процентної частини знищених сходів бур'янів C_b до процентної частини видалення сходів бур'яків C_p , тобто:

$$K_m = \frac{C_b}{C_p}.$$

Використавши наведені дані, одержуємо значення коефіцієнта вибіркості для борін з жорсткими зубами: для посівної борони ЗБП-0,6 $K_m = 2,9$, для райборінки ЗОР-0,7 $K_m = 2,5$ [6].

Але цей ступінь вибіркості недостатній, набагато нижчий від того рівня, якого вимагають сьогодні новітні технології вирощування цукрових бур'яків. Сучасні машини й знаряддя, які будуть наділені механічною вибіркостю, повинні мати коефіцієнт механічної вибіркості не менше $K_m = 70/11 = 6,4$, а ліпше $K_m = 75/7 = 10,7$ і більше.

Агротехнічні вимоги задовольнили би робочий орган із сталим $K_m = 90/5 = 18$.

Науковцям необхідно проаналізувати і систематизувати технічні рішення, які дозволять виконати це завдання.

Запропоновано реалізувати механічну вибіркостю шляхом використання в конструкції знаряддя пружинних зубів. Такий зуб являє собою пружний стержень круглого перерізу, виготовлений, наприклад, із Ст 65Г. Верхній кінець зуба завитий у циліндричну пружину. Зуби виготовляються спареними (рис.1).

Борона пружинна універсальна, в якій використані пружинні зуби з циліндричними пружинами кручення, розроблена спільними зусиллями. Складається борона з двох поздовжніх та п'яти поперечних кутників, які жорстко з'єднані між собою, і пристосування для приєднання борони до зчипки, яке

забезпечує часткове регулювання кута атаки зубів. На поперечних кутниках встановлені спарені по два пружинні зуби.

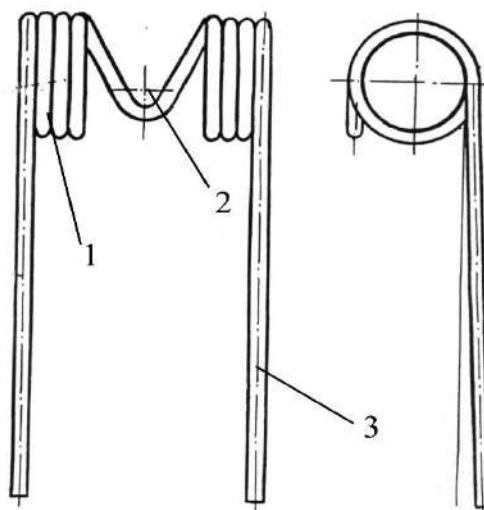


Рис. 1. Спарені пружинні зуби з циліндричними пружинами кручення:
1-пружина кручення; 2- місце кріплення спарених зубів;
3-стержень зуба.

У такому виконанні пружинна борона була досліджена. В результаті чого встановлено, що технічні рішення, закладені в пружинну борону, дозволили збільшити коефіцієнт механічної вибіркості K_m з 2,4 для райборінки ЗОР-0,7 з жорсткими зубами до 5,4 для борони з пружинними зубами, тобто майже в 2,3 раза. Такий порівняно високий рівень механічної вибіркості може бути придатним для виробництва [7-9].

Висновки: В конструкціях усіх пружинних борін не передбачена надто важлива характеристика – механічна вибірквість видалення сходів рослин, якою ці борони, безумовно, не володіють. Тому вважаємо доцільним характеризувати пружинні борони, наділені механічною вибірквістю, як пружинні борони з вибірквим ефектом, так само і пружинні зуби з вибірквим ефектом. Використавши за прототип запропонований у попередні роки ланцюговий робочий орган та розвинувши наукове передбачення про можливість механічної вибірквості видалення сходів рослин, проведено аналіз технологій та існуючого обладнання для поверхневого обробітку ґрунту після появи сходів буряків.

Список використаних джерел

1. Швець Л.В., Паладійчук Ю.Б., Труханська О.О. Технічний сервіс в АПК. Том І. Навчальний посібник. ВНАУ, 2019.
2. Серета Л.П., Швець Л.В., Труханська О.О. Розробка і дослідження ґрунтообробної машини для технології strip-till з активними фрезерними робочими органами. Вібрації в техніці та технологіях. 2019. № 4 (95). С. 108-118.

3. Серета Л.П., Швець Л.В., Труханська О.О. Внесення органічних рідинних добрив в умовах фермерських господарств. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2019. № 2 (105). С. 25-30.

4. Будяк Р.В., Посвятенко Е.К. Швець Л.В., Жученко Г.А. Конструкційні матеріали і технології: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2020. 240 с.

5. Серета Л.П., Швець Л.В. Розробка культиватора для нових технологій обробітку ґрунту. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2020. № 3(110). С. 117-125.

6. Швець Л.В., Труханська О.О. Математичне моделювання процесу технологічної взаємодії коренеплодів з шнековою поверхнею. Техніка, енергетика, транспорт АПК. Випуск № 4(99). Вінниця, ВНАУ. 2017. С.30-38.

7. Bulhakov V.M Teoryya svekluboronukh mashyn: Monohrafiya / V.M. Bulhakov, M.Y. Chernovol, N.A. Kyrovohrad: "KOD", 2009. – 256s.

8. DSTU 2258 – 93. Mashyny buryakozbyral'ni. Zahal'ni tekhnichni umovy. Kyiv. :Derzhstandart Ukrayiny, 1993, - 18 s.

9. Svekluborochnye mashyny. Konstruyrovanye y raschet [Pohorely L.V., Tat'yanko N.V., Brey V.V. y dr.]; pod red. L.V. Pohoreloho. – K.: Tekhnika, 1983. – 168 s.

Юрій ГАРМАТЮК*,

студент 3 курсу,

факультет агрономії та лісівництва,

Вінницький національний аграрний університет

Вінниця, Україна

ХІМІЧНИЙ МЕТОД КОНТРОЛЮ БУР'ЯНІВ У ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ

Анотація: *для захисту кукурудзи від негативної дії бур'янів традиційно використовують хімічний метод. Залежно від ґрунтового-погодних умов, агротипу забур'янення та фази розвитку культури агрономічна служба вибирає гербіциди. В статті охарактеризований вплив різних відмін вище перерахованих умов на ефективність та тривалість дії препаратів. Слід враховувати стійкість до гербіцидів і культурних рослин і бур'янів відповідно фазам розвитку. У даній статті описано переваги страхових гербіцидів над ґрунтовими. Більшість препаратів мають регламент застосування у фазу 3-5 листків у кукурудзи. Але деякі після сходів гербіциди дозволено вносити в більш пізні терміни розвитку культури, коли восковий покрив є тоншим у кукурудзи та міцнішим у бур'янів. Крім того, загальновідомо, що бур'яни у фазу сходів є найбільш чутливими до дії гербіцидів. А з часом їх стійкість до дії препаратів зростає. Завдяки наявності специфічних речовин – антидотів гербіциди Майстер, Майстер Пауер та Лаудіс*

Науковий керівник: Окрушко С.Є канд. с.-г.н., доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ.

дозволено вносити до 7 листків у кукурудзи. Також у статті надано перелік препаратів, рекомендованих для якісного контролю присутності та шкодочинності бур'янів у посівах кукурудзи.

Annotation: *for the capture of maize from the negative diya of the Bur'yan, the traditional vikorist method is used. Fallow from soil and weather minds, agrotype zabur'yanennya and phase development of culture agronomic service vibrating herbicid. In the statistic of the characterization of the inflow of young people, the minds are overwhelmed by the efficiency and triviality of the drugs. Slide vrahovuvati strength to herbicides and cultivated grows and burrows in accordance with the phases of development. In the daniy statti describes the re-runs of insurance herbicides over ground. Most of the preparations are in the period of 3-5 leaves in maize. Allegedly, when the herbicides come off, it is allowed to introduce into the larger term development of the culture, if the wax coat is thinner in maize and mint in boer. Besides, it is homely, that the Buryans are at the stage of descent and are most sensitive to herbicides. And in an hour ikh stikist until dii preparations for growth. Establishments of the manifestation of specific speeches - antidotes to the herbicide Meister, Meister Power and Laudis are allowed to make up to 7 leaves in maize. The statistic also contains a list of preparations recommended for the precise control of the presence and accuracy of drills in corn crops.*

Постановка проблеми. В агрофітоценозах кукурудзи за відсутності якісного та надійного контролю бур'янів формуються умови, що ведуть до сильного пригнічення культурних рослин. Це відбувається через те, що бур'яни конкурують із культурою за світло, вологу та елементи живлення. А тому спричиняє різке зниження рівня врожайності зерна. На початку вегетаційного періоду кукурудза росте повільно. Тому її сходи не здатні конкурувати з бур'янами, які краще пристосовані до прохолодних весняних ночей та швидко формують об'ємну надземну частину та розгалужену кореневу систему.

В сучасних системах захисту кукурудзи від негативної дії бур'янів переважає хімічний метод. Отже, розумний вибір гербіциду – важливий етап вирішення проблеми присутності бур'янів на полях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Кукурудза дуже чутлива до наявності бур'янів у її посівах, тому за умов перевищення ними рівня ЕПШ різні дослідники фіксують зниження урожайності від 50 до 75% зерна [5].

Кукурудза потребує надійного захисту на першому етапі вегетації (впродовж 20–30 днів від появи сходів) від першої, найбільш потужної хвилі сходів бур'янів. До фази 2–3-го справжнього листка кукурудза малочутлива до бур'янів, що пояснюється насамперед незначною кількістю та масою бур'янів і біологічними особливостями самої культури. Однак від фази 2–3-го справжнього листка і до появи 10-го та наступних листків бур'яни різко знижують урожайність кукурудзи [1].

За даними Камінського В.Ф. та Асінашвілі Н.М. доцільно застосовувати високоінтенсивну технологію вирощування кукурудзи, що передбачає внесення мінеральних добрив на фоні побічної продукції попередника, ґрунтового і

страхового гербіцидів, стимуляторів росту рослин та мікродобрив. За урожайності 11,21–12,10 т/га забезпечується найвища прибутковість на рівні 31,48–32,71 тис. грн/га при рентабельності 118–128 %.

В результаті досліджень Судака В. М та ін. найбільшу кількість бур'янів першої хвилі (89,1 %) було знищено завдяки використанню бакової суміші післясходових препаратів: Фронт'єр Оптіма, 0,8 л/га + Стеллар, 0,8 л/га + ПАР Метолат, 0,8 л/га. За сприятливої погоди для прояву токсичних властивостей ґрунтових гербіцидів перевагу мали наступні поєднання хімічних препаратів для контролю шкідливих видів на перших етапах органогенезу кукурудзи: Дуал Голд, 1,5 л/га (до сівби), Стеллар, 1,25 л/га + ПАР Метолат, 1,25 л/га (по сходах) та Акріс, 3 л/га (до сівби), Кельвін Плюс, 0,35 кг/га + ПАР Хастен, 1 л/га (по сходах) – технічна ефективність становила 98–100 %.

На основі аналізу отриманих результатів досліджень було встановлено Окрушко С.Є., що послідовне застосування ґрунтового гербіциду Аденго 465 (0,35 л/га до появи сходів культури) та гербіциду МайсТер Пауер (1,25 л/га у фазу 4-5 листків у культури) забезпечило знищення бур'янів на 97% та зростання урожайності зерна кукурудзи на 4,8 т/га.

Виклад основного матеріалу. Глобальне потепління сприяє підвищенню забур'яненості посівів сільськогосподарських культур внаслідок якісної перезимівлі зимуючих та озимих бур'янів, а також просування в північні регіони видів, що традиційно вважалися характерними для півдня України.

Внесення ґрунтових гербіцидів що містять діючі речовини метазахлор, диметенамід або ацетохлор не завжди якісно захищає посіви кукурудзи через те, що їх дія дуже залежить від погодних умов на початку вегетації культури: вологості ґрунту та його температурного режиму. Оподи впливають на інтенсивність та дружність появи сходів й подальший ріст культури, а також і на розкладання та тривалість захисної дії гербіцидів.

Згодом виникає ризик вторинного забур'янення кукурудзи малорічними та багаторічними бур'янами, особливо за умов надмірного надходження опадів. Тоді доцільним є застосування страхових гербіцидів, тобто препаратів по вегетуючих рослинах. Більшість із них їх рекомендують застосовувати у фазу трьох-п'яти листків у культури.

За умов наявності у посівах кукурудзи переважно однорічних дводольних бур'янів застосовують гербіциди групи 2,4-Д: 2,4-Д 500, р.к. (0,9–1,7 л/га); Дезормон 600, в. р. (0,8–1,4 л/га); Дікопур Ф 600, р.к. (0,8–1,4 л/га).

Малорічні та деякі багаторічні дводольні бур'яни у фазі 3–5 листків у культури контролюють препаратами: Діален Супер 464 SL, р.к. (1,0–1,25 л/га); Естерон 60, к. е. (0,7–0,8 л/га); Амінка, р.к. (0,7–1,2 л/га); Дикамба Форте, р.к. (1,0–1,2 л/га); МайсТер Пауер OD, м. д. (1,25–1,5 л/га); Пік 75 WG, в.г. (15–20 г/га), Штефаніка, к.с. (1,0–1,25 л/га).

За присутності в агроценозі кукурудзи бур'янів, стійких до препаратів групи 2,4-Д та триазинів (підмаренника чіпкого, ромашки непахучої гірчаку березкоподібного, зірочника середнього, рутки лікарської, портулаку городнього та деяких інших) використовують препарати: Хармоні 75, в.г. + ПАР Тренд 90 (10

г/га+0,2 л/га або 15 г/га без ПАР); Дікогерб Супер р.к. (0,75-1,25 л/га), Дікопур Топ 464 в.к. 1,0-1,25 л/га), Тіфі, в. р. г. + ПАР Мікс (10–20 г/га + 0,5–1,0 л/га); Формула, в. г. + ПАР Тандем (10 г/га + 0,2 л/га).

Для знищення мало- та багаторічних злакових і дводольних видів бур'янів у фазі 1–7 листків у культури можна вносити Тітус 25, в. г. + ПАР Тренд (40–50 г/га + 0,2 л/га); Базис 75, в.г. + ПАР Тренд (20–25 г/га + 0,2 л/га); МайсТер 62 WG, в. г. (150 г/га) та інші.

Широкий спектр контролю бур'янів мають Аденго к.с. (0,3-0,5 л/га), Мерлін в.г. (0,1-0,15 кг/га), Гроділ Максї м.д. (0,1 л/га).

У фазі 3–10 листків у культури за умов домінування в агрофітоценозі кукурудзи злакових бур'янів є ефективними Мілагро 040 SC, к. с. (1,0–1,25 л/га), Мілано, к.с. (1,0–1,25 л/га); Салют 40, м.д. (1,0–1,25 л/га); Самсон Екстра 6 OD, м. д. (0,75–1,0 л/га).

Але варто взяти до уваги, що гербіциди, які вносяться у більш пізніші строки (тобто після утворення п'ятого листка у кукурудзи) можуть дати нижчу ефективність. Тому що у бур'янів вмикається біологічний захист: утворюється на листках відповідний покриву у вигляді воску, щетинок тощо. Окрім того, збільшення листової поверхні культури різко знижує ймовірність попадання на поверхню бур'янів робочого розчину.

Згідно статистичних даних близько 77% асортименту гербіцидів для захисту кукурудзи займають післясходові препарати. Такий вибір пояснюється тим, що страхове застосування гербіцидів має певні переваги:

- можливо більш точно вибрати препарат у залежності від видового складу бур'янів, які знаходяться в агрофітоценозі;
- внесення гербіциду на ранніх етапах розвитку бур'янів дозволяє знижувати вартість обробки через застосування нижчих норм витрати препарату;
- страхові гербіциди краще пригнічують багаторічні бур'яни, що мають здатність до вегетативного розмноження.

Під час вибору гербіциду та часу його внесення варто звертати увагу на наступні характеристики:

- які діючі речовини містить препарат. Адже залежно від цього будуть відрізнятися й терміни використання. Зокрема, для синтетичних ауксинів, до яких належать дикамба та 2,4-Д, потрібно чітко дотримуватися часу обробок у діапазоні наявності 3–5 листків у культури. А діюча речовина темботріон, що належить до класу трикетонів, має рекомендацію щодо застосування аж до фази 10–11 листків у культури;

- які характеристики ґрунту (вміст гумусу, структура, реакція ґрунтового розчину). За низького вмісту гумусу (<1,5%) гербіцид може мати фітотоксичну дію на наступну культуру. На ґрунтах із високим рівнем рН збільшується ризик пригнічення кукурудзи;

- які погодні умови та стан культури під час внесення гербіцидів. Істотні добові перепади температур понад 10–12°C можуть стати причинами прояву фітотоксичності. Особливо важливим критерієм є мінімальні та максимальні температури протягом двох днів до та після внесення гербіцидів. Рекомендовано

для сульфонілсечовин 10 та 30°C, а для синтетичних ауксинів – 6 та 25°C. При використанні трикетонів важливою є вологість повітря, яка не має перевищувати 60%, а також обов'язковою є наявність інтенсивного сонячного світла.

Слід враховувати, що кукурудза має певні особливості, які потрібно враховувати під час застосування гербіцидів. Восковий наліт і рівень змочуваності листків кукурудзи робочим розчином залежно від фази розвитку культури може змінюватися. До фази утворення п'ятого листка рослина вкрита щільним шаром воскового нальоту, тому рівень змочуваності листової поверхні становить близько 25–30%. Таким чином відбувається ефект лотосу: значна частина діючої речовини гербіциду не поглинається культурною рослиною. Але, із фази 5–6 листків відбувається різка зміна у будові воскового нальоту. Після появи 8-ого листка змочуваність поверхні сягає понад 80%.

Отже, оптимальним періодом для обробки страховими гербіцидами є фаза 3–5 листків у кукурудзи. Але, її гербакритичний період триває протягом перших 8 тижнів після появи сходів культури, тобто від 1-ого до 12-ого листка. А це означає, що впродовж всього цього періоду посіви кукурудзи мають бути чистими від бур'янів. У виробничих умовах через різний видовий спектр забур'янення постає потреба вносити гербіциди в більш пізні фази росту кукурудзи. Широке вікно застосування та якісний спектр дії мають хімічні класи сульфонілсечовин і трикетонів. А в деяких гербіцидів є реєстрація щодо застосування навіть у фазу 10 листків.

При використанні таких препаратів в пізні фази розвитку кукурудзи потрібно враховувати, що є ризики негативного впливу на урожай зерна за несприятливих погодних або стресових умов для культурних рослин.

Гербіциди Майстер, Майстер Пауер та Лаудіс від компанії «Байер» крім діючих речовин мають у своєму складі ще й антидоти. Вони не впливають на метаболізм діючої речовини в рослинах бур'янів. Їх присутність дає змогу використовувати максимальну кількість діючої речовини без шкоди для кукурудзи.

Висновок. Кукурудза є цінною зерною, технічною та кормовою культурою. Але наявність бур'янів у фітоценозах заважає формуванню високих та якісних врожаїв. На даний час у системі захисту культурних рослин від бур'янів переважає хімічний метод. Страхові гербіциди мають цілий ряд переваг над ґрунтовими. В залежності від ґрунтово-погодних умов, фаз розвитку кукурудзи та бур'янів, агротипу забур'янення можна вибрати препарати для якісного контролю фітосанітарного стану.

Список використаних джерел

1. *Задорожний В. С., Карасевич В. В., Свитко С. М., Задорожний А. В., Сокульський М. А.* Ефективність гербіцидів у системі захисту кукурудзи від бур'янів. Агроном. 2021.
2. Камінський В. Ф., Асанішвілі Н. М., Економічна ефективність технологій вирощування кукурудзи в системах інтенсивного та органічного

землеробства лісостепу. Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». Вінниця: ТОВ «Твори», 2020. Вип. 1-2. С. 3-14.

3. Окрушко С.Є. Контроль чисельності бур'янів у посівах кукурудзи. Сільське господарство та лісівництво. Збірник наукових праць ВНАУ, 2019. № 14. С. 163–171

4. Судак В. М., Горбатенко А. І., Матюха В. Л., Кулик А. О. Ефективність застосування гербіцидів у технології вирощування кукурудзи. Зернові культури. 2020. Том 4. № 2. С. 363–371

5. Захист кукурудзи від бур'янів. URL: <https://propozitsiya.com/ua/zahyst-kukurudzy-vid-buryaniv>

Тетяна КОРНІЙЧУК*,

Студентка 3 курсу денної форми навчання,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

СУХЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО ЯК МЕТОД АДАПТАЦІЇ ДО ЗМІН КЛІМАТУ

***Анотація.** В статті проведений аналіз літературних джерел, щодо досліджень сухого землеробства як способу адаптації до теперішніх умов клімату. За результатами досліджень виявлено, що з кожним роком абіотичні фактори проявляють вагомий вплив на аграрний сектор України. Встановлено, що середньорічні температури збільшуються, тим самим посилюють ерозію, втрату вологості та продуктивності ґрунту. Тому впровадження сухого землеробства як один із виходів з кліматичної кризи обумовлює пріоритетність напрямку даного дослідження.*

***Ключові слова:** сухе землеробство, зміна клімату, волога, посуха.*

***Annotation.** The article analyzes the literature on the study of dry farming as a way to adapt to current climate conditions. According to the results of research, every year abiotic factors have a significant impact on the agricultural sector of Ukraine. It is estimated that the average annual temperatures increase, thereby increasing erosion, loss of moisture and soil productivity. Therefore, the introduction of dry farming as one of the ways out of the climate crisis determines the priority of this study.*

***Key words:** dry agriculture, climate change, moisture, drought.*

Вступ. Кліматичні умови України стрімко змінюються, зменшується територія з достатнім та нестійким зволоженням ґрунту і швидкими темпами росте недостатнього зволоження та суха зони [1]. Фермери впродовж багатьох років пристосувалися до кліматичних умов, подекуди використовуючи зрошення

* Науковий керівник: Пелех Л.В. канд. с.-г. наук, старший викладач кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії.

як інструмент адаптації. Одним з виходів з кліматичної кризи агрономи та науковці вважають впровадження сухого землеробства, яке також називають землеробством сухих земель, — методу вирощування сільськогосподарських культур без спеціального зрошення в регіонах з обмеженою вологістю [2].

Виклад основного матеріалу. Грунтова волога – найважливіший показник, який впливає на врожай. Вона відіграє величезну роль у формуванні грунтового покриву, а особливо грунтової родючості. Джерелом води найчастіше є атмосферні рідкі (дощі, зливи) і тверді (сніг, паморозь, іній) опади, а також грунтові води, що залягають у пронизаній кореннями зоні ґрунту. Також частина вологи надходить у формі сконденсованої пароподібної вологи [3].

Водопостачання є найважливішим аспектом зміни клімату в Україні. Запаси прісної води скорочуються, і очікується, що в найближчі роки їх стане ще менше, оскільки посухи стають все більш частішими. У 2019 році в країні випало на 25% менше опадів, ніж у середньому, а кількість посух за останні 20 років майже подвоїлася. Це може порушити життя людей та завдати значної шкоди українській економіці, особливо з огляду на стратегічну важливість бурхливого аграрного сектору України. [4].

Приклади впливу зміни клімату та вразливості сільськогосподарського сектору України

Збільшення врожайності основних сільськогосподарських культур у короткостроковому періоді до 2030 року, але потенційне критичне зниження врожайності до 2050 року;

Зміщення зональності рослинництва з півдня на північ, подальше збільшення вегетаційного періоду та створення нової термальної зони з кумулятивною річною температурою понад 3400° С на Півдні України;

Зміна умов зволоження, посилення ерозії та втрата продуктивності ґрунтів через наростання посухи, викликане швидким зростанням теплових ресурсів та майже незмінним рівнем опадів;

Підвищений ризик ураження рослин хворобами та шкідниками через сприятливі умови для активного розвитку багатьох їх збудників, внаслідок підвищення кумулятивних зимових температур;

Стихійні лиха (урагани, сніг, посухи тощо), що викликають стрес для тварин та впливають на ефективність виробництва;

Зменшення валового виробництва традиційних кормових культур та потреба у збільшенні виробництва нетрадиційних культур (сорго, тритикале та ін.) [5].

Австралія — найсухіший континент у світі, внаслідок розташування її в середніх широтах південної півкулі клімат на більшій частині порівняно сухий і дуже мінливий з року в рік. Ці характеристики сформували тенденції серед місцевих фермерів до переходу на вирощування сільськогосподарських культур методом сухого землеробства. Посуха є важливою і постійною характеристикою світового, а особливо, австралійського сільського господарства і багато їхніх стратегій землеустрою спрямовані на мінімізацію ризиків, пов'язаних з низькими

та нерегулярними опадами. Схожа ситуація спостерігається і на Півдні нашої країни [2]. Задовго до використання зрошувальних систем посушливі культури вирощували використовуючи методи сухого землеробства [6]. Але воно не є методом максимізації врожайності, тому воно не привертає особливої уваги з боку агровиробників та наукових кіл. Із цього приводу, ще не вистачає досліджень щодо впливу типів ґрунту або впливу методів управління на якість та продуктивність сільськогосподарської продукції в умовах без зрошення [2].

Сухе землеробство – це метод вирощування сільськогосподарських культур, що залежить від погодних умов, особливо від опадів. Успішна система сухого землеробства складається із трьох компонентів:

- утримання опадів землі;
- зменшення випаровування з поверхні ґрунту для збільшення частки евапотранспірації, що використовується для транспірації;
- використання культур, стійких до посухи та відповідних структур опадів [7].

Головна вигода – здатність вирощувати культури в посушливих районах без додаткового зрошення [6]. Також перевагою є й те, що за посушливих умов на полях буде мало бур'янів та грибкових патогенів та шкідників, як правило, також не фіксують в сухих посівах. З цього випливає ще одна перевага — аграрії практично не використовуватимуть пестициди та гербіциди [8]. У наш час та в епоху зміни клімату водопостачання стає дедалі ненадійнішим. Це означає, що фермери (і багато садівників) шукають нові або, швидше, старі методи вирощування сільськогосподарських культур. Сухе землеробство може бути просто рішенням [6].

До мінусів цієї технології можна віднести той факт, що не всі культури можна вирощувати цією технологією [7]. Можна використовувати культури, які пристосовані до сухого землеробства, вони можуть бути як посухостійкими, та тими, що ухиляються від посухи. Посухостійкі культури, такі як сорго, здатні знижувати транспірацію і можуть майже перестати рости в періоди дефіциту вологи, відновлюючи ріст, коли умови знову стають сприятливими. Культури, що уникають посухи, досягають свого основного росту, коли спека та посуха не суворі. Культури, пристосовані до сухого землеробства, зазвичай менші по розміру й дозрівають швидше, ніж ті, що вирощуються у більш вологих умовах [8].

Неодноразово сухе землеробство плутають з богарним, проте це є серйозною помилкою. Обидва вони виключають зрошення, але в іншому вони відрізняються. Сухе землеробство є особливим випадком незрошеного землеробства в посушливих і напівзасушливих районах, де щорічні опади становлять близько 20-35% потенційної евапотранспірації (кількість вологи, що переходить в атмосферу у вигляді пари). Система богарного землеробства, хоч і включає системи посушливих земель, і вона також може включати системи, в рамках яких основна увага приділяється видаленню надлишкової води, максимальної врожайності сільськогосподарських культур і високої ролі добрив [7].

Висновки. Посуха є поширеним явищем в Україні. Урожайність сільськогосподарських культур залежить від сукупного впливу дефіциту води на продуктивність рослин. Тому дуже важливо впровадити процеси адаптації у пом'якшенні згубних наслідків посухи для врожайності сільськогосподарських культур. Одним з виходів з кліматичної кризи науковці вважають сухе землеробство — методу вирощування сільськогосподарських культур без спеціального зрошення в регіонах з обмеженою вологістю. Ключовим аспектом технології є збереження будь-якої вологи в ґрунті.

Список використаних джерел

1. Богарне землеробство через 10 років буде неможливим на півдні України. Адаменко. URL: <https://superagronom.com/news/645-bogarnezemlerobstvo-cherez-10-rokiv-bude-nemojlivim-na-pivdni-ukrayini--adamenko>.
2. Сухе землеробство як інструмент адаптації до змін клімату. URL: <https://superagronom.com/articles/511-suhe-zemlerobstvo-yak-instrument-adaptatsiyi-do-zmin-klimatu>.
3. Агропрогноз: Ґрунтова волога та способи її збереження. URL: <https://kurkul.com/blog/682-agroprognoz-gruntova-vologa-ta-sposobi-yiyi-zberejennya>.
4. Climate change threatens the Ukrainian breadbasket. URL: <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/ukrainealert/climate-change-threatens-the-ukrainian-breadbasket/>.
5. Climate change adaptation policies in agriculture: international experience and opportunities for Ukraine. URL: https://apd-ukraine.de/images/2019/Agrarpolitische_Berichte/Bericht_Shlapak_Klima/APD_2019_Adaptation_Policies_in_Agriculture_EN.pdf.
6. What Is Dryland Farming – Dry Farming Crops And Information. URL: <https://www.gardeningknowhow.com/edible/vegetables/vgen/what-is-dryland-farming.htm>.
7. Dryland Farming. URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biologicalsciences/dryland-farming>.
8. Dry farming. URL: <https://www.britannica.com/topic/dry-farming>.

Anastasia KYRNYCHNA*,
3 year student,
Faculty of Agronomy and Forestry,
Vinnytsia National Agrarian University,
Vinnytsia, Ukraine.

ANTI-RESISTANT SYSTEM OF AGRICENOUS PROTECTION AGAINST WEEDS

***Annotation.** The article analyzes and systematizes information from various sources on weed resistance and presents an anti-resistant system of protection of agro-evaluations against weeds. According to research, the causes of resistance and ways to avoid weed resistance to herbicides.*

***Анотація:** У статті проведений аналіз і систематизовано інформацію з різних джерел про резистентність бур'янів та представлено антирезистентну систему захисту агроценозів від бур'янів. За результатами досліджень виявлено причини резистентності та способи уникнення стійкості бур'янів до гербіцидів.*

Introduction. Weeds are constant competitors of cultivated plants.

The main source of weediness in the fields is the presence in the soil of a large number of seeds, fruits and vegetative organs of weeds [4]. Insufficient weed control in the crops of most crops is manifested in the introduction of fresh and unprepared manure, clogged defects. Poor and untimely tillage has also led to the accumulation of significant stocks of weed seeds in the arable land.

In the zone of sufficient moisture the average reserves of weed seeds in the soil layer (0-30 cm) are 1.47 billion units / ha, in the zone of unstable moisture - 1.71 billion units / ha, in the zone of insufficient moisture - 1, 14 billion units / ha. During the growing season on arable land only from the upper layer of soil (0-5 cm) under favorable conditions can germinate an average of 1100 to 2300 pcs / m² of weeds of different species, which may belong to several dozen botanical families [3].

Weeds cause great damage to cultivated plantations:

- Shade cultivated plants, which leads to underdevelopment of mechanical tissues and lodging.
- A lot of moisture is removed from the soil, which worsens the growing conditions for cultivated plants.
- Reduce the effectiveness of fertilizers.
- Some weeds release metabolites into the soil - chemical compounds that adversely affect the growth and development of cultivated plants.
- Weeds contribute to the spread of crop pests.
- Weed-infested crops create a specific microclimate that contributes to the development of many diseases.
- Weeds make tillage and crop care very difficult.

* Науковий керівник: Окрушко С.Є. канд. с.-г. наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин.

- Deteriorate the quality of the crop [4].

Presenting main material. People have long tried to reduce the number of weeds in agrophytocenoses and did so in different ways: crop rotation, proper cultivation technology, different methods of tillage, preventive and destructive measures (biological, mechanical, physico-chemical).

The use of chemicals to protect crops from weeds, such as herbicides, is very popular and effective.

Herbicides are chemicals used to kill weeds and are quite effective [5].

But now the problem of weed populations resistant to a certain mechanism of action of herbicides is becoming more urgent. More than 300 species of weeds are known to be resistant to at least one of the three most common mechanisms of herbicide action. Table 1 shows the number of weeds that showed resistance to herbicides. This phenomenon in weeds is caused by their reaction to the preservation of the species. In Western Europe, production has faced the problem of low efficiency of herbicides, which until recently reliably controlled the number of unwanted vegetation. In Ukraine, some species of weeds have been identified that have developed resistance to herbicides.

Table 1.

The number of weeds resistant to herbicides

Group of herbicides	The number of identified resistant species
All herbicides	300
ALS-inhibitors	150
PSII-inhibitors	100
Acetyl-CoA inhibitors	40
Synthetic auxins	30

Resistance is the genetic ability of weeds to be resistant to herbicides over time. This phenomenon is due to the regular use of herbicides, which contain one active ingredient.

Table 2.

Development of resistance to various herbicides

Herbicides	Year of implementation	Year of detection of resistance
2,4-D	1945	1963
Dalapon	1953	1962
Atrazin	1958	1968
Picloram	1963	1988
Trifluralin	1963	1973
Diclofop	1977	1982
Trilat	1962	1987
Chlorosulfurol	1982	1987

Weeds have become resistant to many herbicides. Table 2 shows the herbicides and how quickly the weeds became resistant to them.

Causes of weed resistance:

One of the reasons is the constant use of one active substance. At the same time, weeds develop resistance to them. Weeds genetically pass this ability on to future generations. Interestingly, herbicide-resistant plants displace members of the same species that have not acquired such a genetic adaptation.

Deviations from the correct use of drugs are also used to increase weed resistance. For example, herbicides that are ALS inhibitors have the following recommendation: their application can take place in the field once every three years. But many farmers use them every year, and sometimes several times a year. Thus, they accelerate the process of weed acquisition of resistance [1].

As a result of the emergence of resistance is significantly weakened by the perception of weeds to modern herbicides. A signal of the emergence of resistant populations of pests may be a decrease in the effectiveness of pesticide treatments.

In Ukraine, resistant populations of *Chenopodium album* to herbicides based on acetochlor have already been noted; there are populations of *Consolida regalis*, *Papaver rhoeas*, *Viola arvensis* and *Lamium album*, resistant to some sulfonylureas.

People, looking for ways to simplify the weed control system and reduce the cost of growing crops, with the help of biotechnological and breeding methods created and introduced into production varieties of soybeans resistant to glyphosate; sunflower and rapeseed - to imidazolines and sulfonylureas. The sown area of these crops is growing significantly not only in the world but also in Ukraine, and, according to experts, the area of such hybrids in Ukraine in 2017 was: imi-sulfo-resistant sunflower - 43%, imi-rapeseed - 9%.

Special research is needed to objectively assess the presence of resistance and determine its level. Early diagnosis of resistance is made using the so-called diagnostic concentration of the pesticide. It is selected in such a way as to ensure 98% of the death of individuals of normal sensitivity. The signal of increasing resistance is an increase in the number of individuals who survived the next three tests using the diagnostic concentration of the drug. When the number of such individuals exceeds 20%, this pesticide should be withdrawn from use or this group of drugs should be completely changed. To prevent resistance in key pests, whole systems have been developed, where the earliest diagnosis in the field is important.

According to Syngenta's research, a strategy for an anti-weed crop protection system has been developed, which includes the following measures:

- compliance with crop rotation, which uses herbicides of different chemical groups;
- application of agronomic techniques aimed at reducing the number of weeds;
- discontinuation of herbicides to which weeds are resistant or at risk of developing;
- use of combined drugs or tank mixtures with 2-3 active substances with different mechanism of action;

• compliance with the terms of treatments, requirements for the application of recommended standards, uniform application and compliance of drugs [2].

Some species of weeds that are capable of forming resistant biotypes are also part of the segetal flora of Ukraine. Given the presence of such a factor, it is necessary to constantly monitor the phenomenon of herbicide resistance (table 3).

If during the cultivation of crops the manufacturer suspects a decrease in the effectiveness of drugs due to the formation of resistance, you need to follow some rules.

First of all, it is necessary to avoid the use of a single type of herbicide with the same active ingredient in the current year.

When using herbicides with different active substances, it is necessary to make sure that both active ingredients control the problematic weed species. For example, the use of a herbicide with two active substances: ALS inhibitors and synthetic auxin (growth regulator), which is used to control the green mouse, is equivalent to the use of a herbicide with one active substance - synthetic auxin.

Table 3

Weeds that are able to form stable species in Ukraine

Kind of weed	Mechanism of action of herbicides			
	Acetolactate synthase inhibitors	Acetyl-CoA-carboxylase inhibitors	Inhibitors of photosystems 2	Inhibitors of amino acid biosynthesis
Amaranthus retroflexus	+		+	
Amaranthus blitoides	+		+	
Ambrosia artemisiifolia	+		+	+
Avena fatua	+	+		
Setaria viridis	+	+	+	
Echinochloa crus-galli	+	+	+	
Cirsium arvense			+	
Papaver rhoeas	+			
Erigeron canadensis	+			+
Raphanus raphanistrum	+		+	
Stellaria media	+		+	
Sinapis arvensis	+		+	
Thlaspi arvense	+			
Chenopodium album			+	
Sorghum halepense	+	+		

It is necessary to know the species composition of weeds that are controlled by herbicides with different mechanisms of action, the actual species composition of weeds in the field, crop rotation to choose the right herbicides with different active substances. Some drugs from the same group by mechanism of action, but with different active

substances are suitable for weed control during the cultivation of different crops. For example, herbicides ALS inhibitors can be used in crops of corn, soybeans, wheat and sorghum. Others, such as synthetic auxins, are intended only for cereals.

Whenever possible you should use herbicides from groups and classes to which there are no resistant weed biotypes. For example, the group of ALS inhibitors has been used for a long time, and stable weed biotypes already exist, but chloroacetamides (which are used for much longer) do not cause such problems.

The need for simultaneous control of dicotyledonous and cereal weed crops is a complex issue. As modern herbicides with a wide range of action are generally ineffective for the destruction of cereal weeds, it is therefore recommended to use tank mixtures of herbicides or combined preparations. This can inhibit the formation of resistance in weeds due to the fact that the components of the mixture have a different mechanism of phytopathogenic action. For the same purpose it is necessary to introduce crop rotation and alternation of herbicides.

Conclusions. Therefore, weed resistance to herbicides can be regulated. However, the emergence of herbicide-resistant biotypes among quarantine weeds is particularly dangerous. When creating modern herbicides, it is necessary to know in advance which weeds are resistant to existing drugs. Relatively few weeds are known to be selectively eradicated by the use of herbicide mixtures.

References

1. Resistance in weeds. Growex: web site. URL: <https://growex.ua/ua/blog/rezistentnost-u-sornyakov>.
2. Weed uprising. Herbicide resistance management strategy in agrophytocenoses. Syngenta: web site. URL: <https://www.syngenta.ua/news/zernovi/povstannya-buryaniv-strategiya-upravlinnya-stiykisty-buryaniv-do-gerbicidiv-v>.
3. Resistance of weeds to herbicides. Agro business: web site. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/248-stiikist-burianiv-do-herbitsydiv.html>.
4. Protection of cereals and legumes from pests, diseases and weeds / M. O. Bilyk and others. Kharkiv, 2016. 670 p.
5. M. Pisarenko, P. Pisarenko Plant protection: environmentally sound systems. Poltava, 2016. 350 p.

Ольга ОСАДЧУК*,
Студентка 4-го курсу,
Факультету агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ В УКРАЇНІ

Анотація: Викладено аналіз стану врожайності, його якості та перспективності вирощування сої, добре всім відомої зернобобової та технічної культури. У XXI столітті головною зернобобовою культурою на світовому аграрному ринку виступила соя. Її виробництво за останні пів століття зросло з 27 млн. т до 263 млн. т, що значить що виробництво зросло майже в 9,8 рази. Такі цифри є й показниками того, що є точка збуту, а саме експорт в такі країни як, Індія, Туреччина, Іран, Ліван, Єгипет та країни Європейського союзу.

Україна прямує до зайняття першого місця на світовому ринку сої. В статті наведений аналіз урожайності та валових зборів за останніх 10 років. За останній десяток років українські агропромислові виробники досягли високої планки на ринку, вони можуть не лише вирощувати сою на сировині цілі, а й впровадили переробку культури на соєву олію. Українська соєва олія набрала великого попиту серед країн ЄС та інших. Соева унікальність проявляється в тому, що вона може використовуватись як сировина для багатьох продуктів, беручи від м'яса, молока і закінчуючи кавою та біодизельним паливом.

Annotation: Observation and consideration of the state of yield, its quality and prospects for growing well-known legumes, industrial crops. In the XXI century, the main grain legume in the world agricultural market was soybeans. Its production over the past half century has increased from 27 million tons to 263 million tons, which means that production has increased almost by 9.8 times. Such figures are also indicators that there is a point of sale, namely exports to countries such as Turkey, Iran, Lebanon, Egypt and the European Union. Ukraine is heading for first place in the world soybean market. The article presents a table of observations on yield and gross harvest for the last 10 years. Over the last decade, Ukrainian agro-industrial producers have reached a high level in the market, they can not only grow soybeans on raw materials, but also introduce the processing of crops into soybean oil. Ukrainian soybean oil is in great demand among the EU and other countries. Soy uniqueness is manifested in the fact that it can be used to prepare raw materials for many other products, taking from meat, milk and coffee.

Вступ. Соя – це культура, яка стратегічно розв'язує продовольчі проблеми в Україні. Від вирощування сої залежить забезпечення населення білком та жиром, підвищення врожайності інших зернових культур. Вона збагачує ґрунт великим вмістом азоту, який сама зв'язує з вільного атмосферного азоту та

*Науковий керівник: канд. с.-г. наук, старший викладач кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур ВНАУ.

використовує при своїй вегетації та накопичує в ґрунті для свого наступника. Принципом симбіозу є те, що мають бути присутні бактерії *Bradyrhizobium japonicum*, які в ґрунтах зустрічаються досить рідко, тому перед посівом насіння сої необхідно обробляти бактеріальними препаратами – «інокулянтами». Висів гарного, якісного насіння й інокуляція відповідним препаратом допомагає рослинам краще забезпечувати себе та нагромадити азот в ґрунті. Соя потребує в передпосівний обробіток 30-40 кг/га азоту лише для того, щоб дати рослині старт на вироблення свого власного [1, 2]. Польові експерименти в Україні доводять, що якщо внести надмірну кількість мінеральних азотних добрив, вона не буде мати потреби утворювати численні бульбочки і при таких умовах накопичення азоту з кисню не буде, або буде, але досить слабким. Середня врожайність сої коливається в межах 2,2 – 2,4 т/га. Найвищі показники врожайності були зафіксовані у господарствах Запоріжжя (3,29 т/га), Херсона (3,26 т/га). За валовим збором лідируючою виступає Хмельницька область [3].

Метою досліджень було обґрунтування вирощування сої, її стан на ринку збуту, перспективність вирощування та переробка зерна сої.

Виклад основного матеріалу. Соя - це рослина, якій немає рівних за хімічним складом та меліоративними якостями. Вона є найціннішою білково-олійною культурою, яку використовують у виробництві кормів, харчовій промисловості, також використовують в медицині та на технічні цілі. Цю культуру використовують для виробництва насіння, крупи, борошна, олії, молока, сиру, м'яса, тофу, макухи, шроту, окари (табл. 1).

Таблиця 1.

Експорт олії культурних рослин, в Україні

Рік	Експортовано соєвої олії млн. тонн	Експортовано соняшникової олії млн. тонн	Експортовано ріпакової олії млн. тонн	Всього експортовано млн. тонн
2010	0,043	2,652	0,000	2,695
2011	0,049	3,263	0,014	3,326
2012	0,070	3,245	0,004	3,319
2013	0,118	4,181	0,059	4,358
2014	0,136	3,872	0,112	4,120
2015	0,152	4,500	0,155	4,807
2016	0,177	5,851	0,070	6,098
2017	0,192	5,342	0,060	5,594
2018	0,334	6,063	0,145	6,542
2019	0,330	6,500	0,184	7,014
Середнє	0,160	4,546	0,080	4,787

Виробництво олії з сої стоїть на першому місці. На другому виготовлення соєвого шроту, використовують його як основу для різного типу комбікормів. Це високоякісний продукт, який виготовлений з рослинних продуктів, і є кормом для сільськогосподарських тварин. Шрот є добре засвоюваним, тому його цінність прирівнюють до білків тваринного походження [4].

На світовому ринку соєва олія користується великим попитом, вона є найдешевшою порівнюючи з іншими оліями. До прикладу взятті соєва, соняшникова та ріпакова [5].

Українська олія експортується до багатьох країн, але найбільший покупцем є Індія. Середня ціна на ринку експорту з України: 1 т соєвої олії коштує 632,2 доларів; соняшникова олія - 684,8 доларів; ріпакова олія є найдорожчою і досягає до 779,4 долари. З кожним роком експорт олії зростає, беручи показники за останні роки [6].

Отже, бачимо, що у 2010 році соєвої олії було експортовано 0,043 млн. тонн, а в 2019 році – 0,330 млн. тонн. За десять років збільшилось експортування на 0,287 млн. тонн, а за весь цей період всього було експортовано 1,601 млн. тонн (табл. 2).

Таблиця 2

Виробництво сої в Україні протягом 2016-2020 років

Рік	Посівна площа, млн га	Урожайність ц/га	Валовий збір насіння культур. млн. тонн
2016	3,8	2,2	8,36
2017	2,4	1,8	4,32
2018	1,9	2,3	4,37
2019	1,7	2,2	3,74
2020	1,3	2,1	2,73
Середнє	2,22	2,12	4,70

В 2021 році під посіви сої було заплановано 1208,1 млн. га. Станом на 10 жовтня 2021 року, українські аграрії вже зібрали 590,131 тис. га. Це майже половина від посіяного. Вже є намолочено 1493,585 тис. т із середньою врожайністю 2,54 т/га. До кінця місяця при добре сприятливих умовах аграрії планують закінчити збір цьогорічного врожаю [7].

Висновки. Таким чином проаналізувавши стан посівів сої, ми дійшли висновку, що посівні площі різко зменшуються, але виробництво самої культури, ні. Правильно відібране насіння, технологія, добрива та засоби захисту дають можливість отримати більше врожаю на меншій площі. Крім того, українська продукція має велику цінність вітчизняному так і на світовому ринку. Тому для збільшення обсягів переробленої продукції необхідна підтримка на рівні держави та світових інвесторів, які вже мають співпрацю з деякими аграрно-промисловими комплексами.

Таким чином для покращення перспектив вирощування, реалізації та продуктивності сої, необхідне налагодження переробки сировини в готову продукцію.

Список використаних джерел

1. Бабич А. О. Соя для здоров'я і життя на планеті Земля. К.: Аграр. наука, 1998. 271 с.
2. Бахмат О. М. Симбіотична продуктивність сої та біологічна активність ґрунту в Лісостепу Західному. // Органічне виробництво і продовольча безпека : [зб. наук. пр.] / ред. О. В. Скидан. Житомир. Полісся. 2013. С. 282–286.
3. Світовий ринок сої та місце України на ньому. URL: <https://pricereview.com.ua/articles/svitovij-rinok-so%D1%97-ta-miscze-ukra%D1%97ni-na-nomu>
4. Рыжков А. Соевая перспектива Украины : соевый шрот, соевое масло - лакомые экспортные позиции. *Зерно*. 2015. № 3. С. 124–130.
5. Стан та перспективи виробництва сої в Україні. URL: <https://a7d.com.ua/plants/5037-stan-ta-perspektivi-virobnictva-soyi-v-ukrayin.html>
6. Тенденції та перспективи виробництва олійних культур в Україні й аналіз експорту олії. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichnyi-hektar/item/20517-tendentsii-ta-perspektyvy-vyrobnystva-oliinykh-kultur-v-ukraini-i-analiz-eksportu-olii.html>
7. Вирощування сої. Гроші з повітря! 4. <https://www.agronom.com.ua/groshi-z-povitrya/>

Ярослав ГОНЧАРУК*,
магістр 1 року навчання,
Факультету агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РОЗМІРІВ ФРАКЦІЇ ТА ГЛИБИНИ ЗАГОРТАННЯ НАСІННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ

***Анотація.** Робота присвячена удосконаленню технології вирощування зернової кукурудзи за рахунок використання різних фракцій насіння та глибини його загорання.*

Встановлений вплив фракцій насіння та глибини його загорання на лінійні розміри рослин та висоту закладання качанів на рослині, приведена особливість формування елементів структури врожаю та продуктивності залежно від досліджуваних чинників. Проведені дослідження дають можливість визначити оптимальні параметри фракції насіння та глибини його загорання у сучасних технологіях вирощування зернової кукурудзи.

***Annotation.** The work is devoted to improving the technology of growing corn grain*

*Науковий керівник: Паламарчук В.Д. д. с.-г. наук доцент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур.

through the use of different fractions of seeds and the depth of its wrapping.

The influence of seed fractions and depth of its wrapping on the linear sizes of plants and the height of laying cobs on the plant is established, the peculiarity of formation of elements of crop structure and productivity depending on the studied factors is given. The conducted researches give the chance to define optimum parameters of fraction of seeds and depth of its wrapping in modern technologies of cultivation of grain corn.

Вступ. Кукурудза – одна з найбільш цінних сільськогосподарських культур України та світу в цілому. За дотримання всіх агротехнічних вимог вона може формувати дуже високу урожайність [1]. На разі вона займає все більш стійку позицію на світовому ринку зерна. Природно-економічні умови України дозволяють не тільки забезпечити внутрішні потреби, а і значно наростити експортний потенціал кукурудзи. Проте в дійсності на шляху створення стабільного і сприятливого середовища, включно з інфраструктурою ринку, у виробничій практиці вирощування кукурудзи ще є численні перепони агротехнологічного характеру [2].

Особливістю нинішньої технології вирощування високопродуктивних гібридів кукурудзи є оптимізація фракційного складу насінневого матеріалу та встановлення оптимальної глибини його загорання. Високоякісний насінневий матеріал є запорукою великого врожаю, за рахунок якого приріст врожаю зерна кукурудзи може становити від 20 до 80%.

При цьому використання великої фракції насіння кукурудзи сприяє істотному підвищенню врожайності зерна [3]. У крупного насіння великого розміру зародок та значно більше поживних речовин у ендоспермі, тому воно формує вирівняні та дружні сходи, оскільки первинні (зародкові) корені і перший листок закладаються, майже за рахунок запасів зернівки [4]. Крім того крупна та середня фракції насіння кукурудзи мають високі посівні якості та врожайні властивості, а дрібна – найнижчі [2, 3].

Важливе значення має і глибина загорання насіння, оскільки дуже мілке та глибоке загорання насіння негативно впливають на польову схожість, повноту і рівномірність сходів, інтенсивність росту рослин кукурудзи в початковий період вегетації. Окрім того, чим глибше висіяне насіння, тим більше на своєму шляху проростки зустрічаються із хвороботворними мікроорганізмами та шкідниками, в зв'язку із цим сильніше уражуються ними, особливо на ґрунтах із важким механічним складом [5].

Виклад основного матеріалу. Лінійні розміри рослин та кріплення качанів кукурудзи є невід'ємними ознаками біологічних особливостей гібридів і завжди знаходяться у визначених пропорціях з іншими морфологічними особливостями, які характерні певній групі стиглості гібридів. Вони є одним із визначальних показників реакції рослин на умови вирощування. Характеристику висоти рослин та прикріплення качанів у гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від глибини загорання насіння тайого розмірів наведено в таблиці 1 та 2.

Нашими дослідженнями підтверджена думка про те, що висота рослин може змінюватися залежно від умов року та особливостей елементів технології вирощування. Найбільш сприятливим для прояву висоти рослин був 2021 рік, а в

2020 році за рахунок зменшення кількості вологи та підвищених температур висота рослин дещо скоротилася, але це стосується глибини загортання насіння 4-5 та 7-8 см. При загортанні насіння на глибину 10-11 см, за рахунок кращої вологозабезпеченості цього шару ґрунту навіть у 2020 році спостерігалось деяке покращення ростових процесів у гібриду кукурудзи Амарос.

Таблиця 1. Лінійні розміри рослин гібриду кукурудзи Амарос залежно від досліджуваних чинників, см (середнє за 2020-2021 рр.)

Назва гібриду	Фракція насіння	Глибина загортання насіння		
		4-5 см	7-8 см	10-11 см
Амарос (ФАО 230)	Дрібна (255 г)	250,4	252,1	257,6
	Середня (300 г)	251,1	255,8	261,8
	Велика (350 г)	258,3	268,5	266,1

Із даних таблиці 1 видно, що висота рослин істотно змінювалася залежно від розмірів фракції насіння, як правило, найбільш високорослими виявилися рослини отримані із великого насіння, яке мало найвищу масу 1000 насінин. Так зокрема при масі 1000 насінин 255 г, при загортанні насіння на 4-5 см, в середньому за два роки досліджень, висота рослин становила 250,4 см, при масі 1000 насінин 300 г – 251,1 см, а при масі 1000 насінин 350 г – 258,3 см, за глибини загортання 7-8 см – 252,1 см, 255,8 та 268,5 см, а за глибини загортання 10-11 см – 257,6 см, 261,8 та 266,1 см.

Наші дослідження вказують на істотну залежність висоти рослин та висоти закладання качанів, що повністю підтверджує отримані іншими авторами дані наукової літератури. Вплив величини фракції насіння та глибини загортання насіння на висоту закладання качанів у досліджуваних гібридів кукурудзи приведено в (табл. 2).

Таблиця 2

Висота закладання качанів у гібриду кукурудзи Амарос залежно від глибини загортання та розмірів насіння, см

Назва гібриду	Фракція насіння	Глибина загортання насіння		
		4-5 см	7-8 см	10-11 см
Амарос (ФАО 230)	Дрібна (255 г)	87,5	90,1	86,5
	Середня (300 г)	88,5	93,3	91,7
	Велика (350 г)	89,8	90,5	93,5

(середнє за 2020-2021 рр.)

У кукурудзи розрізняють два види суцвіть: чоловіче – волоть, якою закінчується стебло, і жіноче – качан – видозмінена волоть, вкрита обгорткою, що складається з кількох шарів видозмінених листків. Качани закладаються в пазухах листків середнього ярусу, які добре освітлюються сонцем. Висота закладання качанів в меншій мірі змінювалася залежно від умов року.

При збільшенні маси фракції насіння зростала і висота закладання качанів у гібриду Амарос за маси 1000 насінин 255 г висота закладання качанів становила 87,5 см, за маси 1000 насінин 300 г – 88,5 см, а за маси насінин 350 г – 89,8 см, це за глибини загортання насіння 4-5 см, за глибини загортання насіння на 7-8 см – 90,1 см, 93,3 та 9,5 см, а за глибини 10-11 см – 86,5 см, 91,7 см та 93,5 см, відповідно для дрібної, середньої та великої фракції. Також спостерігається зростання висоти закладання качанів за збільшення глибини загортання насіння, це пояснюється кращим вологозабезпеченням нижчих шарів ґрунту, особливо за прояву весняних посух. Окрім того, висота рослин та прикріплення качана істотно впливають на стійкість рослин кукурудзи до стеблового вилягання. Як правило, більш високорослі форми характеризуються краще розвиненою нижньою частиною стебла, особливо діаметром та довжиною другого та третього міжвузля, там де найбільш часто спостерігається стеблове вилягання, порівняно із низькорослими формами, що належать до групи ранньостиглих гібридів.

Через це збільшення маси фракції насіння, за рахунок покращеного забезпечення запасними речовинами ендосперму насінин, забезпечує підвищення лінійних розмірів рослин, порівняно із дрібним насінням, яке має не високу масу 1000 насінин. Збільшення висоти рослин на 1 см забезпечує зростання висоти закладання качанів 0,34 см, тобто підтверджується суттєвий взаємозв'язок між даними ознаками. Отримані результати вказують на те, що агротехнічними заходами, зокрема глибиною загортання насіння та розмірами фракцій насіння гібриду кукурудзи Амарос можна впливати на лінійні розміри рослин та формувати оптимальний стеблостій для застосування інтенсивних технологій із мінімальними втратами за використання механізованого вирощування та збирання.

Для кукурудзи розподіл на фракції за розмірами (довжиною, товщиною, шириною) це один із основних способів покращення якості насіння. Використання великої фракції насіння кукурудзи є найбільш позитивним елементом для зростання врожайності зерна [2, 4].

Таблиця 3

Елементи структури врожаю у гібриду кукурудзи Амарос залежно від глибини загортання та розмірів насіння, шт.

(середнє за 2020-2021 рр.)

Назва гібриду	Показники	Фракція насіння	Глибина загортання насіння		
			4-5 см	7-8 см	10-11 см
Амарос (ФАО 230)	КРЗ*	Дрібна (255 г)	15,5	15,5	15,5
		Середня (300 г)	15,6	15,7	15,7
		Велика (350 г)	15,8	15,8	15,8
	КЗР**	Дрібна (255 г)	38,4	39,4	39,0
		Середня (300 г)	41,1	42,3	41,7
		Велика (350 г)	42,0	42,1	42,3

Примітка: КРЗ* - кількість рядів зерен, шт.,

КЗР** - кількість зерен в ряді, шт.

Значні запаси поживних речовин ендосперму зернівки кукурудзи і крупний зародок дозволяють проростати йому із глибини 10 см і більше та досить тривалий час зберігати життєздатність при перебуванні в сухому ґрунті. Результатами наших досліджень встановлено вплив розмірів та глибини загортання насіння на кількість рядів зерен (табл. 3).

Із даних таблиці 3 видно, що розмір фракції насіння не істотно впливає на величину кількості рядів зерен на качані, лише необхідно відмітити, що за сівби насінням середньої та крупної фракції гібриду кукурудзи Амарос кількість рядів була дещо більшою порівняно з сівбою дрібним насінням. Найбільша кількість рядів на качані відмічено у гібрида кукурудзи Амарос за сівби насінням середньої – 15,6-15,7 шт., та великої фракції – 15,8 шт., тоді як за сівби насінням дрібної фракції вона була найнижчою 15,5 шт. Використання середньої і крупної фракції насіння забезпечує незначне збільшення кількості рядів зерен у всіх гібридів. Тому можна відмітити, що дана ознака є більш генетично детермінована, і в меншій мірі залежна від агротехніки вирощування.

За зміни глибини загортання насіння кількість рядів зерен змінювалась неоднозначно. Ми не встановили істотної залежності між збільшенням глибини загортання насіння і кількістю рядів зерен у гібриду кукурудзи Амарос.

Наступною ознакою яка визначає рівень продуктивності гібридів кукурудзи є кількість зерен у ряді (див. табл. 3). Так, кількість зерен у ряді в більшій мірі визначалася розміром фракції насіння. За використання для сівби насінням середньої (41,1-42,3 шт.) та великої (42,0-42,3 шт.) фракцій кількість зерен в ряду була достовірно більшою, ніж за сівби насінням дрібної фракції (37,4-38,4 шт.). Тобто, використання середньої та крупної фракції насіння забезпечує істотне збільшення кількості зерен у ряді досліджуваного гібриду кукурудзи.

За зміни глибини загортання насіння кількість зерен у ряді змінювалась неоднозначно.

Таблиця 4

Вологість зерна та урожайність гібриду кукурудзи Амарос залежно від досліджуваних чинників, (середнє за 2020-2021 рр.)

Назва гібриду	Показники	Фракція насіння (А)	Глибина загортання насіння (В)		
			4-5 см	7-8 см	10-11 см
Амарос (ФАО 230)	Рівень передзбиральної вологості зерна, %	Дрібна (255 г)	23,86	24,43	24,45
		Середня (300 г)	24,82	24,79	24,64
		Велика (350 г)	25,19	25,05	25,43
	Урожайність, т/га	Дрібна (255 г)	6,5	6,5	6,1
		Середня (300 г)	7,0	7,2	7,2
		Велика (350 г)	7,3	7,5	7,3
НІР _{(урожайність), 05, Т/га}	Фактор А	0,21	0,25		
	Фактор В	0,24	0,26	–	
	Взаємодія АВ	0,22	0,25		

Так, зокрема кількість зерен у ряді, в середньому за два роки, за глибини загортання насіння 4-5 см становила 38,4-42,0 шт., а за глибини загортання 7-8 вона була найвищою і складала 39,4-42,3 шт., а за глибини 10-11 см – 39,0-42,3 шт.

Характеристика передзбиральної вологості та урожайності гібриду кукурудзи Амарос залежно від досліджуваних чинників приведено в таблиці 4.

Із даних таблиці 4 видно, що вологість зерна за використання дрібної фракції, в середньому за два роки, складала 23,86% за глибини загортання 4-5 см, 24,43% за глибини загортання насіння 7-8 см та 24,45% за глибини загортання 10-11 см, за використання середньої фракції насіння – 24,82%, 24,79 та 24,64%, а за використання великої фракції насіння – 25,19%, 25,5 та 25,43%, відповідно.

Отже, збільшення розмірів фракції насіння забезпечує збільшення рівня передзбиральної вологості, що в кінцевому результаті вимагає додаткових затрат на досушування зерна. Що стосується глибини загортання, то даної залежності не виявлено.

Необхідно відмітити найнижчий рівень її значення, в середньому за два роки досліджень, за використання дрібної фракції насіння гібриду Амарос 6,5 т/га за глибини загортання 4-5 та 7-8 см і 6,1 т/га за глибини загортання насіння 10-11 см. За використання середньої фракції насіння урожайність збільшилась на 0,5-1,1 т/га, порівняно із дрібною фракцією, а за використання великої фракції насіння урожайність була найвищою і становила 7,3 т/га за глибини загортання 4-5 см, 7,5 т/га за глибини загортання 7-8 см та 7,3 т/га за глибини загортання 10-11 см.

Висновки. Розмір фракції насіння не істотно впливає на величину кількості рядів зерен на качані, лише за сівби насінням середньої та крупної фракції гібриду кукурудзи Амарос кількість рядів була дещо більшою порівняно з сівбою дрібним насінням. Найбільша кількість рядів на качані відмічено у гібрида кукурудзи Амарос за сівби насінням середньої – 15,6-15,7 шт., та великої фракції – 15,8 шт., тоді як за сівби насінням дрібної фракції вона була найнижчою 15,5 шт.

Кількість зерен у ряді в більшій мірі визначалася розміром фракції насіння. За використання для сівби насіння середньої (41,1-42,3 шт.) та великої (42,0-42,3 шт.) фракцій кількість зерен в ряду була достовірно більшою, ніж за сівби насінням дрібної фракції (37,4-38,4 шт.). За зміни глибини загортання насіння кількість зерен у ряді змінювалась неоднозначно. Так, зокрема кількість зерен у ряді, в середньому за два роки, за глибини загортання насіння 4-5 см становила 38,4-42,0 шт., а за глибини загортання 7-8 вона була найвищою і складала 39,4-42,3 шт., а за глибини 10-11 см – 39,0-42,3 шт.

Вологість зерна за використання дрібної фракції, в середньому за два роки, складала 23,86% за глибини загортання 4-5 см, 24,43% за глибини загортання насіння 7-8 см та 24,45% за глибини загортання 10-11 см, за використання середньої фракції насіння – 24,82%, 24,79 та 24,64%, а за використання великої фракції насіння – 25,19%, 25,5 та 25,43%, відповідно.

Використання великої фракції насіння забезпечує поліпшення морфологічних ознак (висоти рослин та кріплення качанів), підвищення урожайності зерна гібриду кукурудзи Амарос на 0,8-1,2 т/га порівняно із використанням дрібної фракції насіння. Крім того потрібно відмітити найбільше

значення продуктивності (7,5 т/га) даного гібриду за глибини загортання 7-8 см великої фракції насіння.

Список використаних джерел

1. Паламарчук В.Д., Поліщук М.І., Паламарчук О.Д. Характеристика основних елементів технології вирощування зернової кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 3. С. 57-64.
2. Паламарчук В.Д., Дідур І.М., Колісник О.М., Алексеєв О.О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного: *монографія*. Вінниця: Видавництво «Друк». 2020. 536 с.
3. Фадєєв О. Що посіємо? *Агромаркет. Ділова аграрна газета*. 2016. №2 С. 28-29.
4. Мазур В.А., Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Паламарчук О.Д. Новітні агротехнології у рослинництві. Вінниця, 2017. 588 с.
5. Вихватнюк С.І., Годованюк М.Є, Гаврилюк В.М. Насіння кукурудзи. *Карантин і захист рослин*. 2012. №9. С. 15-16.

НАПРЯМ

2

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЛІСОВОГО ТА САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА.

Анастасія ЧАЙКА,*
студентка 2-го курсу,
факультет агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ОСОБЛИВОСТІ ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОТИЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ ЛІСОВИХ ЛАНДШАФТІВ СХІДНОГО ПОДІЛЛЯ

Анотація. У статті розглядаються питання, що стосуються сучасного стану біорізноманіття лісових ландшафтів Східного Поділля та особливостей його збереження. Автором проаналізовано окремі проблеми збереження біотичного різноманіття лісових ландшафтів та подано деякі пропозиції щодо збереження, відновлення та збалансованого використання лісових екосистем регіону.

Встановлено, що вирішенням проблеми охорони, збереження і відтворення біорізноманіття лісових ландшафтів Східного Поділля є оптимізація існуючих структурних елементів регіональної екомережі, а також створення нових заповідних лісових об'єктів шляхом реалізації програми "Зелена країна" та Стратегії збалансованого регіонального розвитку Вінницької області до 2027 року.

При опрацюванні науково-методичних джерел та власних досліджень доведено, що збереження біорізноманіття лісів у сучасних умовах господарювання залежить від формування відповідних еколого-економічних механізмів лісокористування.

Автором обґрунтовано, що формування еколого-економічних механізмів відтворення біорізноманіття лісових ландшафтів регіону має базуватися на створенні сучасної системи екологічного контролю, аудиту, менеджменту, а також необхідності посилення адміністративної і кримінальної відповідальності за порушення у означеній сфері.

*Науковий керівник: Мудрак Г.В. канд. геогр. наук, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що вони можуть бути використані: у науково-дослідній сфері – для подальших досліджень проблем збереження біорізноманіття лісових ландшафтів Східного Поділля; у соціологічній діяльності – для створення нових лісових об'єктів природно-заповідного фонду регіону, який сьогодні найнижчий в Україні; у навчальному процесі – як дидактичний супровід певних тем обов'язкових і вибіркового освітніх компонентів.

Ключові слова: лісовий ландшафт, лісове господарство, довкілля, біорізноманіття, Вінниччина.

Annotation. *The article considers issues related to the current state of biodiversity of forest landscapes of Eastern Podillya and the peculiarities of its conservation. The author analyzes some problems of conservation of biodiversity of forest landscapes and presents some proposals for the conservation, restoration and sustainable use of forest ecosystems in the region.*

It is established that the solution to the problem of protection, conservation and reproduction of biodiversity of forest landscapes of Eastern Podillya is the optimization of existing structural elements of the regional ecological network, as well as the creation of new protected forest objects through the Green Country Program and Vinnytsia Regional Strategy for 2027.

In developing scientific and methodological sources and own research, it is proved that the conservation of forest biodiversity in modern management conditions depends on the formation of appropriate ecological and economic mechanisms of forest use.

The author substantiates that the formation of ecological and economic mechanisms of reproduction of biodiversity of forest landscapes of the region should be based on the creation of a modern system of ecological control, audit, management, as well as the need to strengthen administrative and criminal liability for violations in this area.

The practical significance of the obtained results is that they can be used: in the research field - for further research on the problems of biodiversity conservation of forest landscapes of Eastern Podillya; in sociological activity - to create new forest objects of the nature reserve fund of the region, which today is the lowest in Ukraine; in the educational process - as a didactic support of certain topics of compulsory and elective educational components.

Key words: forest landscape, forestry, environment, biodiversity, Vinnitsa region

Постановка проблеми та її актуальність. Ліси мають ключову планетарну екологічну функцію. Лісові екосистеми сприятливо впливають на формування кліматичного, ґрунтового і гідрологічного режиму та забезпечують необхідну кількість господарської деревини. Проте головною проблемою лісоресурсного потенціалу наразі є проблема збереження біотичного різноманіття лісових ландшафтів. Особливу актуальність зазначена проблематика має у межах Східного Поділля, яке займає площу 4,4% території України, де лісистість

становить 13,8%, а рівень заповідності лише 2,27% від площі території регіону [7].

За останні десятиріччя Східне Поділля зазнало суттєвого антропогенного навантаження, що призвело до локалізації природних ландшафтів. Окрім того, екологічно необґрунтована господарська діяльність, яка мала місце упродовж останніх десятиріч, спричинила збіднення якісного складу ґрунтів, призвела до зменшення агроекологічного потенціалу і втрати біотичного різноманіття.

Наразі існує низка екологічних чинників, які зменшують фактичну площу лісових екосистем: незаконні рубки, пожежі, розвиток шкідників і хвороб, несприятливі кліматичні умови, що сприяють зменшенню кількості опадів і зниженню рівня залягання підґрунтових вод та інші.

У цьому аспекті, збереження біорізноманіття лісових ландшафтів регіону є важливим завданням для досягнення його збалансованого розвитку. Біотичне різноманіття є важливою складовою природнього навколишнього середовища, адже воно забезпечує важливі функції екосистем, що сприяють підтриманню якості води й атмосферного повітря, родючості ґрунтів та регулювання клімату. Наразі відомо, що втрати біорізноманіття лісових угідь є катастрофічними, та такими, що становлять велику загрозу для суспільства.

Враховуючи вищенаведене, слід визнати існування сьогодні потреби в комплексному теоретичному дослідженні і практичному впровадженні основних аспектів збереження біорізноманіття лісових ландшафтів регіону.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз літературних джерел показав, що над проблемою комплексної оцінки лісових ландшафтів, їх збереження і відтворення як високопродуктивних екосистем для ведення високоефективного лісового господарства та підтримання їхніх екологічних функцій в контексті збалансованого розвитку присвячені наукові праці М.М. Вересіна (1963), С.М. Стойка (1980-2000), С.А. Генсірука (1973-2002), В.І. Білоуса (1981), Н. Kubasch (1980), В.П. Толчєєва (1985), В.А. Ільїна (1986), А.Ф. Ольховського (1988-1990), М. Kminiak (1993), Т.Л. Андрієнко (2001), Я.П. Дідуха (2002), В.Д. Ваколюка, Б.І. Філоненка (2003), Ю.Р. Шеляга-Сосонко (2004), П.М. Устименка, О.М. Корінько, С.Ю. Поповича (2004-2010), Б.Ф. Остапенка, В.П. Ткача (2004), J. Gotkiewicz, J. Кос, А. Łachacz (2005), А.О. Бондара, М.І. Гордієнко (2006), О.І. Фурдичка (2006-2018), А.П. Стадника (2006), Г.В. Бондарука, М.А. Бондарук, О.Г. Целіщева (2010), В.В. Лаврова (2006-2012), В.П. Ландіна (2010-2020), М.Х. Шершуна, О.І. Дребот (2017), І.С. Нейка (2009-2012), О.М. Клименка (2016-2018), О.В. Мудрака (2010-2020), Ю.А. Єлісавенка (2021) та інших [5-10].

Мета статті – дослідження сучасного стану біорізноманіття лісових ландшафтів Східного Поділля та встановлення особливостей його збереження.

Виклад основного матеріалу. Біорізноманіття лісових екосистем охоплює безліч рослин, тварин, грибів і мікроорганізмів, які їх населяють. Біорізноманіття лісових ландшафтів наразі розглядається на багатьох різних рівнях, включаючи екосистему, види, популяції, їх генетичний склад, а також фацію, урочище, місцевість – враховуючи ландшафтний підхід. Чим різноманітніші лісові

екосистеми – тим більше в ньому біотичне різноманіття (видове, генетичне), яке стійкіше до змін природного чи антропогенного середовища.

За останні 50 років, за даними Державного агентства лісових ресурсів, лісистість території України зменшилася на 21% і теперішні ліси зазвичай дуже відрізняються від природних лісів, які існували колись. Близько 50% сучасних лісів це насадження, зазвичай різновікові монокультури, але не природні чи природно відновлювані ліси. Майже не залишилося старого, зрілого лісу змішаного віку [1].

Біорізноманіття в лісах корелюється з віковою структурою та розмаїттям видів. 23% рослин і 34% тварин з Червоної книги України потребують «перестійних» лісових середовищ зі значним компонентом мертвої стоячої та лежачої деревини. Старі мертві дерева особливо важливі для дятлових та інших птахів, що гніздяться в дуплах, а також для комах, залежних від кори та деревини [1, 10].

Стан збереженості біорізноманіття визнано на міжнародному рівні як важливий критерій невиснажливого управління лісами. Монреальський процес стосовно збереження і стійкості бореальних і помірних лісів рекомендує оцінювати різноманіття лісів за типами лісу з урахуванням його вікових і сукцесійних стадій. В країнах ЄС переважає оцінка за ознаками «природності лісу» – різновіковості деревостану, наявності природного поновлення тощо [2].

Дослідження сучасного стану справ у сфері біорізноманіття в Україні дає змогу говорити про наявність кількох тенденцій, що формують певний соціально-політичний та економічний контекст: а) чіткого тренду подальшої деградації екосистем; б) подальшого розвитку ситуації соціально-економічної кризи в державі; в) формування передумов для зміни політики й практики у сфері довкілля; г) формування системи міжнародних і національних зобов'язань щодо збереження біорізноманіття; д) появи нових загроз біорізноманіттю [3].

Основні загрози та деструктивні впливи на потенціал лісового біорізноманіття І. Букша пов'язує з лісовими пожежами; екологічно необґрунтованими системами рубок і заготівлі недеревної продукції лісу; неефективним лісовідновленням; вилученням лісових земель для цілей, не пов'язаних з лісовим господарюванням (під промислове і житлове будівництво, видобуток корисних копалин, побудову споруд тощо); зниженням і втратою здатності лісу до самовідновлення; зниженням стійкості лісів до впливу несприятливих зовнішніх чинників, масовим поширенням грибних хвороб і комах-шкідників; техногенною деградацією лісів під впливом викидів промислових підприємств і транспорту; нелегальними рубками, браконьєрством та інші видами несанкціонованого лісокористування, вилученням з лісових насаджень популяцій вразливих видів і видів, що охороняються; антропогенним впливом на лісові об'єкти (забруднення атмосфери, гідромеліорація, випас худоби, застосування пестицидів); нерегульованою рекреацією [4].

Говорячи в цьому аспекті про територію Східного Поділля, варто зазначити, що його унікальність – це поєднання своєрідних ландшафтів, кліматичних умов, ґрунтового покриву, геологічної будови, гідрографії, що відбилося на

біорізноманітті. Тут фрагментарно збереглася лісова, степова, чагарникова, лучна, наскельно-степова і водно-болотна рослинність, що сформувалася в мозаїчних екотопах. В межах регіону переплетені типові, рідкісні й реліктові угруповання рослин і тварин, поширені ендемічні, реліктові, диз'юнктивно-ареальні види і види, що знаходяться на межі ареалу [5].

Географічне положення регіону і діяльність людини визначили біорізноманіття її території, в якій переважають аграрні й селитебно-промислові ландшафти. Зональні типи рослинності – широколистяні ліси і лучні степи – займають незначні площі. Найбільші масиви дібров, які репрезентують типові для Східного Поділля широколистяні ліси, притаманні розчленованим берегам річок Південний Буг і Дністер та їх приток. Соснові насадження займають найбільші площі на борових терасах річок. Лучні степи збереглися на схилах балок і річкових долин, нерозораних вершинах горбів і курганів. Найбільші площі серед сучасної рослинності займають ліси (355,1 тис. га, 13,36% території) [6].

Окрім того, сучасний стан біорізноманіття регіону потребує збереження й охорони, про що свідчить значне антропогенне навантаження. Так, із 1210 видів вищих судинних рослин (22,79 % від загальної кількості в Україні) 80 видів потребують охорони. З 15312 видів фауни (44,5 % від загальної кількості в Україні) регіону 121 – потребують охорони. Площа лісів, за останні 2 століття, зменшилася з 70 % до 13,36 % території. На 78% території регіону домінують агроландшафти із сезонною рослинністю [7].

В межах Східного Поділля 24 види фауни, внесені до ЧКУ, вже зникли, але трапляються в інших регіонах України. Впродовж останніх десятиріч вже не гніздяться дрохва, скеляр строкатий, хохітва, сип білоголовий, стерв'ятник, яструб коротконогий, пронурок, дерихвіст степовий, боривітер степовий та інші. На межі зникнення знаходяться дрімлюга, дятел білоспинний, щеврик червоногрудий, кобилочка річкова, цвіркун, славка рябогруда, синиця вусата, пищуха короткопала, чечевиця, орел-карлик, підорлик великий, лелека чорний, гуска сіра, шуліка рудий, скопа, зміїд, орлан-білохвіст, орел-карлик, лунь польовий, л. степовий, журавель сірий, сивка звичайна, сиворакша, сорокопуд червоноголовий, соловейко західний, баранець великий, чорниш, сова болотяна, сипуха, пугач, очеретянка прудка, кібчик, турухтан, дупель. Різко зменшилася чисельність нерозня, широконоски, черні білоокої, чирків, куріпки сірої, перепела, голуба-синяка, дрімлюги, одуда, жайворонка чубатого, жайворонка лісового, щеврика польового, щеврика лучного, горихвістки звичайної, дрозда кам'яного, просянки та інші [7-8].

З метою збереження біорізноманіття лісових ландшафтів Східного Поділля, вважаємо за доцільне збільшувати кількість лісових ділянок в межах заповідних територій, а особливо при формуванні регіональної екологічної мережі. Так, варто погодитися з думкою про те, що при створенні регіональної екологічної мережі не врахували наявну та перспективну кількість лісових антропогенних ландшафтів. Тому потрібно вирішити ряд питань, що є актуальними сьогодні для участі лісових антропогенних ландшафтів при формуванні невиснажливої регіональної екомережі: інвентаризація всіх лісових антропогенних ландшафтів в

межах проходження екомережі; детальний моніторинг лісових антропогенних ландшафтів з подальшим прогнозуванням змін; пошук не заліснених ділянок екомережі з перспективою подальшого заліснення території; моніторинг агрокліматичних умов для проростання нових деревостанів в межах екомережі; захист лісових антропогенних ландшафтів від незаконного господарського використання тощо [9].

Окрім того, при розробці державних цільових програм розвитку лісового господарства одним із основних завдань з відповідною специфікацією конкретних заходів має бути відтворення, збереження і примноження біорізноманіття лісів із набором інструментів фінансового й технічного забезпечення.

З метою забезпечення умов для збереження і ефективної охорони лісових ландшафтів регіону доцільно збільшити площі заповідних територій з суворим режимом охорони – заповідних зон національних природних і регіональних ландшафтних парків, лісових заказників, лісових урочищ тощо [10].

Висновки і пропозиції. Таким чином, основними завданнями в сфері збереження біорізноманіття лісових ландшафтів мають стати:

- 1) збереження цілісності і непорушності лісових ландшафтів регіону;
- 2) використання у лісовому господарстві технологій, що максимально сприяють збереженню і відновленню біорізноманіття;
- 3) залишення при проведенні лісогосподарських робіт важливих для природного розвитку елементів лісової екосистеми, таких як мертва деревина, старі дуплисті дерева тощо;
- 4) створення нових і розвиток вже існуючих об'єктів природно-заповідного фонду в якості природних осередків, особливо за рахунок особливо цінних ділянок лісового фонду;
- 5) активне впровадження та використання досягнень сучасної науки та технологій задля збереження біорізноманіття лісових ландшафтів регіону;
- 6) організація та ефективне здійснення на максимально високому рівні контролю за переліченими вище заходами, а також підвищення рівня адміністративних та кримінальних санкцій за правопорушення в сфері збереження лісових ландшафтів тощо.

Список використаних джерел

1. Аналіз стану біорізноманіття в Україні. Підготовлений командою з аналізу (оцінки) стану біорізноманіття в Україні «Ecodit». URL: https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00MVJ9.pdf
2. Петрова Л.М., Петров С.В. Біорізноманіття лісів: міжнародні стандарти оцінки. Науковий вісник НЛТУ України. 2008. Вип. 18.1. С. 28–32.
3. Мовчан Я.І. Стратегія збереження біорізноманіття в Україні: обґрунтування структури та алгоритму впровадження. URL: http://ekmair.ukma.edu.ua/bitstream/handle/123456789/8290/Movchan_Stratehiia.pdf

4. Букша І.Ф. Теоретичні основи та практичні аспекти моніторингу біорізноманіття лісової рослинності. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2003. Вип. 13.3. С. 69–75.

5. Мудрак О.В., Мудрак Г.В. Особливості збереження біорізноманіття Поділля: теорія і практика. [Монографія]. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2013. 320 с.

6. Кулібаба Д.О., Овчинникова Ю.Ю. Сучасний стан біорізноманіття Східного Поділля. URL: <file:///C:/Users/User/Downloads/6693-Текст%20статті-13442-1-10-20190607.pdf>

7. Мудрак О.В., Мудрак Г.В., Поліщук В.М. та ін. Еталони природи Вінниччини. Монографія. За заг. ред. О.В. Мудрака. Вінниця: ТОВ «Консоль», 2015. 540 с.

8. Мудрак О.В., Поліщук В.С., Ворона Є.І., Осадчук І.С. Природно-заповідна мережа Вінницької області та шляхи її оптимізації. *Збір. наук. праць Він. держ. аграр. ун-ту*. Вінниця. 2002. Вип. 12. С. 50–66.

9. Екологічна безпека Вінниччини. Монографія. За заг. ред. Олександра Мудрака. Вінниця: ВАТ «Міська друкарня», 2008. 456 с.

10. Лісові антропогенні ландшафти Вінниччини в структурі регіональної екологічної мережі. Технології захисту довкілля. *Спільнота фахівців-екологів «Промислова екологія»*. URL: <http://eco.com.ua/content/lisovi-antropogenni-landshafti-vinnichchini-v-strukturi-regionalnoi-ekologichnoi-merezhi>

Тетяна ПЛАЗІЙ*,
студентка 3-го курсу,
факультету агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ

***Анотація.** У статті наведено загальну характеристику лісового господарства. Визначено поняття «лісові ресурси». Класифіковано основні види, принципи та функції лісових ресурсів. Визначено сучасні проблеми лісового сектору України. Досліджено основну екологічну проблему щодо використання лісових ресурсів.*

***Ключові слова:** ліси, лісові ресурси, лісове господарство, санітарна рубка, рубка догляду, екологія.*

***Abstract.** The article gives a general description of forestry. The concept of "forest resources" is defined. The main types, principles and functions of forest resources are classified. The current problems of the forest sector of Ukraine have been*

*Науковий керівник: Алексєєв О.О. канд. с.-г. н. доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища.

identified by the staff of the Scientific and Information Center of Forest Management. The main ecological problem concerning the use of forest resources is investigated.

Постановка проблеми. Лісове господарство є однією з важливих галузей національної економіки країни, окрім його значної екологічної та рекреаційної цінності, цінність лісових ресурсів полягає в унікальному поєднанні природних ресурсів (корисних копалин, ландшафтів, водних джерел, лісів тощо) як структурних елементів у світовому господарстві, та в Україні, зокрема.

Погіршення екологічних умов світу та України є наслідком глобального потепління та забруднення навколишнього середовища, а також причиною погіршення лісової екосистеми. Біостійкі коренеплоди замінюються людиною - нестійкими до зовнішніх впливів. Слід зазначити, що скорочення чи зникнення видів зруйнує стабільність біоти та призведе до нової, збіднілої та нестабільної групи. Лісове господарство країни та вся природно-ресурсна сфера також відчуває на собі вплив глобальних екологічних проблем, а саме: зменшення площі лісів, які існували в минулому і зараз, забруднення лісів радіонуклідами, погіршення їх стану внаслідок широкомасштабної меліорації.

Дані питання вимагають невідкладних та ефективних дій усіх можливих органів влади та установ. Однак необхідно чітко усвідомлювати, що для вирішення цих проблем необхідне не лише управління лісовими ресурсами на макрорівні, а й удосконалення рівня лісового господарства. Одним з головних факторів, що впливають на ефективність корпоративного управління, є створення ефективної системи обліку та аналізу. Це дасть можливість за допомогою відповідної інформації контролювати кількість і стан лісових ресурсів, характеризувати економічну та екологічну ефективність лісового господарства, а також сформулювати управлінські рішення.

Дослідженням ефективності лісогосподарського виробництва присвячені праці В. А. Андрєєвої, С. В. Біднячука, Т. Бець, В. С. Бондар, О. А. Голуб, О. Дзюбенка, О. В. Дячишина, Н. С. Дворяшиної, А. М. Дейнеки, А. І. Карпук, Н. Кисіль, Я. В. Коваль, І. Лицур, В. Римара, О. Я. Савчука, А. Степаненка, В. Степчина, Г. С. Шевченка та інших авторів [1].

Цілями статті є навести загальну характеристику лісового господарства. Визначити поняття «лісові ресурси». Класифікувати основні види, принципи та функції лісових ресурсів. Визначити сучасні проблеми лісового сектору України. Дослідити основну екологічну проблему щодо використання лісових ресурсів.

Виклад основного матеріалу дослідження. У контексті сталого розвитку лісових територій слід зазначити, що на 21-ій сесії Конференції Сторін Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (2015 р.), що відбулася в Парижі, було оголошено, що «низьковуглецева економіка» може протистояти зміні клімату, і екосистема відіграватиме ключову роль. В результаті угоди було погоджено надавати країнам, що розвиваються, фінансову допомогу в розмірі 100 мільярдів доларів США щороку з 2020 року для подолання негативного впливу зміни клімату.

Сьогодні ліси займають одне з ключових місць у боротьбі зі зміною клімату, забезпечуючи поглинання вуглецю, регулюючи повені та зсуви. Вони також тісно

пов'язані з культурною спадщиною місцевих жителів. Лісовий фонд України займає площу 10,8 млн га, з них ліси займають 9,4 млн га. Лісистість території становить лише 15,6%, і її рівень сильно варіюється від регіону до регіону: від 43,2% в Івано-Франківську до 1,8% в Запоріжжі. Рівень показників 21-22% вважається близьким до оптимального, що дає змогу збалансувати запаси лісової сировини, лісоспоживання та екологічні вимоги. Загальні запаси деревини в Україні становлять 1,74 млрд куб. м. Близько 51% лісів віднесено до захисних, водоохоронних та інших цінних в екологічному відношенні лісів, решту становлять експлуатаційні. За останні роки намітилася тенденція до скорочення обсягів лісокористування [2].

Однак ці екосистеми піддаються ризику, особливо через вичерпання ресурсів для максимізації короткострокового прибутку без належної уваги до довгострокових наслідків. Ліси виконують захисні функції: при зникненні лісового покриву ерозія ґрунтів спричинить зсуви, лавини та повені, завдаючи непоправної шкоди місцевому населенню, руйнуючи транспортну систему, інфраструктуру та джерела продовольчої безпеки цих уразливих груп населення.

Відповідно до ст. 65 Лісового кодексу України (далі – ЛК України), використання лісових ресурсів може здійснюватися в порядку загального і спеціального використання [3].

Загальне право користування лісовими ресурсами відображає традицію та звичай українського народу вільно користуватися та споживати лісові природні ресурси як важливу і необхідну частину природи.

Загальне та спеціальне використання лісових ресурсів є основними критеріями поділу прав лісокористування як суб'єктивних категорій з точки зору причин їх виникнення. У цьому сенсі право користування лісами розглядається як більш широка категорія-природне право, яке характеризується індивідуальним правом користування людьми природними ресурсами, є юридична власність на природу, форма формального визначення, зміна правосуб'єктності та Припинення, юридичного гаранта, який захищає законні права (повноваження) суб'єкта природного господарювання.

Об'єктом права лісокористування є лісові ресурси, тобто деревина, технологічна, лікарська та інша лісопродукція, яка використовується для задоволення потреб населення і виробництва, корисні властивості лісів, що використовуються для задоволення суспільних потреб.

На підставі ст. 6 ЛК України можна класифікувати основні види лісових ресурсів:

- 1) лісові ресурси деревинного походження (деревина, кора, пні, луб, деревна зелень, живиця, деревні соки);
- 2) лісові ресурси недеревинного походження (дикорослі плоди, горіхи, гриби, ягоди, лікарські рослини, лісові підстилка, очерет тощо);
- 3) корисні властивості лісів (здатність лісів зменшувати негативні наслідки природних явищ, захищати ґрунти від ерозії, запобігати забрудненню навколишнього природного середовища та очищати його тощо) [4].

Основними принципами використання лісів є:

- не виснажливості лісокористування;
- дотримання екологічної рівноваги;
- комплексного використання лісів;
- використання лісів для різних цілей, загальне та спеціальне використання лісів;
- безоплатності загального та платності спеціального лісокористування;
- збереження біологічної різноманітності лісу;
- участі громадськості у сфері прийняття рішень стосовно використання лісів і земель лісогосподарського призначення;
- застосування світового досвіду використання лісів та земель лісогосподарського призначення;
- врахування українських традицій лісокористування [5].

Лісові ресурси нашої країни за своїми характеристиками виконують переважно різноманітні функції, а саме:

- водоохоронні;
- захисні;
- санітарно-гігієнічні;
- оздоровчі;
- інтегровані функції.

Вищепераховані позиції забезпечують усі потреби соціуму в лісових ресурсах.

Вагомого значення у лісовому господарстві набувають проблеми, які стосуються лісових ресурсів.

Співробітники Науково-інформаційного центру лісоуправління сучасні проблеми лісового сектору України поділили на чотири групи [3].

1. Правові проблеми:

- чинне законодавство та нормативно-правові акти не в повній мірі враховують особливості ринкової економіки в лісовому господарстві. Необхідно вдосконалити питання власності та методи приватизації, системи оподаткування, лізингу, обліку та фінансування;

- держлісагенство України та її дочірні організації поєднують функції контролю, управління та законодавства з господарською та комерційною діяльністю, що порушує антимонопольні принципи та може призвести до конфліктів у майбутньому;

- у лісовому та природоохоронному законодавстві недостатньо враховані регіональні особливості (відмінності);

- не повною мірою забезпечено практичне виконання міжнародних угод зі сталого лісоуправління.

2. Лісничо-екологічні проблеми:

- оптимізація лісокористування включає підвищення відсотка використання приросту, зростання питомої ваги поступових і вибіркових рубок. Впровадження ландшафтно-водозбірних принципів при плануванні та веденні лісового господарства; поширення реконструктивних рубок і вдосконалення

методів догляду за лісами, спрямованих на формування стійких деревостанів з високою якістю деревини;

- поступова відмова від технологій, орієнтованих на використання важкої техніки як такої, що спричиняє значну шкоду природі; забезпечення виконання всіх лісівничих вимог при заготівлях деревини;

- ведення лісового господарства на територіях, забруднених радіонуклідами і промисловими відходами.

3. Економічні проблеми:

- забезпечити стабільне, достатнє та відповідне фінансування лісового господарства. Змінити систему планування, яка є занадто концентрованою і не адаптується до ринку;

- необхідність створення умов для довгострокових інвестицій, будівництва доріг, закупівлі техніки та обладнання;

- непередбачуваність законодавства (особливо оподаткування та навколишнього середовища) – окрема економічна проблема, яка заважає довгостроковому плануванню розвитку лісового господарства.

4. Соціальні проблеми:

- складні соціальні умови в районах і населених пунктах на базі лісгосподарських і деревообробних підприємств;

- механізм розподілу функцій ведення лісового господарства у державних відомствах усіх рівнів не є досконалим;

- низька довіра до структури влади, високий правовий нігілізм у сучасному українському суспільстві, нерозвинені громадські ліси та природоохоронні організації;

- тенденції надавати економічному успіху першочергового значення, відторгнення екологічних обмежень, якщо вони перешкоджають зростанню особистого добробуту;

- несанкціонована вирубка лісів, діяльність тіньової економіки, збільшення кількості та кількості корупційних справ.

Зупинимось на пункті 2 лісничо-екологічних проблем.

Значення лісів у житті людини надзвичайно велике та багатогранне. Вони відіграють важливу роль у підтримці природного стану біосфери. Як фактор культурного та соціального значення, ліси є місцем відпочинку, лікування та подорожей мільйонів людей.

Визначено, що плантація площею 1 га протягом року утримує 70 тонн пилу, сажі та кіптяви та виділить 4 т кисню [7].

Ліси поєднують складну систему організмів, які взаємодіють між собою та з навколишнім середовищем. Крім того, ліси також відіграють важливу екологічну функцію, оскільки добре відомо, що середня температура всередині лісу на 2-4 °С нижча, а вологість – навпаки. Крім того, повітря в лісі насичене фітонцидами – біологічно активними речовинами, які пригнічують ріст і розвиток хвороботворних бактерій.

На жаль, браконьєрство та халатність держави поширюються в Україні вже багато років, що призводять до знищення лісових ресурсів нашої країни.

У результаті нелегального транспортування деревини державні лісогосподарські підприємства щороку втрачають 500 млрд. грн (приблизно 46 мільйонів євро) щорічно.

Санітарні рубки регулюються постановою Кабміну «Про затвердження Правил лісової санітарії України» і заслуговують на особливу увагу. Так звані рубки догляду та санітарії знаходяться на дуже високому рівні (приблизно 57% від загальної вирубки деревини) і зазвичай включають вирубку найбільш цінних дерев [8].

Висновки. Ефективне використання лісових ресурсів передбачає: шляхом проведення аукціонів та торгів конкурентний продаж заготовленої деревини для формування прозорого ринку деревини; створення конкурентної бази лісогосподарських послуг для приватних підприємницьких структур та підприємців; визначення лісозаготівлі як завершального етапу лісового господарства; прийняття відокремити та створити державні деревообробні підприємства (філії) та продавати їм деревину відповідно до ринкових умов, враховуючи особливості природних територій, поступово реорганізувати лісогосподарські підприємства; запровадити систему контролю походження (сертифікації) лісової продукції для забезпечити захист ринку від незаконного порушення отримання деревини.

Потребує більш чіткого розмежування застосування рубок догляду та санітарних рубок, особливості застосування яких не достатньо врегульовані в законодавстві, що призводить до створення штучної конкуренції при застосуванні цих рубок. Для посилення екологічної спрямованості рубок лісу доцільно було б запровадити у практику лісозаготівель замість обчислення розрахункової лісосіки визначення щорічної екологічно безпечної норми вилучення деревини, яка має гарантувати збереження екологічних властивостей лісу.

Список використаних джерел

1. Кравець О. В. Еколого-економічне використання лісових ресурсів: магістерська робота. Тернопіль, 2017. 100 с.
2. Якимчук О. Ф. Державна політика в умовах кліматичних змін: оцінка екосистемних послуг задля збалансованого розвитку територій. *Інвестиції: практика та досвід № 4*. Рівне, 2019. С. 145-151.
3. Лісовий кодекс України: Закон України від 1994 р. *Відомості Верховної Ради України*. 1994. № 17. ст. 99.
4. Степська О. В. Ліс як об'єкт правового регулювання в лісовому та земельному законодавстві України. *Часопис Київського університету права*. Київ, 2016. С. 281–285.
5. Заверюха М. М. Правове регулювання використання та охорони лісів за лісовим та земельним законодавством України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. юрид. наук: спец. 12.00.06 «Земельне право; аграрне право; екологічне право; природоресурсне право» Київ, 2017. 21 с.

6. Інноваційна модель розвитку лісової галузі в Україні. 2017. URL: https://ndipzir.org.ua/wp-content/uploads/2017/07/Boychuk/2_4.pdf (дата звернення 28.10.2021р.).

7. Вирубування лісів України. URL: <https://www.ecoleague.net/forumy-konferentsii-kruhli-stoly-seminary/ekolohichni-viiny/item/572-vyrubuvannia-lisiv-ukrainy> (дата звернення 28.10.2021р.).

8. Постанова Кабміну «Про затвердження Санітарних правил в лісах України». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-95-п#Text> . Дата звернення (дата звернення 28.10.2021р.).

Марія ОГОРОДНІК *,
Студентка 4 курсу,
Факультет агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЛІСОВОГО ФОНДУ ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ВІННИЦЬКА ЛІСОВА НАУКОВО-ДОСЛІДНА СТАНЦІЯ»

***Анотація.** Проведення досліджень зумовлено погіршенням стану лісових екосистем у результаті зростання негативного впливу абіотичних, біотичних та антропогенних факторів. Пошук оптимальних шляхів для підвищення продуктивності лісових насаджень.*

***Abstract.** The research is due to the deterioration of forest ecosystems as a result of the growing negative impact of abiotic, biotic and anthropogenic factors. Finding optimal ways to increase the productivity of forest plantations.*

Вступ. Ліс – тип природних комплексів, в якому поєднуються переважно деревна та чагарникова рослинність з відповідними ґрунтами, тваринним світом, трав'яною рослинністю, мікроорганізмами та іншими природними компонентами, що взаємопов'язані у розвитку здатні впливати один на одного і на навколишнє природне середовище. Ліс як основний компонент біосфери має також величезне водоохоронне, водорегулююче, ландшафтно-кліматоутворювальне, ґрунтозахисне, санітарно-гігієнічне, рекреаційне, культурно-естетичне значення. Ліс здатний покращити довкілля, створити більш сприятливі умови для життя людини та в цьому його величезне соціальне значення.

*Науковий керівник: Нейко І.С. доктор с.-г. наук, доцент кафедри лісового, садово-паркового господарства, садівництва та виноградарства.

На території Лісостепу, де розміщено найбільша кількість промислових насаджень дуба звичайного, випадає достатня кількість атмосферних опадів і зосереджені досить багаті (сірі лісові суглинки й чорноземи) на поживні речовини ґрунту.

Всупереч сприятливим кліматичним та ґрунтовим умовам Лісостепу, для розвитку й росту деревних порід, за даними Ю.М. Марчука [2], насадженнями дуба звичайного на Лівобережному Лісостепу використовується лише на 65 %, а Поділля, як зазначає А. О. Бондар [4], – на 75 %. Тому одним з основних завдань лісівників є підвищення продуктивності насаджень дуба звичайного шляхом повнішого використання умов місцезростання й створення оптимальної вікової структури [3]. На Поділлі недостатнє використання продуктивних сил природи пояснюється невідповідністю складу насаджень типам лісу, а також малою кількістю дерев дуба звичайного та інших цінних порід на одиниці площі [4].

Таблиця 1

Поділ земель загальної площі лісового фонду за категоріями земель

Категорії земель	Площа станом на 01.01.2015 року	
	Га	%
Площа земель лісового фонду постійного користування	2590,0	100,0
1.Лісові землі – разом	2486,2	95,9
в тому числі:		
1.1.Вкриті лісовою рослинністю землі – разом	2274,0	87,8
з них: лісові культури	1422,9	54,9
1.2.Не зімкнуті лісові культури	59,7	2,3
1.3.Лісові розсадники, плантації	96,1	3,7
1.4.Не вкриті лісовою рослинністю землі - разом	29,5	1,1
З них: зруби	22,0	0,8
- галявини, пустирі	7,5	0,3
- лісові шляхи, просіки, протипожежні розриви	26,9	1,0
2.Нелісові землі – усього	103,8	4,1
В тому числі: - рілля	1,6	0,1
- сіножаті	6,5	0,3
- води	3,1	0,1
- болота	75,0	2,9
- садиби, споруди	6,5	0,3
- траси	11,0	0,4

Крім зазначених заходів, запропонованих Ю.М. Марчуком [5] і А.О. Бондарем [5], продуктивність штучних насаджень можна підвищити ретельним вибором їхнього складу, схем змішування, розміщення посадкових місць з урахуванням умов місцезростання та категорій лісокультурних площ, а у старшому віці з обов'язковим проведенням вчасних і помірних рубок догляду.

Виклад основного матеріалу. Лісовий фонд даного підприємства складають лісові та не лісові землі. У структурі лісових земель розрізняють

покриті та непокриті ліси землі. Загальна характеристика лісового фонду та розподіл земель за категоріями наведено у таблиці 1.

За даними таблиці найбільшу частку складають лісові землі – 95,9 %. Серед них основна частка – це вкриті лісовою рослинністю землі – 2274,0 га (87,8 %). Частка лісових культур складає 54,9 %. Насадження природного походження становлять 32,9 % (851,1 га).

У структурі вкритих лісовою рослинністю земель переважає дуб звичайний – 1105,9 га та сосна звичайна – 641,7 га. Присутні й такі породи як вільха чорна, ясен звичайний, ялина європейська, дуб червоний, береза повисла та інші, проте їх частка є незначною. За розподілом вкритих лісовою рослинністю земель підприємства за групами віку виявлено, що найбільший відсоток (47,1) займають середньовікові насадження – 10,71 га, пристигаючі (24,6 %) – 58,8 га., молодняки (16,2 %) – 368,8 га., стиглі й перестійні займають найменше (12,1 %) – 275,0 га.

За розподілом покритих лісових насаджень найбільшу частку становлять насадження з повнотою 0,7 – 889,3 га (39,1%). 31,6 % вкритих лісовою рослинністю земель мають повноту 0,6 (718,2 га), 24,3 % – повнота 0,8 (552,5 га). Незначний відсоток займають насадження з повнотою 0,4, 0,5, 0,9, 1,0.

Інформація щодо наявного та оптимального розподілу насаджень за групами віку наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

Групи порід	Фактичний				Оптимальний			
	Молодняки	Середньо вікові	Пристигаючі	Стиглі та перестійні	Молодняки	Середньо вікові	Пристигаючі	Стиглі та перестійні
Ліси I групи								
Хвойні	20,0	75,1	4,9	-	35,2	37,0	17,6	10,2
Твердолистяні	10,7	62,9	8,1	18,3	29,5	46,9	14,8	8,8
М'яколистяні	23,0	28,6	11,1	37,3	26,8	46,0	13,3	13,9
Разом:	14,2	63,2	7,5	15,1	30,8	44,2	15,4	9,6
Ліси II групи								
Хвойні	11,8	16,9	70,9	0,4	44,6	21,9	22,3	11,2
Твердолистяні	22,0	21,0	43,1	13,9	36,4	35,9	18,1	9,6
М'яколистяні	23,9	57,2	10,0	8,9	29,1	41,6	14,6	14,7
Разом:	18,8	26,3	46,6	8,3	37,9	32,1	18,9	11,1
Усього по підприємству:								
Хвойні	15,9	45,9	38,0	0,2	39,9	29,5	19,9	10,7
Твердолистяні	14,7	47,9	20,6	16,8	32,0	42,9	16,0	9,1
М'яколистяні	23,6	46,5	10,4	19,5	28,2	43,3	14,1	14,4
Усього:	16,2	47,1	24,6	12,1	33,9	38,9	16,9	10,3

Наявний і оптимальний поділ деревостанів за групами віку (%)

Аналіз сучасного поділу лісової площі за категоріями земель дозволяє зробити висновок, що лісові землі підприємства використовуються ефективно. Про це свідчать такі показники: площа лісовою рослинністю займають 87,8 %; лісові культури – 54,9 %; не вкриті лісовою рослинністю землі 1,1%.

В лісовому фонді переважають насадження наступних деревних порід: дуб звичайний – 1105,9 га з запасом 245,17 тис.м³ (48,6 %); сосна звичайна – 641,7 га з запасом 189,16 тис.м³ (28,2 %) вкритих лісовою рослинністю земель. Середня повнота насаджень 0,68, яка близька до оптимальної (0,75).

Насадження з повнотою 0,3-0,4 займають площу 4,5 га (0,2 %) їх наявність незначна, в основному, це наслідки стихійного лиха ожеледі та льодоламу 2000 року. Поділ насаджень за віковими групами нерівномірний. Нині в лісовому фонді переважають середньовікові деревостани – 1071,4 га або 47,1 %.

Площа перестійних і стиглих деревостанів складає 275,0 га або 12,1 відсотка. По оптимальному поділу деревостанів площа лісового фонду розподілилась таким чином: молодняки – 33,9 відсотка, середньовікові – 38,9 відсотка, пристигаючі – 16,9 відсотка і стиглі й перестійні – 10,3 відсотка.

Діагностична характеристика типів лісу викладена в «Основних положеннях організації й розвитку лісового господарства Вінницької області». Найбільш розповсюдженими типами лісу є свіжа грабова діброва (Д₂ГД) – 30,5 % вкритих лісовою рослинністю земель, свіжий грабово-дубовий-сосновий сугрудок (С₂ГДС) – 23,7 %, волога сосново-грабова судіброва (С₃СГД) – 11,8 %, свіжа сосново-грабова судіброва (С₂СГД) – 9,4 %, вологий грабово-дубовий сосновий сугрудок (С₃ГДС) – 9,0 %.

Насадження з найпоширенішими породами, що не відповідають типам лісу займають площу 306 га, або 13,4 % від вкритих лісовою рослинністю земель, це наслідки минулої господарської діяльності, створення лісових культур, в основному, хвойних, а також листяних лісових культур в не відповідних для них типах лісу.

Комплекс заходів щодо покращення стану лісових екосистем повинен бути спрямований на локалізацію осередків шкідників та хвороб, покращення фітосанітарного, рекреаційного, ґрунтозахисного та іншого значення лісів. Лісові екосистеми повинні повною мірою виконувати свої екологічні функції та характеризуватися достатньо високою продуктивністю.

Ступінь пожежної небезпеки території визначався за «Шкалою оцінки природної пожежної небезпеки земельних ділянок лісового фонду» розробленої інститутом «Укрдерждипроліс» і затвердженою наказом Мінлісгоспу України від 2 червня 1997 року № 52.

Дані щодо розподілу земель лісового фонду поділені на класи пожежної небезпеки наведені у таблиці 3

Територія характеризується середнім класом пожежної небезпеки 3,04, обумовлено значною питомою (82 %) вагою вкритих лісовою рослинністю земель листяними насадженнями.

Розподіл земель за класами пожежної небезпеки

Лісництво	Класи пожежної небезпеки					Разом	Середній клас
	1	2	3	4	5		
Турбівське дослідне	210,0	472,5	1045,8	748,1	122,6	2590,0	3,04

За останні 2 роки підприємство в середньому щорічно проводило суцільні санітарні рубки на площі 6,0 га з вирубкою стовбурної деревини; 1,51 тис.м³, в тому числі ліквідної 1,42 тис.м³, ділової – 0,68 тис.м³. Вибіркові санітарні рубки проводилися на площі 146,0 га з вирубкою стовбурової деревини 2,28 тис.м³, в тому числі ліквідної – 2,06 тис.м³, ділової – 0,49 тис.м³.

Висновки. 1. Площа земель лісового фонду постійного користування складає 2590 га, з них: вкриті лісовою рослинністю землі займають 2274,0 га або 87,8% у тому числі чисті лісові культури – 1422,9 га або 55 %, насадження природного походження – 851,1 га або 32,9 %, не зімкнуті лісові культури займають 59,7 га або 2,3 %, лісові розсадники, плантації, дендрологічні сади – 96,1 га або 3,7 %. Не вкриті лісовою рослинністю землі становлять 29,5 га, або 1,1%; інші лісові землі – 26,9 га або 1,0 %; нелісові землі – 103,8 га або 4,0 %.

2. Санітарний стан лісів в цей час слід вважати задовільний. Загальний запас сухостійного і пошкодженого лісу складає 1,59 тис.м³, що становить 0,3 % від загального запасу насаджень, а захаращеність складає 0,06 тис. м³.

3 Стан лісового фонду дає можливість в цілому оцінити екологічний стан лісів підприємства. Усі види господарської діяльності велися із дотриманням дієвого законодавства та нормативних актів. Діяльність направлена на підвищення якісного стану і продуктивності лісів, збереження і підвищенні їх захисних властивостей.

Список використаних джерел

1. Генік Я. В. Причини та наслідки знеліснення і деградації лісових екосистем в Україні. *Науковий вісник НЛТУ України*, 2011. 21.16 С. 118-122.
2. Екологічне право України. Академічний курс: Підручник. ТОВ «Видавництво «Юридична думка», 2010. 848 с.
3. Лісове господарство України: Державне агентство лісових ресурсів України. 2011. 36 с.
4. Мазур О.В., Прокопчук В.М., Шерепітко В.В. Методичні вказівки самостійної роботи та аудиторного тестування студентів агрономічного факультету з дисципліни: “Основи біотехнології рослин”. Галузь знань 0901 «Сільське господарство і лісництво. Вінниця, 2013. 27 с.
5. Ткач В.П., Мешкова В.Л. Сучасні проблеми оптимізації лісистості України. *Лісівництво та агролісомеліорація*. Харків: УкрНДІЛГА, 2013. 113. С. 8-13.

Марія ОГОРОДНІК *,
Студентка 4 курсу,
Факультет агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

МІКРОКЛОНАЛЬНЕ РОЗМНОЖЕННЯ В'ЯЗА ГЛАДЕНЬКОГО (*ULMUS LAEVIS PALL.*)

Анотація. Дослідження методом розмноження рослин *Ulmus laevis Pall.* в умовах *in vitro*. Проаналізовано залежність морфогенної активності тканин та органів від гормонального складу поживних середовищ. Підібрані найбільш оптимальні середовища для розмноження за умов стерильної культури. Аналіз вивчення фітогормонів на генно-морфологічні реакції *Ulmus laevis Pall.* спостерігали, що для індукції клонування та ризогенезу потрібні не лише для впливу на регуляцію росту, а і їх кількість у субстраті.

Abstract. *Plant propagation study Ulmus laevis Pall. in vitro. The dependence of the morphogenic activity of tissues and organs on the hormonal composition of nutrient media has been analyzed. Better media were selected for propagation under sterile culture conditions. Analysis of the study of phytohormones on the genomorphological reactions of Ulmus laevis Pall. observed that for the induction of cloning and rhizogenesis, they are needed not only to influence growth regulation, but also their amount in the substrate.*

Вступ

В Україні теоретичні та методичні дослідження у галузі біотехнології сільськогосподарських рослин виконують: мікроклональне розмноження (МКР), оздоровлення рослин, клітинну селекцію та генетичну трансформацію [3].

Біотехнології у сільськогосподарському рослинництві дають можливість отримати нові високоврожайні та адаптивні сорти, стійкі до хвороб і непридатних ґрунтових та кліматичних умов навколишнього середовища [4].

В'яз гладенький – це цінною деревною породою, яка має міцну деревину, якою загалом озеленюють населені пункти у полезахисному розведенні для закріплення ґрунту: ярів, балок та відвалів. Ця деревина відома ще своїми лікарськими властивостями – ранозагоювальною, антибактеріальною, протизапальною та кровоспинною діями. Та ареал ільмових лісів із кожним роком скорочується внаслідок голландської хвороби ільмових та діяльності людини [1].

Мікроклональне розмноження – дієвий спосіб зберегти зрілі дерева, які здатні протистояти голландській хворобі

Мета дослідження полягала у розробці технології мікроклонального розмноження породи в'яза гладенького (*Ulmus laevis Pall.*), що включала використання перспективних варіантів стерилізації живильного середовища та

*Науковий керівник: Телекало Н.В. канд. с.-г. наук, доцент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур.

рослинного матеріалу з отриманням однорідного посадкового матеріалу й подальша його адаптація.

Матеріали та методи досліджень

Для забезпечення максимального генетичного клонованого матеріалу метою, якою є запобігти появу аномальних рослин використовують слабо диференційовані та молоді тканини. Експланти отримали із навколишнього середовища, шляхом стимуляції меристем у лабораторних умовах ($t=24\pm 2^\circ\text{C}$, вологість повітря 60-70 %). Експериментально були підібрані антисептики та режим стерилізації [2].

У процесі мікроклонального розмноження відіграють важливу роль не лише генотипові та видові властивості культивованих клітин, тканин та органів, але й гормональний баланс, співвідношення цитокінінів та ауксинів у складі живильного середовища [5, 7].

З метою визначення оптимального середовища до умов органогенезу і розвитку в'яза гладенького в дослідах ми застосовували живильні середовища вони характеризувались різними співвідношеннями макро- та мікроелементів.

Культивування застосовували на середовищах WPM та MS, із цитокінінів у середовища додавали 6-бензиламінопурин, з ауксинів – 3-, вітамінів, кислота індолілмасляна та нафтил-оцтову кислоту, мезоінозит (100 мг/л), сахарози (25 г/л) та активоване вугілля. Як желуючі агенти застосовували агар (6 г/л). Ці середовища мали рН 5,7-5,8. Пасажування на живильне середовище проводили через 25-30 діб. Культивування експлантів відбувалося у кімнаті з кондиціонером на скляних стелажах при температурі $25\pm 1^\circ\text{C}$, відносної вологості повітря 70-75 %, фотоперіоду 16 годин і штучного освітлення інтенсивністю 3-5 тис. Стерильний посуд, матеріали, інструменти та живильні середовища готували згідно з загальноприйнятими стандартами [6, 7].

Результати дослідження.

Внаслідок експерименту найпридатнішим матеріалом для введення в культуру *in vitro* були штучно пробуджені бруньки. Вони дуже добре піддавалися стерилізації та характеризувалися значним розвитком. Здерев'янілий матеріал мав практично 100 % зараження патогенною мікрофлорою.

Аналіз показав, що менш ефективним стерилізатором виявився гіпохлорид натрію. Внаслідок його застосування отримали 2,8-10,6 % стерильних експлантів. Тому подальше його використання вважається недоцільним.

Після дії нітрату срібла цей показник варіює в межах 8,6-31,2 % залежно від концентрації та експозиції. Внаслідок поверхневої стерилізації 0,2 % дихлориду ртуті впродовж 4 хв отримано найбільшу частку стерильних життєздатних експлантів *Ulmus laevis Pall.* – 77,1 %.

Через три тижні на всіх варіантах середовища було помічено індукцію регенерації пагонів, проте інтенсивність проліферації до кінця субкультивування була різною та залежить від концентрації регуляторів росту. У найкращих варіантах з оптимально підібраним співвідношенням фітогормонів, які відіграють основну роль у регуляції росту, впродовж місяця спостерігали прямий

морфогенез, внаслідок якого активації меристемних тканин відбувалось формування нових пагонів, що відрізнялись швидким ростом.

Активний ріст пагонів спостерігали як на середовищі MS, так і на WPM. Вміст БАП в середовищах складав 0,5-2,0 мг/л. Досліджено, що низькі концентрації 6-БАП стимулювали швидший ріст пагонів, які через місяць сягали 2-3 см. Найвагоміші результати отримано на середовищі MS із додаванням 1,5 мг/л БАП і активованого вугілля (1 г/л) та середовищі WPM, до складу якого входили фітогормони БАП (1,0 мг/л) і НОК (0,5 мг/л) отримані мікропагони перенесли на свіжі живильні середовища, збільшуючи кількість клонованих культур.

Наступним етапом роботи було укорінення рослин регенератів. Пасажування отриманих мікропагонів виконували у середовищах WPM та MS із повним та наполовину зменшеним складом мікро- та макросолей, так саме з вмістом 3-ІМК в концентраціях 0,5-3,0 мг/л. Ініціацію ризогенезу відзначали через два тижні. Стало відомо, що зменшення вмісту макро- і мікросолей сприяли швидшому вкоріненню експлантів. Найкращі результати отримано на варіанті середовища $\frac{1}{2}$ WPM+2,5 мг/л ІМК. явище ризогенезу спостерігали у 75 % експлантів.

Висновок

Відмічено, що мікроклональне розмноження дає можливість протягом одного місяця одержати велику кількість генетично однорідного посадкового матеріалу.

Попередні дослідження допомогли розробити нові підходи до мікроклонального розмноження в'яза гладенького (*Ulmus laevis* Pall.). найважливішою метою розроблення методів є необхідність особливого добору живильного середовища для культивування різних експлантів на кожному етапі мікроклонального розмноження. Оптимальним варіантом середовища забезпечити повну реалізацію морфогенетичного потенціалу експланту з утворенням укорінених рослин є - $\frac{1}{2}$ WPM+2,5 мг/л ІМК.

Список використаних джерел

1. Телекало Н.В., Матусяк М.В., Прокопчук В.М. Лісівничо-екологічні особливості лісовідновлення та лісорозведення в умовах Поділля: монографія. Вінниця: ТВОРИ. 2021. 184 с.
2. Буценко Л.М., Пирог Т.П. Біотехнологічні методи захисту рослин: підручник. К.: Видавництво Ліра-К, 2018. 346 с.
3. Комісаренко С.В. Про результати виконання програми НАН України «Молекулярні та клітинні біотехнології для потреб медицини, промисловості та сільського господарства». *Вісник Національної академії наук України*. 2020. № 1. С. 48-55.
4. Біотехнологія рослин: посібник, Т.М. Сатарова, О.Є. Ібраїмова, А.І. Вінніков, А.В. Черенков. Дніпро : Адверта, 2016. 136 с.

5. Пляцук Л.Д. Екологічна біотехнологія: принципи створення біотехнологічних виробництв : навчальний посібник. Л. Д. Пляцук. Суми : Сумський державний університет, 2018. 293 с.

6. Біотехнологія : навчальний посібник. О.О. Воронкова та ін. Дніпро : Ліра, 2018. Т. 1. 200 с.

7. Захарченко О. Адаптація виду в'язу гладенького (*Ulmus Laevis Pall.*) до умов *in vivo*. *Вісник НЛТУ України*. 2015. 25(6). С. 44-47. <https://nv.nltu.edu.ua/index.php/journal/article/view/904>

Олександр КВАСНЕВСЬКИЙ*,

Студент 4 курсу,

Факультет агрономії та лісівництва,

Вінницький національний аграрний університет,

Вінниця, Україна.

ОЦІНКА СУЧАСНОГО СТАНУ ПОЛЕЗАХИСНИХ ЛІСОВИХ СМУГ НА ТЕРИТОРІЇ ВІННИЧЧИНИ ТА УКРАЇНИ

Анотація. Під час проведення досліджень нами було визначено стан полезахисних лісових насаджень, їх вікову та видову структуру, а також площу на якій вони зростають.

Згідно наших досліджень площа ПЗЛС на території України становить 466 тис. га. Це переважно 40-60 річні насадження, в яких переважають такі деревні породи: дуб червоний (*Quercus rubra L.*), ясен зелений (*Fraxinus lanceolata Borkh.*), ясен американський (*Fraxinus americana L.*), біла акація (*Robinia pseudoacacia L.*), клен польовий (*Acer campestre L.*), клен гостролистий (*Acer platanoides L.*), липа серцелиста (*Tilia cordata Mill.*) та інші. Майже всі насадження знаходяться в занедбаному стані та потребують реконструкції та відновлення.

Нами були запропоновані ідеї щодо вирішення проблем стану ПЗЛС, а саме: проведення тендерів щодо реконструкції захисних насаджень, залучення інвесторів та їх зацікавлення у довгостроковій співпраці.

Abstract. During the research we determined the condition of field protective forest plantations, their age and species structure, as well as the area on which they grow. According to our research, the area of PZLS on the territory of Ukraine is 466 thousand hectares. These are mainly 40-60-year-old plantations, in which the following tree species predominate: red oak (*Quercus rubra L.*), green ash (*Fraxinus lanceolata Borkh.*), American ash (*Fraxinus americana L.*), white acacia (*Robinia pseudoacacia L.*), field maple (*Acer campestre L.*), maple (*Acer platanoides L.*) linden (*Tilia cordata Mill.*) And others. Almost all plantations are in an abandoned state and need reconstruction and restoration.

Науковий викладач: Матусяк М.В. канд. с.-г. наук, доцент.

We proposed ideas for solving the problems of the state of PZLS, namely: conducting tenders for the reconstruction of protective plantations, attracting investors and their interest in long-term cooperation.

Вступ. Полезахисні лісові насадження є основою лісомеліоративного захисту ґрунтів від вітрової та водної ерозії, вони є ключовою ланкою в системі лісомеліорації [2]. Практикою доведено, що ПЗЛС сприяють підвищенню урожайності сільськогосподарських культур, покращують водний та температурний режим, запобігають деградації ґрунту, а також знижують швидкість вітру, тим самим запобігаючи висиханню та видуванню верхнього родючого шару ґрунту.

Стан захисних насаджень за останні роки значно погіршується. Причиною цього є незадовільний санітарний стан, недосконалість конструкцій через заростання густих непродувних узлісь, а також розростання цих смуг на орні землі, що призводить до збільшення їх ширини майже в 2 рази [6].

На сьогодні більша частина інформації про стан ПЗЛС у держави відсутня. Під час проведення земельної реформи ця складова агроландшафтів залишилась поза увагою. Через невизначеність правового статусу ПЗЛС, більшість з них залишається без догляду та охорони, що також призводить до погіршення їх стану.

Виклад основного матеріалу. Штучні насадження, що розташовані вздовж масивів ріллі, які виконують кліматорегулювальні, водоохоронні та ґрунтозахисні функції – називають полезахисними лісовими смугами (ПЗЛС). Їх створювали насамперед з метою захисту посівів від несприятливих кліматичних чинників (суховії, пилові бурі), запобігання ерозії ґрунту, снігозатримання, для підвищення урожайності сільськогосподарських культур [3]. Сьогодні ці насадження відрізняються між собою за віком, породним складом та структурою. На території України в складі ПЗЛС найчастіше зустрічається: дуб червоний (*Quercus rubra*), ясен зелений (*Fraxinus lanceolata* Borkh.), ясен американський (*Fraxinus americana* L.), біла акація (*Robinia pseudoacacia* L.), клен польовий (*Acer campestre* L.), клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), липа серцелиста (*Tilia cordata* Mill.) та інші (рис. 1)..

Аналізуючи данні рис. 1 видно, що на території Вінниччини у складі ПЗЛС переважає: дуб червоний з часткою 41 %, на другому місці знаходиться ясен американський частка якого становить 15 %, біла акація – 14 %, клен польовий – 12 % та 8 %, які припадають на інші деревні породи.

В Україні полезахисна лісистість всередньому становить 1,4 %, при оптимальному показнику 3-4,5 %. Тому площу захисних лісових насаджень необхідно збільшити у 2-3 рази для більш кращого захисту агроландшафтів.

В Україні на період 2000-2015 року було передбачено загальнодержавною програмою створення полезахисних лісових смуг загальною площею 174 тис. га.

Однак на сьогодні площі полезахисних лісових смуг не те, що збільшуються, а навпаки щороку зменшується (табл. 1.), що викликає велике занепокоєння серед фахівців.

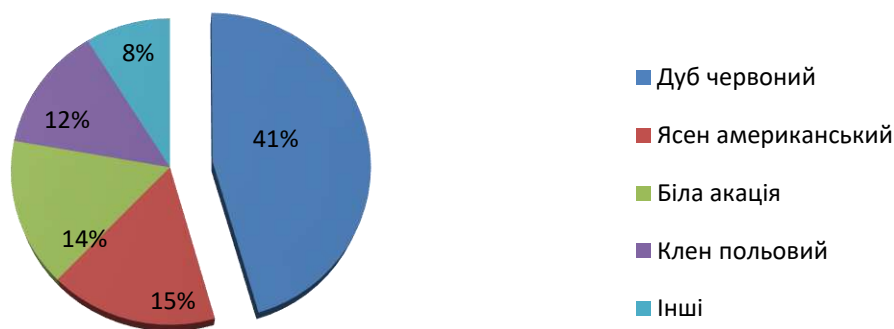


Рис. 1 - Переважання деревних порід у ПЗЛС на території Вінниччини

Як приклад можна навести той факт, що за один рік у 1980-ті було створено таку саму кількість ПЗЛС як за останні 10 років. Така катастрофічно мала кількість посадок призвела до зменшення ПЗЛС на 90 % в порівнянні з 1990 роком [4].

Площа полезахисних лісосмуг в Україні

Спираючись на офіційні статистичні данні було встановлено, що загальна площа полезахисних лісових смуг становить – 446 тис. га. Однак на тепер дана цифра не може відображати повної картини площі насаджень, оскільки державний облік ПЗЛС востаннє здійснювався у 1976 році. Сьогодні реальну площу ПЗЛС фахівці оцінюють в 350 тис. га., тобто для досягнення оптимальних показників необхідно створити ще 700 тис. га. захисних смуг.

На жаль на сьогодні полезахисні смуги знаходяться в незадовільному, занедбаному стані, через що неможуть виконувати своїх захисних функцій [6]. Також внаслідок незадовільного стану ПЗЛС випадають смуги поля сільськогосподарського обробітку шириною до 3 метрів, які прилягають до лісових насаджень. Ці частини поля можна повернути шляхом реконструкції ПЗЛС тим самим відновивши їх захисні властивості [5].

Відсутність санітарних рубок та рубок догляду призвело до захаращення, забурянення та появи небажаної чагарникової рослинності. Через порушення конструкції такі смуги втрачають свої водорегулюючі та продувні властивості. Потоки повітря в цьому випадку не проходять крізь насадження, а огинають їх. Тоді вітер буде видувати верхній родючий шар ґрунту з однієї ділянки та переносити на іншу в надлишковій кількості, те саме стосується і вологи, коли в одній частині поля виникає її надлишок, а в іншій – нестача.

Ми вважаємо, що для покращення стану ПЗЛС в Україні та Вінниччині потрібно провести глибоку реконструкцію та відновлення захисних лісових насаджень. Така робота має виконуватись відповідно до науково-обґрунтованих рекомендацій в межах Державної програми, яка має базуватись на основі «Концепції розвитку агролісомеліорації в Україні» [5]. Реалізація даної програми допоможе відновити захисні властивості лісосмуг, екологічний баланс екосистем

та підвищити урожайність сільськогосподарських культур всередньому на 3-6 ц. з га.

Для реалізації заходів щодо відновлення та реконструкції ПЗЛС пропонуємо наступні підходи:

1. Право на проведення робіт має надаватись підприємствам на основі тендерів. При цьому змагатись в тендері мають право підприємства з власною технікою для рубки та переробки дерев.

2. Приймати участь у тендері можуть приватні компанії, оскільки в Концепції розвитку агролісомеліорації в Україні зазначено, що заходи з «оптимізації площ захисних лісових насаджень лінійного типу за зональним принципом» можуть фінансуватися, в тому числі, «за рахунок коштів інвесторів».

3. Підприємство після отримання тендеру повинне взяти захисні насадження у довгострокову оренду, для виконання робіт.

4. Відновлення ПЗЛС має здійснюватись в основному за кошти інвестора.

Висновки. Комплекс лісівничих заходів, які спрямовані на покращення умов росту та розвитку сільськогосподарських культур для підвищення їх врожайності називається – агролісомеліорація. Вона передбачає створення захисних лісових насаджень вздовж полів, водойм, залізниць, автострад, для закріплення ярів, пісків та озеленення населених пунктів. На території України захисні лісові насадження розташовані на площі в 446 тис. га. В складі ПЗЛС найчастіше зустрічається: дуб червоний (*Quercus rubra* L.), ясен зелений (*Fraxinus lanceolata* Borkh.), ясен американський (*Fraxinus americana* L.), біла акація (*Robinia* L.), клен польовий (*Acer campestre* L.), клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), липа серцелиста (*Tilia cordata* Mill.) та інші.

Як показали наші дослідження майже всі захисні насадження знаходяться в занедбаному стані, внаслідок чого втрачаються їх захисні функції. Окрім того їх частка щорічно зменшується, це може бути пов'язано з незаконними рубками, недбалим ставленням та низькими темпами відновлення та створення нових ПЗЛС.

Список використаних джерел

1. Захист довкілля. Лісові ділянки вздовж залізничних і автомобільних доріг та у смугах їх відведення захисні. Норми виділення: ДСТУ 7173: 2010. [Чинний від 2012-07-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2011. 10 с. (Національний стандарт України).

2. Малуґа В. М. Захисні лісові насадження – важливий структурний елемент у формуванні національної екологічної мережі. *Лісівництво та агролісомеліорація*. 2008. Вип. 113. С. 150-157.

3. Пилипенко О. І., Юхновський В. Ю., Ведмідь М. М. Системи захисту ґрунтів від ерозії. Київ. Культурно-освітній, видавничо-поліграфічний центр «Златояр», 2004. 435 с.

4. Попов А. В. Історія розвитку залізничних снігозахисних лісонасаджень *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23.5. С. 187-191.

5. Стадник А.П. Оптимізація структури захисних лісових насаджень та їх систем в агроландшафтах України. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2018. Вип. 16. С. 70-80.

6. Сидоренко С. В., Сидоренко С. Г. Сучасний стан та ріст полезахисних лісових смуг Харківської області та їхня меліоративна ефективність. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2018. Вип. 133. С. 39-53.

Олександр КВАСНЕВСЬКИЙ*,

Студент 4 курсу,

Факультет агрономії та лісівництва,

Вінницький національний аграрний університет,

Вінниця, Україна.

ОСОБЛИВОСТІ МІКРОКЛОНАЛЬНОГО РОЗМНОЖЕННЯ РОСЛИН РОДУ *SALIX L.*

Анотація. При проведенні досліджень мікроклонального розмноження рослин роду Верба (*Salix L.*) нами було використано 2 типи рослинного матеріалу: мікропагони отримані в січні-лютому у лабораторних умовах – експлант I, та експлант II, які були ізольовані весною із природних умов. Також ми визначили оптимальне живильне середовище для вирощування експлантів, ним виявилось живильне середовище Мурасіге і Скуга.

Під час стерилізації рослин нами було протестовано різні види стерилізуючих речовин, серед яких найбільш ефективними виявились 1 % $AgNO_3$ із часом стерилізації 10 хв. та подальшим перенесенням експлантів у 2,5 % розчин $NaClO$, та розчин 0,1% $HgCl_2$ із часом стерилізації 5 хв., який краще підходить до експлантів ізольованих навесні.

В результаті проведеної роботи нами було зафіксовано, що початок відновлення рослини спостерігається на 11-35 добу культивування, тоді як процес коренеутворення відбувається на 20-35 добу.

Abstract. In the study of microclonal propagation of plants of the genus Willow (*Salix L.*) we used 2 types of plant material: micropods obtained in January-February in the laboratory - explants I, and explants II, which were isolated in the spring from natural conditions. We also determined the optimal nutrient medium for growing explants, which turned out to be the hormone-free nutrient medium Murashige and Skuga.

During sterilization of plants, we tested different types of sterilizing substances, among which the most effective were 1% $AgNO_3$ with a sterilization time of 10 minutes. and subsequent transfer of explants to 2.5% $NaClO$ solution, and 0.1%

Науковий викладач: Матусяк М.В. канд. с.-г. наук, доцент.

HgCl₂ solution with a sterilization time of 5 minutes, which is better suited to explants isolated in the spring

As a result of our work, we recorded that the beginning of plant recovery is observed on 11-35 days of cultivation, while the process of rooting occurs on 20-35 days.

Вступ. Рослини роду Верба (*Salix L.*) поширені майже на всій території України, та мають надзвичайно велике значення для господарства: озеленення населених пунктів, плантаційного вирощування та агролісомеліорації. Вони насамперед є джерелом деревини та лікарської сировини, також вважаються чудовими медоносами, їх використовують для селекційних та гібридизаційних робіт. Серед великої різноманітності видів особливу увагу заслуговує: верба ламка (*Salix fragilis L.*), верба біла (*Salix alba L.*), верба матсудана «Тортуоза» (*Salix matsudana «Tortuosa»*), верба вавилонська (*Salix babilonica L.*) [5, 6]. Верби розмножують зазвичай вегетативним та насінневим способами. Основними недоліками насінневого відновлення є: неможливість залишити та зберегти цінні властивості окремих дерев, а також швидку втрату життєздатності насіння [2]. Верби також можна розмножувати відсадками, стебловими живцями, поділом кущів, щепленням і т. д. [0, 5, 6]. На сьогодні перспективним напрямком є вирощування рослин в умовах *in vitro*, це дає змогу отримати оздоровлений садивний матеріал упродовж року, незалежно від вегетаційного періоду, що є надзвичайно актуально [1, 3, 4].

Мета дослідження – розробити технологію мікроклонального розмноження рослин: *S. Alba*, *S. Fragilis*, *S. Babilonica*, *S. Matsudana «Tortuosa»*, та отримати життєздатні рослини-регенеранти з наступним їх цільовим використанням.

Об'єкт досліджень – деревні рослини роду *Salix L.* та їх експланти.

Матеріали та методика дослідження. При проведенні експерименту в якості матеріалу використовувались частини однорічних пагонів довжиною 10-15 см., які були ізольованими з 3-10 річних рослин-донорів *S. Fragilis*, *S. Babilonica*, *S. Alba*, *S. Matsudana «Tortuosa»*. В якості експланту I були використані мікропагони довжиною 10-15 мм., які отримали взимку у лабораторних умовах шляхом штучної активації меристем, а експланти II – ізольовані весною із природних умов. Стерилізацію досліджуваних матеріалів проводили розчинами: 70% етиловим спиртом (1 хв. 2,5 % NaClO (10-20 хв.), 1 % AgNO₃ (10-20 хв.)). Асептичні умови створювали за методами, загальноприйнятими в біотехнології.

При введенні експлантів у культуру *in vitro* використовувалось живильне середовище Мурасіге і Скуга. Від експлантів відділили активовані мікропагони з бічних меристем і помістили їх на живильні середовища, які містять в собі: 30 г/л сахарози, 100 мг/л. мезоінозитулу, 2 г/л активованого вугілля, 7 г/л мікробіологічного агару. Показник кислотності середовища (pH) доводили до рівня 5,7-5,9. Рослини-регенерати та мікропагони культивували в освітленому приміщенні при температурі 25°C та вологості повітря 70-75% з 16 годинним фотоперіодом. Після завершення кожного циклу культивування рослин

визначали морфометричні показники: довжину кореневої системи та мікропагона, коефіцієнт розмноження.

Із стерильних листових пластинок та частини мікропагонів отримували калюсну тканину. Скальпелем на експлантах штучно робили насічки. Культивували рослинний матеріал в чашках Петрі на поверхні живильного середовища у термостаті без освітлення при температурі 25°C та вологості повітря 70-75% протягом 30-35 діб.

Результати досліджень. Для отримання життєздатних культур *Salix L.* важливою умовою є правильний добір ефективних способів стерилізації дослідного матеріалу. Для цього було використано широкий спектр стерилізуючих речовин з різними методами оброблення експлантів (таблиця 1).

Таблиця 1

Варіант	Режим стерилізації експлантів	Ефективність стерилізації рослин, %	
		експлантати I	експлантати II
1	2,5 % NaClO упродовж 10 хв	70	14,3
2	2,5 % NaClO упродовж 20 хв	0	50
3	1 % AgNO ₃ упродовж 10 хв 8	80	21,7
4	1 % AgNO ₃ упродовж 20 хв	0	35
5	1 % AgNO ₃ упродовж 10 хв з наступним витримуванням у 2,5 % NaClO	0	90
6	0,1 % HgCl ₂ упродовж 5 хв	86,7	11,7
7	0,1 % HgCl ₂ упродовж 10 хв	23,3	71,7

Ефективність стерилізації експлантів рослин роду *Salix in vitro*

Оскільки за особливостями анатомічної будови пагонів експланти I відрізняються від експлантів II, тому й режим їх стерилізації буде відрізнятися. Аналізуючи дані з таблиці 1 видно, що при стерилізації експлантів I недоцільно використовувати (варіант 5), а також препарати з вмістом дихлор ртуті (варіант 7), сріблом (варіант 4) та хлором (варіант 2) з тривалістю понад 10 хв., тому що при таких умовах стерилізація була малоефективною.

При використанні 2,5 % NaClO протягом 10 хв. (варіант 1) ефективність стерилізації для експлантів I становила 70%. Добрий показник отримав розчин 1 % AgNO₃ із часом стерилізації протягом 10 хвилин (варіант 3). Однак найбільш ефективним виявився розчин 0,1 % HgCl₂ протягом 5 хв. (варіант 6), його ефективність становила – 86%. Саме через це експлант I рослин *S. Fragilis*, *S. Babilonica*, *S. Alba*, *S. Matsudana* «Tortuosa» стерилізували в цьому розчині.

Для кращої нейтралізації зовнішньої мікрофлори експлантів II необхідно застосувати ступінчастий спосіб стерилізації. Його суть полягає в почерговому витримуванні у 1 % AgNO₃ на протязі 10 хв., із подальшим перенесенням у 2,5 % NaClO (варіант 5).

Результати випробувань живильного середовища Мурасіге і Скуг на придатність для регенерації експлантів рослин *S. Fragilis*, *S. Babilonica*, *S. Alba*, *S. Matsudana* «*Tortuosa*» наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Початок настання регенераційних процесів у експлантатах рослин роду *Salix in vitro*

Вид/культивар	Виявлення ознак життєдіяльності	Регенерація бічних бруньок, доба	Коренеутворення, доба
<i>S. Fragilis</i>	6-13	11-18	20-29
<i>S. Alba</i>	8-10	12-20	19-35
<i>S. Matsudana</i> « <i>Tortuosa</i> »	10-15	16-22	-
<i>S. Babilonica</i>	15-20	21-35	-

Інтенсивність регенерації залежить від генотипових особливостей рослин і проявляється в основному на 11-35 добу культивування. Процес регенерації бічних бруньок найшвидше відбувався у *S. Fragilis* на 11-18 добу, а найповільніше - *S. Babilonica* на 21-35 добу. Також фіксувалось утворення кореневої системи в експлантів рослин *S. Fragilis* та *S. Alba* на 20-29 і 19-35 добу культивування, відповідно. Досліджені рослини можна розмістити в порядку зниження інтенсивності регенерації *in vitro*: *S. Fragilis* > *S. Alba* > *S. Matsudana* «*Tortuosa*» > *S. Babilonica*. Перші два види експлантів, швидше за все володіють широкою нормою реакції генотипу, через що інтенсивність регенерації доволі висока на живильному середовищі. Тоді як для *S. Matsudana* «*Tortuosa*» необхідно застосувати регулятори росту тому, що на середовищі Мурасіге і Скуг коренеутворення не спостерігається.

Висновки: Висока ефективність стерилізації експлантів I рослин: *S. Fragilis*, *S. Babilonica*, *S. Alba*, *S. Matsudana* «*Tortuosa*» (понад 80%), було досягнуто при застосуванні 1 % AgNO_3 впродовж 10 хв. та подальшим їх перенесенням у 2,5 % розчин NaClO . Експланти II доцільніше стерилізувати розчином 0,1% HgCl_2 упродовж 5 хв. Регенерація рослин залежить від генетичних особливостей виду і спостерігається в основному на 11-35 добу. Початок утворення коренів рослин *S. Fragilis* та *S. Alba* спостерігалось на 20-29 і 19-35 добу культивування, відповідно.

Список використаних джерел

1. Чорнобров О.Ю. Біотехнологічні особливості мікроклонального розмноження рослин роду *Salix L.* *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. № 26 (7). С. 171-179.
2. Худолєєва Л.В., Куцоконь Н.К. та ін. Введення в культуру *in vitro* клонів тополь та верб перспективних для відновлюваної енергетики. *Науковий вісник*

Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи). 2017. Т.9. Вип.1. С. 18-22.

3. Кушнір Г.П., Сарнацька В.В. Мікроклональне розмноження рослин: теорія і практика : монографія. К. : Вид-во: Наук. думка, 2005. С. 269.

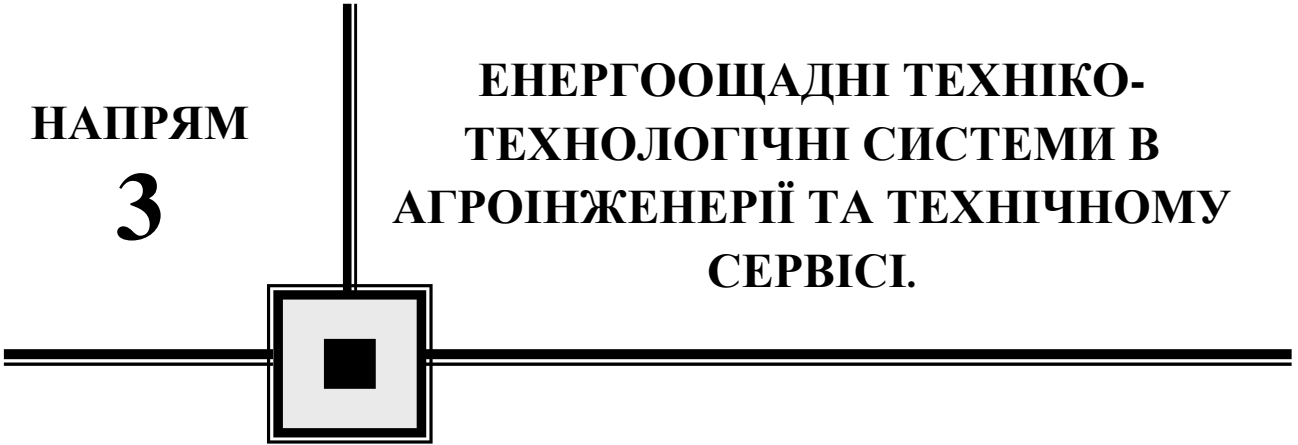
4. Телекало Н.В., Матусяк М.В., Прокопчук В.М. Лісівничо-екологічні особливості лісовідновлення та лісорозведення в умовах Поділля: монографія. Вінниця: ТВОРИ. 2021. 184 с.

5. Мельничук М.Д., Кляченко О.Л. Біотехнологія а агросфері: Навчальний посібник. К., 2014. 245 с.

6. Грегірчак Н.М., Антонюк М.М., Буценко Л.М. Імобілізовані ферменти і клітини в біотехнології: Навч. посіб. К.: НУХТ, 2015. 267 с.

НАПРЯМ
3

ЕНЕРГООЩАДНІ ТЕХНІКО-
ТЕХНОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ В
АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОМУ
СЕРВІСІ.



Сергій БОНДАР*,
магістр 2 року навчання,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ
РОБОЧОГО ОРГАНУ КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО
ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Анотація. Дослідженнями багатьох вчених фізіологів встановлено, що головною умовою росту рослин є волога. Умови її збереження в ґрунті вирішуються технологією, коли її випаровування підпорядковуються конкретним законам капілярного випаровування і термодинамічному ефекту. Проходження цих процесів в першу чергу, залежить від стану поверхневого - посівного шару ґрунту. Головними його параметрами є: поверхня без брил і грудок; наявність мульчуючого верхнього шару, що зберігає тепло і вологу.

Існуючі ґрунтообробні робочі органи, що використовуються при передпосівному обробітку, технологічно можуть працювати на глибині понад 6 см. Глибина заробки насіння зернових і технічних культур при посіві в середньому не перевищує 5 см.

У результаті досліджень встановлено, що при передпосівному обробітку використовуються деформації стискування ґрунту, що, як відомо, більш енергоємне, як деформація розтягування та зсуву. Не забезпечується виконання агротехнічних вимог відносно ступеня кришіння ґрунту, винесення вологого ґрунту на поверхню, гребнистості. Для покращення якості обробітку запропоновано ґрунтообробний робочий орган культиватора у вигляді двоярусної лапи.

*Науковий керівник – Бабин І.А., к.т.н., доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва інженерно-технологічного факультету ВНАУ.

***Annotation.** Studies by many physiologists have shown that the main condition for plant growth is moisture.*

The conditions of its preservation in the soil are solved by technology, when the conditions of its evaporation are subject to specific laws of capillary evaporation and thermodynamic effect. Passage of these processes first of all, depends on a condition of a superficial - sowing layer of soil, its main parameters are: a surface without blocks and lumps; the presence of a mulching top layer that retains heat and moisture.

The existing tillage implements used in pre-sowing cultivation can technologically work at a depth of more than 6 cm. The depth of earing seeds of cereals and industrial crops when sowing does not exceed 5 cm on average.

As a result of research it is established that during pre-sowing tillage deformations of soil compression are used, which is known to be more energy-intensive than tensile and shear deformations. It is not ensured that the agro-technical requirements for the degree of soil crumbling, removal of moist soil to the surface, ridge. To improve the quality of cultivation, a tillage working body of the cultivator in the form of a two-tiered paw is proposed.

Вступ. У створенні сприятливих умов важливу роль для обробітку сільськогосподарських культур відіграє раціональний обробіток ґрунту з використанням сучасних машин та інноваційних робочих органів. Один з найважливіших агротехнічних заходів отримання високих врожаїв - культивування ґрунту, яку здійснюють культиваторами для суцільного та міжрядного обробітку. За останні роки суттєво змінилися робочі швидкості. З початку 30-х років ХХ століття були проведені роботи з використання машино-тракторних агрегатів на підвищених до 9 км/год швидкостях, з початку 60-х років ці робочі швидкості було переглянуто у бік збільшення до 12 км/год [1].

У багатьох науково-дослідних установах країни, ведуться роботи, спрямовані на подальше підвищення швидкості до 18 км/год, оскільки застосування підвищених швидкостей при виконанні технологічних процесів сприяє не тільки зростанню продуктивності МТА, а й забезпечує ефективний розвиток сільського господарства та пошук нових шляхів удосконалення машин та їх робочих органів. Збільшення продуктивності перспективніше не за рахунок збільшення ширини захвату, а за рахунок швидкостей робочого руху. Це значно підвищує маневреність машин і знижує їх матеріаломісткість. [3].

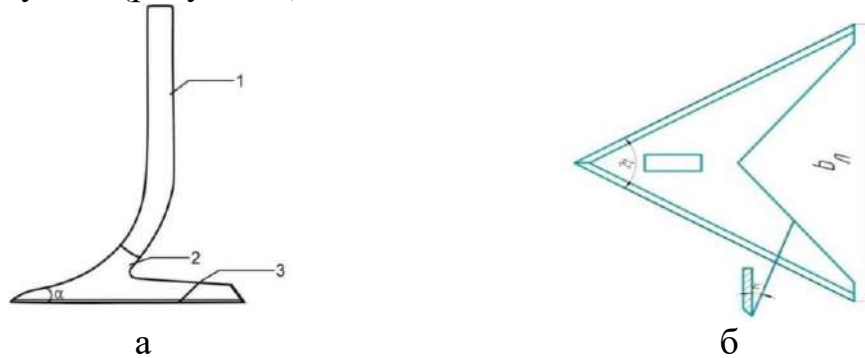
Виклад основного матеріалу. Серед робочих органів, якими обладнуються культиватори для передпосівного обробітку ґрунту, можна виділити: стрілочасті лапи шириною захвату від 80 до 330 мм та кутом кришіння 12...16°; секції зубових борін або борін із пружинними зубами; різного виду ущільнюючі котки.

Лапа є на даний момент найпоширенішим робочим органом культиваторів. Вона виконує дві функції: підрізання бур'янів і розпушування ґрунту.

При роботі стрілчастої лапи з кутом кришіння відбувається оголення дна борозни, вологий ґрунт виноситься на поверхню, поверхня ґрунту після обробітку стає гребенистою, збільшується площа випаровування, що вкрай небажано, особливо в посушливих районах. Ці фактори є суттєвими недоліками.

[1].

Стрілчаста лапа складається з стійки 1, леміша 2, що виконує функцію ножа та розпушувача (рисунок 1).



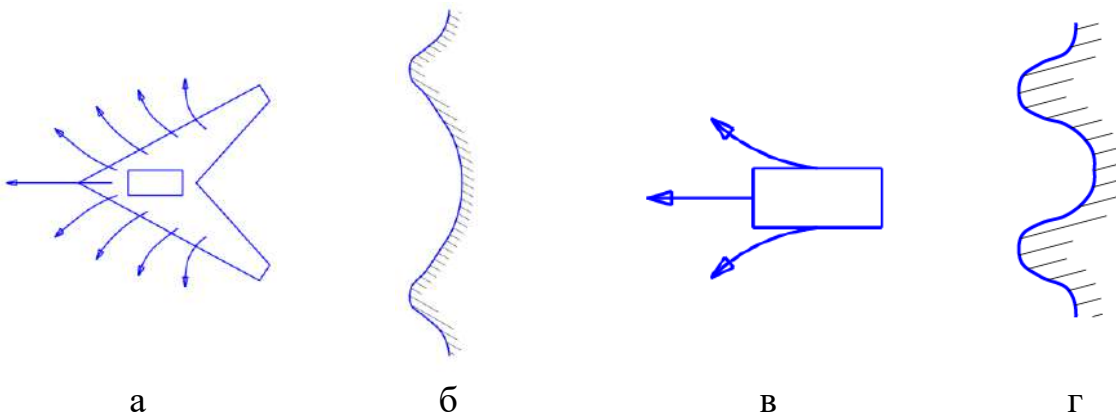
а - вид збоку; б – вид зверху: 1 – стійка, 2 – леміш, 3 – ріжуча кромка.
Рисунок 1. Схема стрілчастої лапи

Основними характеристиками стрілчастої лапи є: ширина захвату, кут розхилу лез леміша 2γ , кут кришіння α , кут нахилу крила до горизонтальної площини \mathcal{E} .

Для плоскорізальних стрілчастих лап $\alpha = 8 \dots 10^\circ$, $\mathcal{E} = 15 \dots 18^\circ$; для розпушувальних - $\alpha = 12 \dots 16^\circ$, $\mathcal{E} = 25 \dots 30^\circ$.

Кут 2γ варіює в межах від 60 до 70° . Глибина ходу стрілчастих лап (глибина обробітку ґрунту) - до $0,10 \dots 0,12$ м.

Робочий орган діє ґрунт з одного боку. У зоні контакту при цьому відбувається зминання ґрунту та деформація його. Рівнодіючі від сили нормального тиску та сили тертя для робочих органів з плоскими поверхнями спрямовані вгору. Вони здійснюють зміщення та відкидання ґрунту з частковим розпушуванням та кришінням (рисунок 2).



а - вплив лемішем; б - вплив стійкою "вверх-вниз"; в - вплив стійкою «вбік»; г - борозенка

Рисунок 2. Схема напрямків руху ґрунту при впливі на нього стрілчастої лапи

Енергія, що отримується ґрунтом після впливу на нього стрілчатою лапою, визначається за формулою:

$$W = \frac{mv^2}{2} \sin \alpha (1 - f) \quad 1.$$

Де: v - швидкість робочого руху, м / с;

m - маса ґрунту що відкидається, кг;

f - коефіцієнт тертя ґрунту по поверхні робочого органу;

α - кут кришіння леміша, град.

Із збільшенням швидкості робочого руху v та кута кришіння леміша α енергія зростає. Забезпечується покращення кришіння ґрунту. Однак при цьому збільшується дальність відкидання [2].

Відкидання підрізаного ґрунту відбувається під дією сили F_0 - рівнодіючої горизонтальній силі F_T та сили нормального тиску F_n (рисунок 3 а). Сила тертя $F_T = F_n f$.

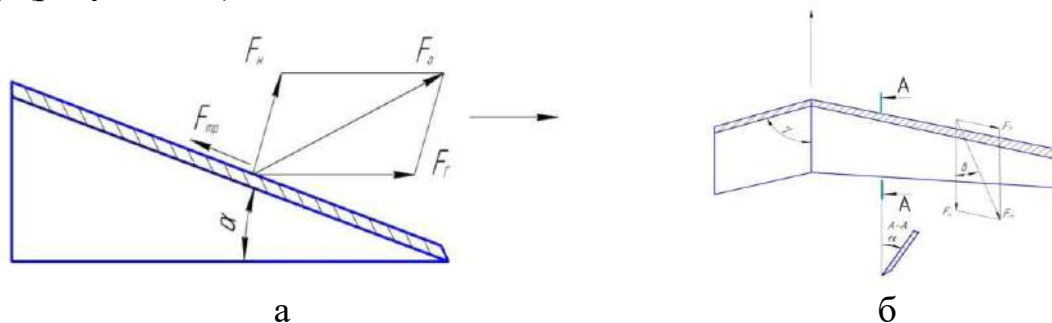
Швидкість поздовжнього руху шару ґрунту, що підрізається, по межі лапи (рисунок 3 а) визначається за формулою

$$V_T = V \cos \alpha \quad 2.$$

При збільшенні кута α значення $\cos \alpha$ зменшується і швидкість V_T знижується. Як наслідок, лапа «штовхає» ґрунт перед собою. В результаті відбувається ущільнення ґрунту, утворення валика.

Проте при $\alpha = 0$ ($V_T = V_P$) ущільнення не відбувається.

Рівнодіюча сили F_L та реакції ґрунту F_T сила $F_{зм}$ призводить до зміщення ґрунту (рисунок 3 б).



а – відкидання ґрунту; б – зміщення ґрунту в сторону

Рисунок 3. Схема сил, відкидання та зміщення ґрунту при впливі стрілкової лапи

Використовуючи формулу Л. В. Горячева, величину кута між траєкторією руху шару ґрунту по межі лапи та напрямом руху δ з врахуванням швидкості робочого руху можна визначати за наступною залежністю:

$$\arctan \delta = \sin \alpha \cdot \operatorname{tg} \gamma [1 + \mu(v - v_0)] \quad 3.$$

При $\alpha = 16^\circ$ та $\gamma = 35^\circ$ $v = 18$ км/год, $\delta = 17^\circ$.

При $\alpha = 0$ зсування ґрунту в сторони практично не відбувається.

Відсутність кута кришіння дозволяє зменшити глибину ходу леміша лапи

$$h_{min} = (t_n + l \sin \alpha)(1 + f)[1 + \mu(v - v_0)] \quad 4.$$

Де: t_n - товщина леміша лапи, мм;

l - ширина леміша, мм.

Розрахунки показують, що для стрілочастих лап з $\alpha = 16^\circ$, $t_n = 6$ мм, $l = 60$ мм, $v = 12$ км/год, $\mu = 0,08$ мінімальна глибина обробітку $h_{min} = 49$ мм.

Для $\alpha = 0$ мінімальна глибина ходу леміша дорівнює $h_{min} = 15$ мм.

На підставі проведеного аналізу встановлено, що робочий орган повинен підрізати бур'яни на глибині загортання насіння з $\alpha = 0$, руйнувати капіляри, що призводять до випаровування ґрунтової вологи, підтримувати задану глибину обробітку ґрунту, що відповідає глибині загортання насіння (таблиця 1).

Таблиця 1

Глибина загортання насіння просапних культур

Культура	Глибина загортання насіння, см	Культура	Глибина загортання насіння, см
Кукурудза	6-8	Просо	2-3
Соняшник	5-7	Сорго	3-4
Соя	3-4	Бавовник	3-5
Квасоля	4-5	Гречка	3-5
Буряк	2,5-3	Льон-довгунець	3-5
Помідор	3-4	Диня	5-7
Кавун	6-8	Кабачок	4-6
Огірок	3-4	Гірчиця	3-5

Ось чому в ґрунтообробних культиваторах застосовують різні варіанти вирівнювання поверхні після проходження стрілочастих лап. Після кожної лапи встановлюють диски; розміщують позаду культиватора котки різної модифікації, зубові борони.

Усе це призводить до зростання питомої матеріалоемності культиваторів.

Для широкозахватних культиваторів вона складає 292, а зарубіжних – 390 кг/м.

Відомо, що стандартна стрілочаста лапа утворює борозенки, які збільшують випаровування ґрунтової вологи, що особливо важливо при міжрядному обробітку ґрунту. Рослинам, що ростуть, потрібно достатньо ґрунтової вологи. При обробітку зволоженого ґрунту утворюються брили, вивертаються великі грудки ґрунту.

Виникає необхідність у розробці та дослідженні інноваційних ґрунтообробних лап.

Висновки. З проведених аналітичних досліджень встановлено, що при передпосівному обробітку ґрунту використовуються деформації стискання ґрунту, що, як відомо, енергоємніше, як деформація розтягування та зсуву. Не забезпечується виконання агротехнічних вимог щодо ступеня кришіння ґрунту,

винесення вологого ґрунту на поверхню, гребенистості.

Запропоновано ґрунтообробний робочий орган культиватора у вигляді двоярусної лапи. Стійка має трикутний переріз, що забезпечує сходження з неї рослинних залишків. Через відсутність на секціях культиватора копіювальних котків і систем регулювання глибини ходу лап знижується його матеріаломісткість.

Список використаних джерел

1. Машина для рослинництва: навч. посіб. Д.Г. Войтюк, О.П. Деркач, В.С. Лукач. *Ніжин. Видавець ПП Лисенко М.М.* 2017. 352с.
2. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин: навч. посіб.. для студ. вищ. навч. закл. техн. профілю. Т. 1, ч. 2. Машина для сівби та садіння. Око, 2001. 451 с.
3. Історія сільськогосподарської техніки: від ціпа до комбайна: монографія. О. П. Деркач, О. М. Погорілець. Київ. *ЗАТ "Нічлава"*. 2015. 124 с.
4. Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. та ін. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку. Підручник. Вища освіта, 2005. 464 с.

Руслан БУЛІН*¹,

магістрант 2-го року навчання,

Роман ЛИСЕНКО

магістрант 1-го року навчання,

інженерно-технологічний факультет,

Вінницький національний аграрний університет,

Вінниця, Україна.

ДИФЕРЕНЦІЙОВАНИЙ РОЗПОДІЛ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА ЗНАРЯДЯ ДЛЯ ЙОГО РЕАЛІЗАЦІ

***Анотація.** Розглянута необхідність пошарового диференційованого внесення мінеральних добрив при вирощуванні картоплі, оскільки, окрім створення необхідного повітряно-водного режиму ґрунту і її структури для отримання високого врожаю картоплі потрібна наявність в ґрунті підвищеного вмісту поживних елементів у різних його шарах. Це обумовлено біологічними особливостями картоплі, пов'язаними з накопиченням великої кількості сухої речовини при відносно, слабо-розвиненій кореневій системі. Для забезпечення оптимальної структури ґрунту та збереження у ній вологи запропонований спосіб підготовки ґрунту шляхом формування гребеневого ґрунтового фону з рівномірним та диференційованим розподілом мінеральних добрив. Внесення в*

*Навчальний керівник: Холодюк О.В., к.т.н., ст. викладач кафедри агроінженерія та технічний сервіс.

оброблюваний шар ґрунту мінеральних добрив виконується диференційовано трьома робочими органами, два з яких встановлені на агрегаті в верхньому ярусі і один в нижньому. Зазначено, що система диференційованого внесення добрив з геопросторовою прив'язкою агрегату дозволяє здійснювати змінне дозування добрив на основі одержаних карт-завдань, що сприяє економії 10-15 % матеріалів та до 30 % на їх вартості.

Annotation. *The necessity of layer-by-layer differentiated application of mineral fertilizers during potato growing is considered. As, in addition to creating the necessary air-water regime of the soil and its structure to obtain a high yield of potatoes the presence in the soil of high content of nutrients in its various layers is required. This is due to the biological characteristics of potatoes associated with the accumulation of large amounts of dry matter in a relatively underdeveloped root system. To ensure the optimal structure of the soil and retain moisture in it, a method of soil preparation by forming a ridge soil background with a uniform and differentiated distribution of mineral fertilizers is proposed. Application of mineral fertilizers to the treated soil layer is performed differently by three working bodies, two of which are installed on the unit in the upper tier and one in the lower tier. It is noted that the system of differentiated application of fertilizers with geospatial reference of the unit allows the implementation of variable dosing of fertilizers based on the obtained task maps, which saves 10-15% of materials and up to 30% on their cost.*

Вступ. Диференційоване внесення добрив – це система, що забезпечує зміну доз добрив залежно від складу ґрунту, потреб кожної зони поля та планової врожайності. Використання потрібної кількості добрив в потрібному місці допомагає ефективно використовувати потенціал кожної неоднорідної ділянки поля та вхідних ресурсів і отримати додатковий економічний ефект [1].

Створення оптимальної структури ґрунту для отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур і поліпшення її якості - складний процес. Він повинен базуватися на біологічних особливостях їх розвитку та вимогах до умов розвитку культури.

Проблема. За своїми біологічними властивостями, особливо картопля, відрізняється від більшої частини культурних рослин, що пов'язано з її здатністю до широкого вегетативного розмноження і бульбоутворення. На відміну від багатьох сільськогосподарських культур, кореневій системі картоплі для нормального розвитку потрібен значний простір ґрунту, що заповнений повітрям. Разом з тим, бульбам при своєму прогресуванні доводиться здійснювати більш значні просторові зміщення навколишнього ґрунту для звільнення місця під зростаючі пагони.

Також, окрім створення необхідного повітряно-водного режиму ґрунту і її структури для отримання високого врожаю картоплі потрібна наявність в ґрунті підвищеного вмісту поживних елементів. Це обумовлено біологічними особливостями картоплі, пов'язаними з накопиченням великої кількості сухої речовини при відносно, слабкорозвиненій кореневій системі, при чому в

доступному і легкозасвоюваному стані. Це вимагає певного підходу до внесення мінеральних добрив.

На підставі вищевикладеного можна стверджувати, що розробка знаряддя, що дозволить підвищити ефективність підготовки ґрунтового середовища під обробіток картоплі шляхом диференційованого внесення мінеральних добрив та рівномірним його розподілом у шарі ґрунту є актуальним завданням.

Виклад основного матеріалу. Потреба картоплі в поживних речовинах, що містяться в ґрунті, протягом її вегетації не однорідна [2]. Вона, на відміну від багатьох інших сільськогосподарських культур, в початковий період розвитку отримує підживлення із запасів поживних речовин, відкладених в материнському клубні. Пробиваючи паростки переходять до активного живлення, хоча і в цей період не виключено використання поживних речовин з висадкових бульб. У фазу формування бадилля картоплі потрібна підвищене живлення азотом. У фазу цвітіння починають активно формуватися бульби, які за хімічним складом значно відрізняються від інших органів рослини - містять набагато менше азоту і споживають більше фосфору і калію. Отже, залежно від фаз розвитку рослин, потрібно вносити різноманітні мікроелементи: на початку вегетації вносять більше фосфору і азоту, а в кінці - калію.

Нині існує значна кількість технічних засобів, які одночасно виконують обробку ґрунту, формування гребенів, внесення в оброблений ґрунт і розподіл в ньому мінеральних добрив. Кожне з них, що випускаються серійно і виготовлених експериментально, має свої конструктивні і технологічні переваги і недоліки [3].

При внесенні у ґрунт основних доз добрив з одночасним обробітком ґрунту застосовують агрегати ЗКА-3,6 і АВМ-8, плоскорізи-глибокородзпущувачі-удобрювачі КПП-2,2 і ГУН-4, комбіновану машину МКП-4, , культиватори КПП-2,2, КРНВ-4,2(5,6), культиватор-підгортач КОН-2,8А тощо (рис. 1-4) [3].

Основним їх недоліком, які використовуються під обробіток картоплі є те, що мінеральні добрива вносяться стрічково і тільки в дно борозни, а також не розподіляються об'ємно у шарі ґрунту, що негативно позначається на розвитку кореневої системи і картоплі в цілому, і в подальшому, на врожаї і його якості. Культиватори не дозволяють отримати дрібно грудкувату структуру ґрунтового фону, необхідну для нормального розвитку картоплі. Крім того, при формуванні оптимального ґрунтового фону технологічні операції необхідно виконувати додатковими пристроями, що збільшує собівартість товарної картоплі.

Економічну рентабельність вирощування картоплі, зокрема і в посушливих умовах, можна забезпечити шляхом впровадження обґрунтованих прогресивних технологій і технічних засобів для підготовки ґрунтового середовища під розвиток бульб картоплі [4]. Такими є гребенева технологія вирощування картоплі з диференційованим розподілом мінеральних добрив.

Широке поширення отримала гребенева технологія, яка дозволяє створити сприятливу по структурі ґрунтового середовища. У посушливих районах і на ґрунтах з малою водоутримувальною здатністю дана технологія з нарізкою гребенів меншої висоти має ряд переваг:

- коренева система картоплі може розвиватися вільніше і інтенсивніше в сформованих гребнях, які мають потрібну структуру і кращі умови вентиляції;
- гребені набагато швидше прогріваються, що дозволяє збільшити сприятливий початковий період формування рослин, раніше почати весняно-польові роботи, мають стислі агротехнічні терміни;
- полегшується і спрощується підтримання ґрунту в належному стані, тобто проведення наступних за садінням агротехнічних прийомів.

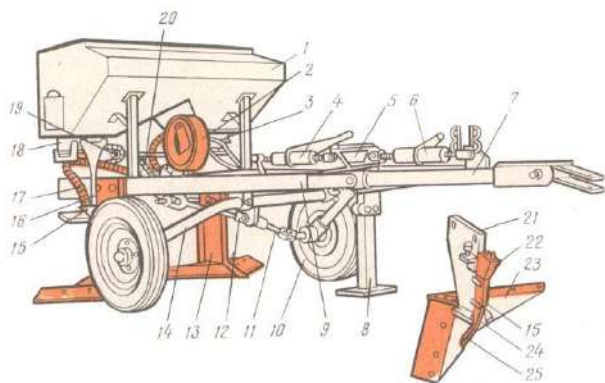


Рис. 1 - Культиватор КПГ-2,2 плоскоріз-глибокорозпушувач з пристосуванням для внесення добрив

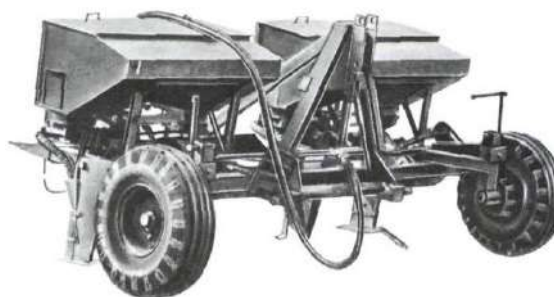


Рис. 2 – Плоскоріз-глибокорозпушувач-удобрявач ГУН-4



Рис. 3 – Культиватор-підгортач КОН-2,8А



Рис. 4 – Культиватор міжрядний КРНВ-4,2

Запропонований спосіб підготовки ґрунтового середовища дозволяє зберегти вологу в ґрунті й створити її дрібногрудкувату структуру шляхом фрезерування вертикально встановленими фрезами. На відміну від фрезерування горизонтальними фрезами, що підіймають нижні вологі шари на поверхню, вертикальні фрези частково зберігають нижні вологі шари на глибині їх залягання, що знижує швидкість випаровування вологи з ґрунту [2, 3].

Формування гребеневого ґрунтового фону з рівномірним та диференційованим розподілом мінеральних добрив у шарі ґрунту (рис. 5) дозволить підвищити ефективність обробки ґрунту, створити оптимальний

грунтовий фон під розвиток картоплі і при наступних ґрунтообробних операціях зберегти сприятливі умови структури ґрунтового шару для розвитку картоплі.

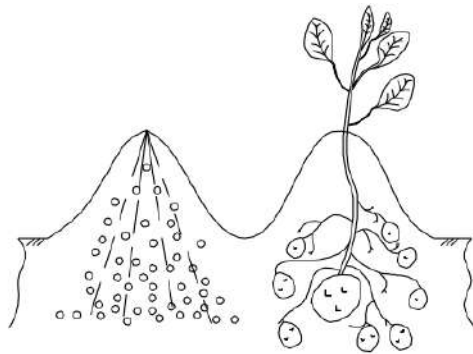


Рис. 5 – Розподіл мінеральних добрив при гребневому способі вирощуванні картоплі

Внесення добрив із змінними нормами дозволяє врахувати нерівномірність родючості ґрунтів, а також додаткові умови для точного дозування добрив на окремих ділянках поля. Для реалізації системи диференційованого внесення мінеральних добрив потрібні наступні складові: трактор, бортовий комп'ютер, GPS-приймач, контролер, машина-знаряддя, що містить дозатори-розподільники мінеральних добрив з електроприводом, і карта-завдання. Схема реалізації внесення змінної норми мінеральних добрив наведена на рисунку 6.

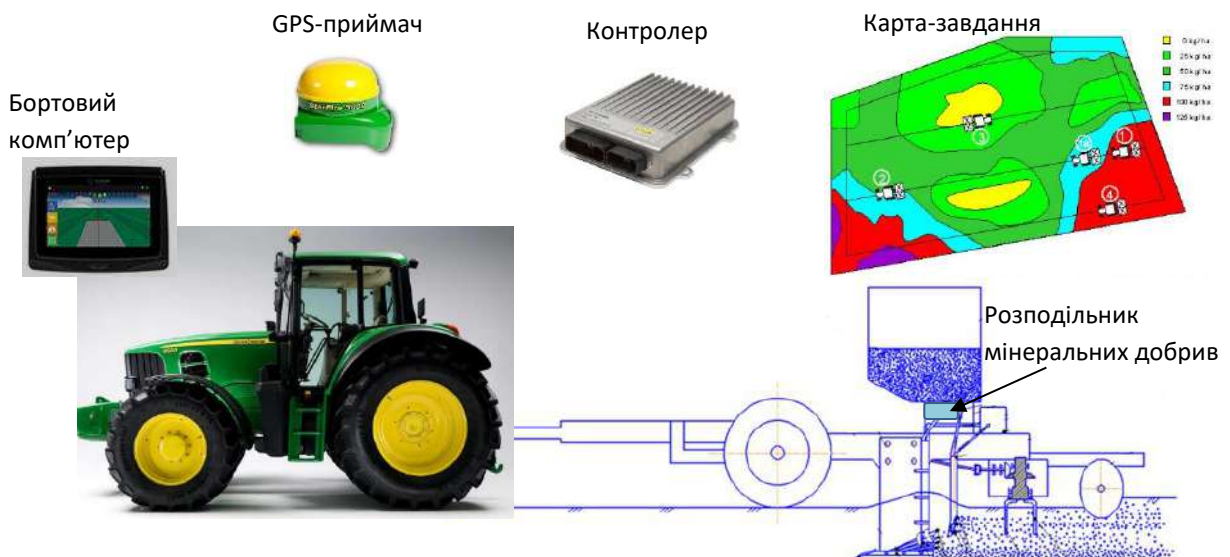


Рис. 6 – Схема реалізації внесення змінної норми мінеральних добрив

Карти завдань створюються у різних системах, наприклад і в Storyo, чи на основі індексу NDVI, рельєфу місцевості, агрохіманалізу та інших показників. Проаналізувавши усі дані, співставивши їх і наклавши одна на одну з прив'язкою до геопросторових даних одержують основну електронну карту диференційного внесення мінеральних добрив. Далі карта-завдання завантажується в бортовий комп'ютер трактора (рис. 6), й коли машина переміщується по полю, комп'ютер

з прив'язкою до GPS-навігатора визначає своє місцезнаходження і співвідносить його з даними завдання. Комп'ютер зчитує з чіп-карти норму агрохімікатів, яка відповідає місцю його розташування, і посилає сигнал на контролер розподілення твердих добрив. Контролер, отримавши сигнал, встановлює потрібну дозу внесення.

Схема запропонованого знаряддя для формування гребневидного ґрунтового фону з пошаровим диференційованим розподілом мінеральних добрив під розвиток картоплі, зокрема і в посушливих регіонах наведено на рисунку 7.

Агрегат складається з рами 1 з опорно-приводними колесами, бункера 2 для мінеральних добрив з дозуючо-розподілювальними пристроями 3, які мають індивідуальний електропривід, вентилятора 4, клиноподібної стійки 5. На ній розміщений башмак з лемехами 6, долотом 7 і відвальними поверхнями 8, утворюють трикутний звід, що збільшується у напрямку руху апарату. Зверху зводу встановлені трикутні розпушувальні виступи 9, мають продовження у вигляді зубів за відвальними поверхнями 8. У середині зводу під тукопроводи змонтований тукорозсівач 10, пов'язаний з дозуючим пристроєм 3 і вентилятором 4 сполучними магістралями.

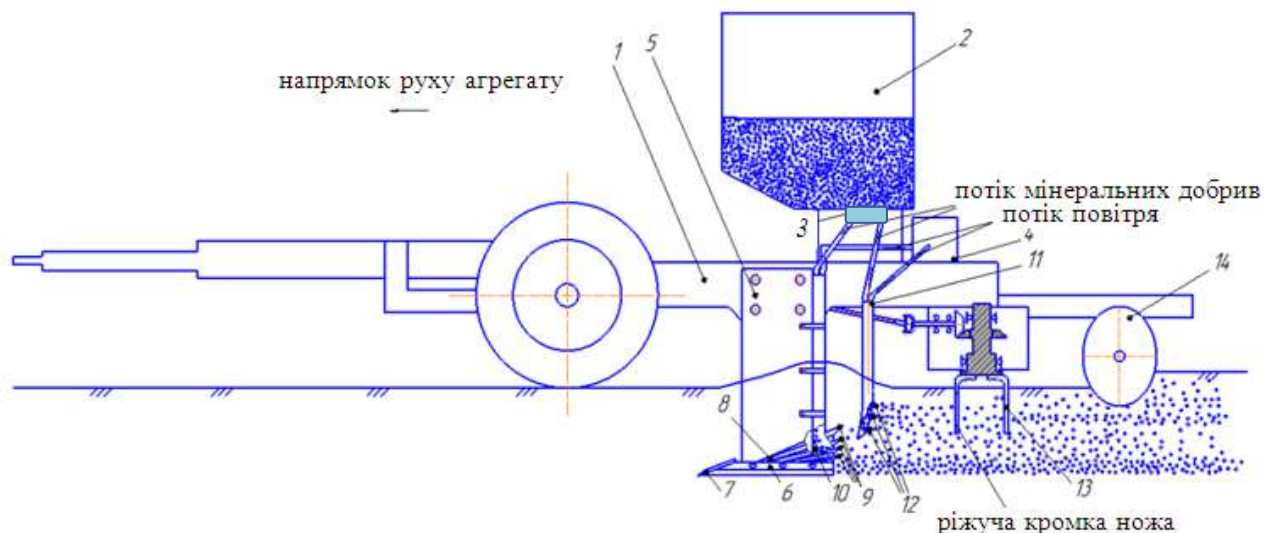


Рис. 7 – Схема знаряддя для формування гребеневого ґрунтового фону з диференційованим пошаровим розподіленням мінеральних добрив під вирощування картоплі: 1 – рама; 2 – бункер для мінеральних добрив; 3 – розподільно-дозуючий пристрій; 4 – вентилятор; 5 – клиноподібна стійка; 6 – леміш; 7 – долото; 8 – відвальні поверхні; 9 – трикутні рихлячі виступи; 10 – тукорозсівач; 11 – ножі-підживлювачі; 12 – туконаправні пластини; 13 – ґрунтообробні вертикальні фрези; 14 – дискові підгортачі

У зоні сходження ґрунтового шару з відвальних поверхонь 8 башмака і трикутних розпушувальних виступів 9 закріплені два ножі-підживлювачі 11. У нижній ґрунтово заглиблюють у напрямку руху задньої частини бічної зріз, в овальний отвір якого на різних рівнях і на мінімальну вгору і максимальну вниз глибину всередину ножа встановлені туконаправні пластини 12. При цьому,

ножі-підживлювачі 11 пов'язані з бункером 2 мінеральних добрив і дозуючим пристроєм 3 сполучними магістралями.

За ножами-підживлювачами 11 на рамі 1 розміщені дві ґрунтообробні вертикальні фрези 13, які приводяться від вала відбору потужності трактора (не показаний на схемі). Різюча кромка знаходиться на краю полотна ножа фрези 13.

Варіанти розташування ґрунтообробних фрез і ножів-підживлювачів 11, а також схема розподілу добрив показані на рисунку 8.

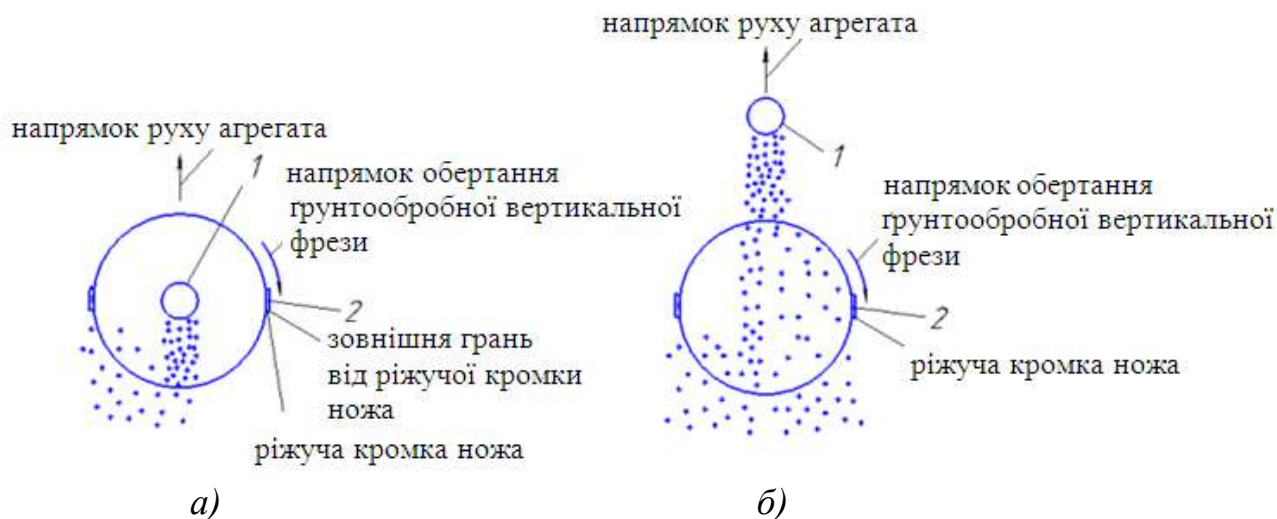


Рис. 8 – Схема розподілення добрив в горизонтальному напрямку при різному положенні ножа-підживлювача відносно вертикальної ґрунтообробної фрези (вид зверху): а) – розподілення туків при однократній обробці фрези;

б) – розподілення туків при двократній обробці фрези; 1 – ніж-підживлювач; 2 – ніж вертикальної ґрунтообробної фрези

Агрегат працює наступним чином. У бункер 2, засипають мінеральні добрива. Туконаправні пластини 12 встановлюють на мінімальну вгорі і максимальну внизу глибину всередину ножа-підживлювача 11. При русі агрегату леміш 6 і долото 7 клиноподібної стійки 5 підрізають в горизонтальній площині нижній шар ґрунту, який потім потрапляє на похилі до напрямку руху відвальні поверхні 8 башмака з трикутними розпушувальними виступами 9. Проходячи по виступах, структура нижнього оброблюваного шару ґрунту стає пухкою і дрібно грудкуватою. В результаті виступи 9 мають продовження за поверхнею 8 у вигляді зубів, структурований ґрунт частково обсипається вниз в проміжки між ними і частково після сходу з них. Внаслідок цього забезпечується ефективно перемішування ґрунту і мінеральних добрив. Останні, сходять з поверхні тукорозсівача 10, який направляє їх на ґрунт, що сходить з башмака 8. При цьому, велика частина добрив надходить з бункера 2 через дозуючий пристрій 3 по з'єднувальним магістралям і захоплюється на нижній рівень оброблюваного шару з поступовим зменшенням їх вмісту вище нижнього рівня. Електропривід дозувально-розподілюючого пристрою 3 дозволяє диференційовано вносити мінеральні добрива відповідно до карти-завдання.

Ножі-підживлювачі 11 вносять мінеральні добрива, що надходять з бункера 2 через дозуючі пристрої 3 і сполучні магістралі під дією потоку повітря від вентилятора 4, в оброблюваний верхній шар ґрунту на різних його рівнях за допомогою туконаправляючих пластин 12.

Вертикальні фрези 13 перемішують внесені ножами-підживлювачами 11 добрива з ґрунтом і, обертаючись назустріч один одному, переміщують більшу їх частину в горизонтальній площині до центру формованого підгортальниками 14 гребеня. В результаті, гребінь має оптимальне для обробітку в ньому картоплі розміщення мінеральних добрив з якісним їх перемішуванням і розподілом по обробленому агрегатом об'ємом ґрунтового шару.

Висновки. Для забезпечення оптимальної структури ґрунту та збереження вологи в ґрунті запропонований спосіб підготовки ґрунту шляхом формування гребеневого ґрунтового фону з рівномірним та диференційованим розподілом мінеральних добрив. Внесення в оброблюваний шар ґрунту мінеральних добрив виконується диференційовано трьома робочими органами, два з яких встановлені на агрегаті в верхньому ярусі і один в нижньому. Вертикальні фрези, обертаючись назустріч один одному, перемішують ґрунт з добривами у верхньому ярусі, що сприяє якісному формуванню підгортальниками гребеня з рівномірним розподілом добрив в об'ємі ґрунтового шару. Система диференційованого внесення добрив дозволяє здійснювати змінне дозування добрив на основі одержаних карт-завдань, що сприяє економії 10-15 % матеріалів та до 30 % на їх вартості.

Список використаних джерел

1. Холодюк О.В. Диференційне внесення добрив – запорука успіху. О.В. Холодюк. Сучасні моделі розвитку агропромислового виробництва: виклики та перспективи: матеріали I Всеукраїнської науково-практичної конференції, 27 вересня 2018 р. – Глухів, - 2018. - С. 196-197.
2. Рослинництво: навчальний посібник. В.А. Мазур, І.С. Поліщук, Н.В. Телекало, М.О. Мордванюк; ВНАУ. - Вінниця: Видавництво ТОВ "Друк", 2020. - 352 с.
3. Сільськогосподарські машини. Д.Г. Войтюк, Л.В, Аніскевич, В.В. Іщенко та ін. – К.: «Агроосвіта», 2015. – 679 с.
4. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова, В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук. – Вінниця: ФОП Рогальська, 2015. – 448 с.

Богдан ГЕДЗЮК*,
студент 1 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ РОТАЦІЙНОЇ БОРОНИ В ПРОЦЕСІ РОЗПУШУВАННЯ ҐРУНТУ

***Анотація.** Мета досліджень полягає у підвищенні ефективності застосування поверхневого обробітку ґрунту під час вирощування картоплі на грядках шляхом вдосконалення параметрів ротаційної борони.*

В результаті аналітичних досліджень визначено сили, які діють на робочі органи ротаційної борони у процесі розпушування. Встановлено, що рух опорних дисків залежить від нерівностей поверхні гряди. Опір, що виникає при розпушуванні ґрунту робочими органами залежить від натягу ланцюга та швидкості руху.

***Annotation.** The purpose of the research is to improve the efficiency of surface tillage when growing potatoes on ridges by improving the parameters of the rotary harrow.*

As a result of analytical studies, the forces, acting working bodies of the rotary harrow in the process of loosening, have been determined. It was found that the movement of the supporting discs depends on the unevenness of the surface of the ridge. The resistance that occurs when the soil is loosened by the working bodies depends on the chain tension and the speed of movement. The differential equation of forced vibrations of the elastic tooth of the rotary harrow is obtained.

***Вступ.** На сьогоднішній день підприємствами сільськогосподарського машинобудування України майже не випускаються ротаційні борони для досхового обробітку посаженої картоплі, як, втім, і машин для садіння і збирання, тому господарства змушені ремонтувати зношену техніку або закуповувати її із закордону, а найчастіше через відсутність машин для грядкової технології доводиться переходити на голландську технологію країн Євросоюзу [1].*

Основною причиною низької якості розпушування ротаційними боронами є те, що під впливом нерівностей профілю грядів опорні диски здійснюють коливання відносно поверхні ґрунту, і борона змінює своє положення у вертикальній площині перпендикулярній напрямку руху.

Оскільки робочі органи серійних ротаційних борін жорстко з'єднані з опорними дисками, вони здійснюють коливання разом з бороною, що істотно знижує якість обробітку, змінюється глибина обробітку, збільшується площа

*Навчальний керівник: Пришляк В.М., к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу інженерно-технологічного факультету ВНАУ.

необробленої поверхні.

З метою усунення зазначених недоліків ротаційних борін в якості наукової гіпотези було зроблено припущення про те, що якість обробітку поверхні гряд можна підвищити за рахунок створення поперечних коливань робочими органами борони шляхом застосування в конструкції ротаційної борони демпфуючих пристроїв, що дають можливість копіювати профіль гряди.

Виклад основного матеріалу. Для забезпечення рівномірного розпушування поверхні гряди в першу чергу необхідно, щоб контур борони (робочих органів) відповідав контуру поверхні гряди.

Геометрична форма гряди, що обробляється ротаційної бороною, представлена на рисунку 1.

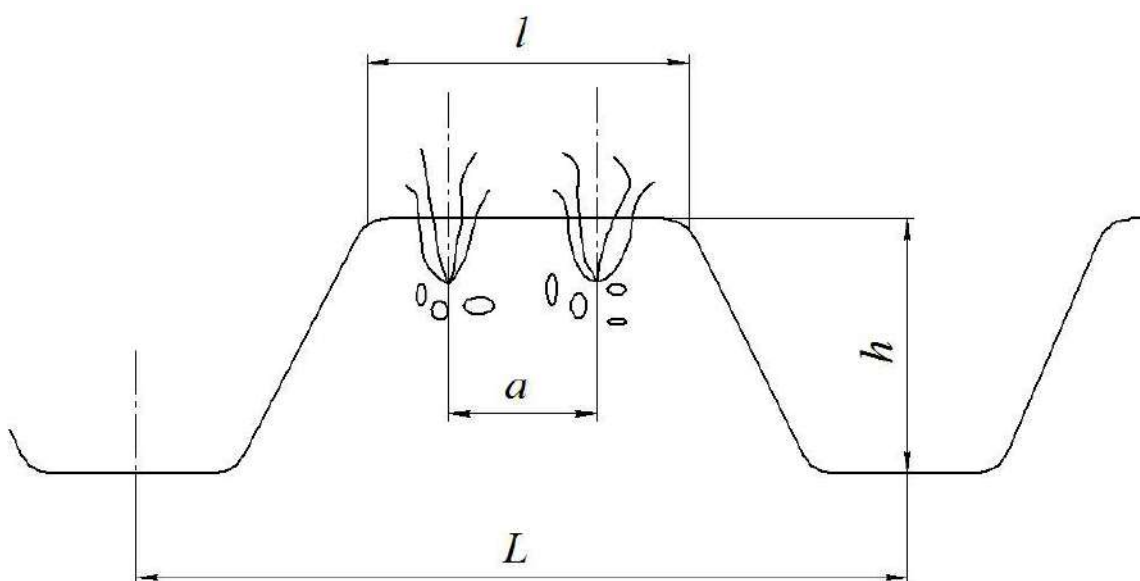


Рис. 1. Форма гряди:

a - відстань між бульбами; L - ширина міжрядь;
 l - ширина вершини гряди; h - висота гряди.

Гряда формується за допомогою робочих органів культиватора-рослинопідживлювача шляхом насипання ґрунту триярусними підгортачами, бічні грані гряди розташовуються під кутом природного схилу ґрунту в залежності від його фізико-механічних властивостей [2].

Виходячи зі сформованого профілю гряди, представленого на рисунку 1, вирішуються такі завдання:

- визначення форми ротаційної борони, що забезпечує щільне прилягання робочих органів до поверхні гряди і, як наслідок, якісне розпушування ґрунту;
- визначення діаметрів опорних і проміжних дисків;
- визначення кількості ланцюгів і відстані між робочими органами в коловому напрямку;
- визначення відстані між зубами в межах одного ланцюга, що забезпечує суцільне розпушування поверхні гряди.

Принципова схема борони представлена на рисунку 2.

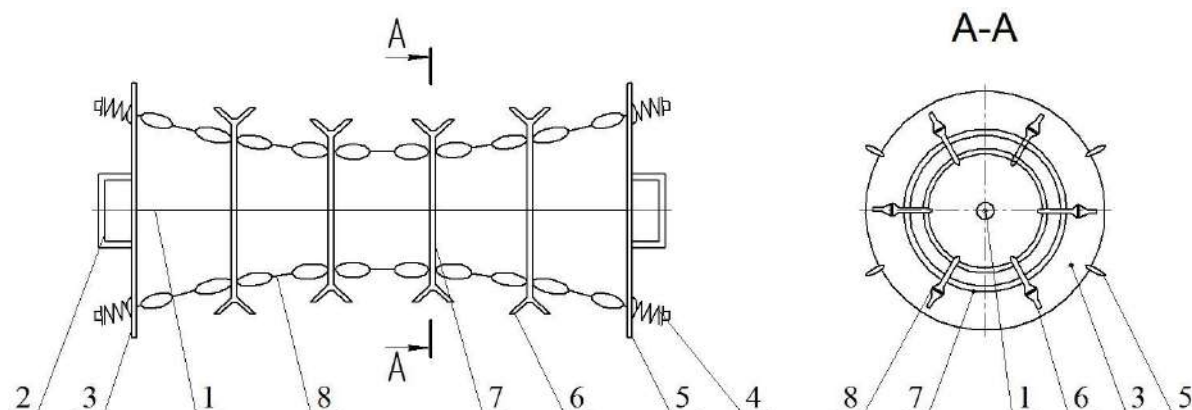


Рис. 2. Схема ротаційної борони для обробітку гряд:

1 - вал; 2 - опора вала; 3 - диск опорний; 4 - циліндрична пружина;
5 - ґрунтозачети; 6 - зуб; 7 - проміжне кільце; 8 - ланцюг.

При поступальному русі по поверхні ґрунту на ротаційну борону діють сили показані на рисунку 3.

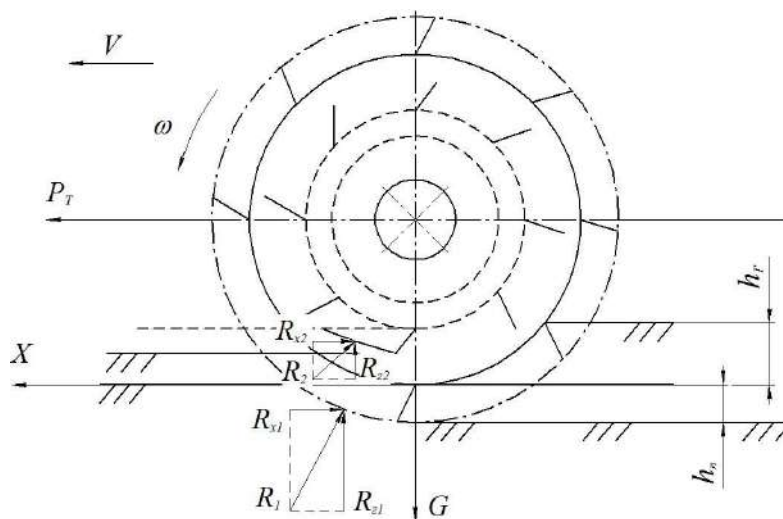


Рис. 3. Схема сил діючих на робочі органи ротаційної борони:

G - сила тяжіння борони, H ; P_m - тягове зусилля трактора, H ;
 R_b , R_2 - опір ґрунту переміщенню опорних дисків і зубів, H .

Колова складова сили, яка створюється обертовим моментом на опорних дисках борони, дорівнює силі опору невідпружиненої маси борони і представляє собою горизонтальну реакцію сумарних сил опору ґрунту, що діють на опорний диск. З аналізу схеми випливає, що у вертикальній площині при русі по рівній поверхні рівновага борони забезпечується тим, що дія вертикальних складових реакцій ґрунту на робочих органах компенсується вагою борони, при цьому питомий опір ґрунту і глибина обробітку постійні.

Для складання диференціального рівняння руху ротаційної борони скористаємося рівнянням Лагранжа другого роду:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}} \right) - \frac{\partial T}{\partial q} = Q_q, \quad (1)$$

де T - кінетична енергія системи;

q - узагальнена координата;

Q_q - узагальнена сила.

Кінетична енергія відповідно до теореми Кеніга визначається за виразом

$$T = \frac{m_b V^2}{2} + \frac{J_b \omega^2}{2} = \frac{1}{2} \left(m_b + \frac{J_b}{r_b^2} \right) \dot{q}^2 = \frac{B \dot{q}^2}{2}, \quad (2)$$

де m_b - маса борони, кг;

J_b - момент інерції, кг·м²;

ω - кутова швидкість, с⁻¹.

Визначимо похідні, що входять в рівняння (1):

$$\frac{\partial T}{\partial q} = 0; \quad \frac{\partial T}{\partial \dot{q}} = B \dot{q}; \quad \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}} \right) = B \ddot{q}. \quad (3)$$

Рухомо ротаційна борона має одну ступінь свободи, тому приймаємо за узагальнену координату цієї системи нерухому вісь x , що збігається з напрямком руху борони.

У цьому випадку рівняння (1) набуде вигляду

$$B \ddot{x} = Q_x. \quad (4)$$

Запишемо вираз роботи діючих сил на можливих переміщеннях:

$$\delta L_x = Q_x \delta x = P_l \delta x - R \delta x. \quad (5)$$

Аналітичний висновок рівняння для визначення опору ґрунту переміщенню робочих органів пов'язаний з багатьма припущеннями, іноді некоректними, і призводить до складних залежностей, які з великою похибкою описують опір ґрунту. Тому в нашому дослідженні для визначення опору ґрунту були прийняті рівняння опору, рекомендовані [3]:

$$R_1 = \rho_1 \cdot \dot{x} + k_1; \quad (6)$$

$$R_2 = \rho_2 \cdot \dot{x} + k_2; \quad (7)$$

де ρ_1, ρ_2 - коефіцієнти, що залежать від типу і стану ґрунту, кількості, форми, розмірів і кута установки зуба (ґрунтозачепу), що визначаються дослідним шляхом, Нс/м;

k_1, k_2 - експериментальні коефіцієнти, що залежать від форми зуба, Н.

Зазначені коефіцієнти визначаються для заданої ширини захоплення робочого органу.

Після підстановки (6) і (7) в рівняння (5), отримаємо:

$$\delta L_x = Q_x \delta x = P_m \delta x - (\rho_1 \dot{x} + k_1 + \rho_2 \dot{x} + k_2) \delta x. \quad (8)$$

Після скорочення на δx і нескладних перетворень, отримаємо:

$$Q_x = P_m - \rho \dot{x} - k, \quad (9)$$

де $\rho = \rho_1 + \rho_2$; $k = k_1 + k_2$. В результаті підстановки в рівняння (4) рівняння (9), отримаємо:

$$B \ddot{x} + \rho \dot{x} = P_m - k. \quad (10)$$

Відомо, що рішення рівнянь (10) складається з рішень однорідного і неоднорідного рівнянь [2]. В результаті рішення однорідного рівняння,

отримаємо:

$$A = \frac{P_{m-k}}{\rho}. \quad (11)$$

Загальне рішення рівняння (10) має вигляд:

$$X = C_1 + C_2 \cdot e^{\lambda t} + At; \quad (12)$$

$$X = \lambda C_2 \cdot e^{\lambda t} + At, \quad (13)$$

де C_1, C_2 - довільні постійні;

X - корінь характеристичного рівняння, $1/c$;

t - час, с.

Для визначення довільних постійних задаємося початковими умовами:

$$t=0; \quad x(0) = 0; \quad \dot{x}(0) = \dot{x}_0. \quad (14)$$

Після підстановки (14) в систему рівнянь (12) - (13) отримаємо:

$$C_1 = -C_2; \quad C_2 = \frac{\dot{x}_0 - A}{\lambda}.$$

Після підстановки отриманих значень коефіцієнтів в рівняння (12) і (13) отримаємо:

$$x = \lambda \left(\frac{\dot{x}_0 - A}{\lambda} \right) (e^{\lambda t} - 1) + At. \quad (15)$$

$$x = \lambda \left(\frac{\dot{x}_0 - A}{\lambda} \right) e^{\lambda t} + A. \quad (16)$$

Аналіз отриманих рівнянь (15) - (16) виявив, що найбільший вплив на швидкість ротаційної борони для розпушування гряди при постійному тяговому зусиллі трактора надають питомий опір ґрунту переміщенню робочих органів борони, маса і момент інерції обертових частин.

Аналіз удосконаленої конструкції борони показує, що в загальному випадку, опір борони складається з опору руху на опорних дисках, який залежить від натягу пружин (ланцюга), і опору, що виникає при розпушуванні ґрунту робочими органами, що залежить від натягу ланцюга, що викликає необхідність диференціального розгляду залежності цих опорів від конструктивних і режимних параметрів борони.

Висновки. В результаті аналітичних досліджень визначено сили, які діють на робочі органи ротаційної борони у процесі розпушування. Встановлено, що рух опорних дисків залежить від нерівностей поверхні гряди. Опір, що виникає при розпушуванні ґрунту робочими органами залежить від натягу ланцюга та швидкості руху.

Список використаних джерел

1. Мариніна Л., Шустік Л., Маринін С. Ротаційні борони - багатофункціональність, висока продуктивність та екологічність. *Пропозиція*. 2017. № 4. С. 40-44.
2. Шутенко Л. М., Рудь О. Г., Кічаєва О. В. та ін. *Механіка ґрунтів, основи та фундаменти*. Підручник. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 563 с.
3. Дубчак В.М., Пришляк В.М., Новицька Л.І. *Вища математика в прикладах та задачах*. Навч. посібник. Вінниця: ВНАУ, 2018. 254 с.

Олексій ЖУПАНОВ*,
студент 2-го року навчання,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ВПРОВАДЖЕННЯ ОЗОНОПОВІТРЯНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА

***Анотація.** В статті розглянуто доцільність використання озоноповітряного комплексу для обробки насіння зернових культур озоноповітряною сумішшю, що може проводитися в сільськогосподарських підприємствах при правильному виконанні всіх агротехнічних прийомів. Впровадження технології обробки насіння озонованим повітрям виключає застосування ядохімікатів, необхідних для знезараження поверхні насіння, покращує екологію праці робітників та навколишнього середовища, збільшує період безпечного зберігання.*

***Anotation.** The article considers the expediency of using the ozone-air complex for processing seeds of grain crops with ozone-air mixture, which can be carried out in agricultural enterprises with the correct implementation of all agro-technical techniques. The introduction of seed treatment technology with ozonated air eliminates the use of pesticides necessary for disinfection of the seed surface, improves the working environment of workers and the environment, increases the period of safe storage..*

Вступ. Однією із проблем є зберігання сільськогосподарської продукції серед зернових, оскільки частина врожаю втрачає свої посівні якості під час тривалого зберігання на елеваторах і хлібоприймальних пунктах. Звідси випливає і друга проблема, зниження урожайності зернових на території України, тому важливим є визначення причин таких результатів [1, 2].

Основною даної технологією є протруювання насіння. Але, не зважаючи на ефективність хімічного способу обробки насіння, воно має серйозні недоліки – його використання пов'язане з небезпекою для людей, забрудненням довкілля, корозійною дією на метал машин, що використовуються та інше. Досить перспективним в цьому плані є застосування озонованого повітря, так як воно більш екологічне. Цей метод являється санітарним засобом обробки зерна, перш за все ставить за мету запобігти або зруйнувати мікрофлору й токсини. Озоноване повітря є одним із самих сильних окислювачів, здатних окислювати високомолекулярні токсичні та ароматичні сполуки. Крім цього треба врахувати, що життєдіяльність всіх пліснявих грибів і мікроорганізмів залежить від води.

*Навчальний керівник: Полєвода Ю.А. к.т.н., доцент кафедри ПОПХВ.

Виклад основного матеріалу. Вибір озону – не випадковий. У нього багато переваг: простий, доступний і дешевий спосіб отримання електросинтезом з кисню (витрати електроенергії на 1 кг озону 20 кВт/год), можливість отримання різних концентрацій (від ГДК до 7 об'ємних), високий окислювальний потенціал (поступається тільки фтору і нестабільним радикалам), безвідходне виробництво (швидко розпадається, перетворюючись на кисень), екологічна сумісність з довкіллям (є присутнім в атмосфері, підтверджує чистоту повітря) [2, 5].

Для здійснення технологічної операції післязбиральної обробки зерна запропоновано вібраційну сушарку, яка інтенсифікує процес сушіння зерна, забезпечуючи збільшення площі насіннєвого матеріалу, яка безпосередньо контактує з озono-повітряною сумішшю. Використання вібраційних технологій під час сушіння збільшує продуктивність машини, підвищує технологічність процесу.

Впровадження технології обробки насіння озонованим повітрям виключає застосування ядохімікатів, необхідних для знезараження поверхні насіння, покращує екологію праці робітників та навколишнього середовища, збільшує період безпечного зберігання.

Зараженість насіння хворобами – це наявність на поверхні чи в середині, чи у міжнасіннєвому просторі життєздатних патогенів, які спричинили або здатні за сприятливих умов спричинити хворобу насіння, проростків і рослин, які вегетують з характерними симптомами. Визначаючи зараженість насіння хворобами встановлюють наявність або відсутність грибів і бактеріальних хвороб, їх збудників, видовий склад і ступінь зараженості. Основним показником зараженості насіння хворобами є відношення кількості зараженого насіння до облікового виражене у відсотках [3].

Для проведення експериментальних досліджень була задіяна вібраційна установка (рис.1), яка дає змогу отримати особливий стан оброблюваного матеріалу – киплячий шар. Обертний рух від двигуна передається віброприводу, при обертанні незрівноважених мас якого генерується обертова сила. Під її дією контейнер приводиться в коливальний рух у вертикальній площині, з прискоренням більшим від прискорення вільного падіння. Сипкий матеріал приводиться в циркуляційний рух, а також інтенсивно обдувається повітрям збагаченим озonom, що надходить через решітчасте дно-дифузор, від вентилятора, створюючи рівні теплофізичні та аеродинамічні умови по всьому об'єму [4].

З метою проведення досліджень знезаражуючої дії озону вібраційну сушильну установку було оснащено перфорованим кожухом, для кріплення якого було виготовлено металевий каркас з'єднаний безпосередньою зі станиною. Нижня частина гермокожуха зазнає вібрації від контейнера, але завдяки його еластичності як у вертикальній, так і в горизонтальній площині верхній його отвір по периметру з'єднано з нерухомою металевою панеллю. Це дозволило розмістити на панелі елементи системи подачі озонованого повітря, вимірювання та автоматичного регулювання.

Генерація потоку озону відбувається в реакторі синтезу озону бар'єрного типу. Це скляний циліндр, на поверхні якого симетрично розміщені високовольтні електроди у вигляді концентричних смуг. В середині циліндра по всьому периметру розміщено пасивний електрод, виготовлений з тонкого металу. Поверхня цього електроду має шпичасті виступи, які сприяють концентрації електричного поля та виникненню розрядів, з інтенсивним виділенням озону [5].

Для надання електричної та механічної міцності скляна труба з системою електродів розміщена в циліндричному фторопластовому кожусі, у вхідному отворі якого встановлений вентилятор. Вихідний отвір камери за допомогою спеціального з'єднання сполучається з системою подачі електроактивованого повітря, що дає змогу скерувати потік озонованого повітря в потрібному напрямку [4, 5].

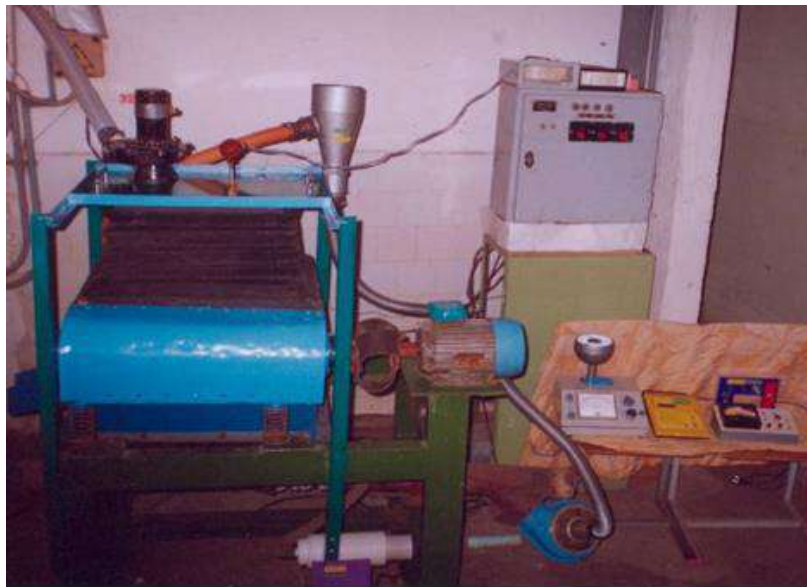


Рис. 1 – Технічне забезпечення досліджень знезаражуючої дії озону. 1 – вібраційна установка; 2 – перфорований гермокожух; 3 – металевий каркас з панеллю; 4 – система подачі озонованого повітря; 5 – генератор озону з реактором бар'єрного типу; 6 – блок керування; 7 – пристрій вимірювання та автоматичного регулювання параметрів процесу

Вимірювання параметрів вібрацій забезпечує акселерометр, який використовується в автономному режимі, як окремий зонд, виконаний в герметичному корпусі, і здійснює, по командах службового буферного мікроконтролера, отримання даних про переміщення точки свого знаходження в трьох просторових координатах, а також передачу даних в запам'ятовуючий пристрій. По завершенню циклу досліджень здійснюється зчитування інформації з запам'ятовуючого пристрою і передача через кабельний інтерфейс USB 2.0 на персональний комп'ютер для представлення в табличному або графічному вигляді.

Висновки. Передпосівна обробка насіння зернових культур озонно-повітряною сумішшю може проводитися в сільськогосподарських підприємствах при правильному виконанні всіх агротехнічних прийомів. До передпосівної обробки озонно-повітряною сумішшю допускається кондиційне насіння, в яких

за даними актів апробації сортових посівів і фітоекспертиз насіння відсутні збудники головневих хвороб і призначені для висіву по рекомендованих попередниках. При правильному застосуванні всіх технологічних прийомів і вимог передпосівна обробка насіння озонowo-повітряною сумішшю забезпечує приріст урожаю не менше ніж 10 - 15%.

Обробка насіння озоном знижує показник бактеріальної зараженості на 52%, а грибної зараженості на 67%.

Збагачення озоном повітря під час активного вентилявання в поєднанні з вібраційним обезводненням при двоетапній організації сушильного процесу підвищує показники використання обладнання.

Завдяки інтенсивному вібраційному змішуванню ефективність знезаражуючої дії озону значно підвищується із-за постійного обміну поверхні контакту зовнішніх оболонок насіння з озонованим середовищем. Це дозволяє скоротити час обробки і понизити концентрацію озону, що, в свою чергу, спрощує вимоги до технічної організації процесу та сприяє розповсюдженню даної методики на обробку посівних партій насіння.

Список використаних джерел

1. Берник П.С., Швець І.В. Технологічні випробування вібраційної сушарки. *Збірник наукових праць НТУ «КПІ»*. Вип. 1 (5), 2002. С. 36–40.
2. Денбновецький С.В., Ціделко В.Д., Кузьмичев А.І Озонатор коронного розряду. Патент України №35972А. Надрукований 16.04.01, бюл. №3.
3. Діндорого В., Кириченко В., Петренкова В., Голота В., Сухомлин Є., Завада Л., Пугач С. Обробка насіння озоном. *Зерно і хліб*. 2004. № 3. С. 40–41.
4. Цуркан О.В., Герасимов О.О, Янович В.П., Савчук Б.В. Результати теоретичних та експериментальних досліджень динаміки руху вібраційної сушарки. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2009. №4(5). С.149–156.
5. Цуркан О.В., Полевода Ю.А., Присяжнюк Д.В. Розробка та дослідження високопродуктивного електронного пристрою для синтезу озону у вібраційній сушарці. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2021. № 3 (102). С. 15–23.

Альона ЗАДНІПРЯНЕЦЬ*,
Студентка 3-го курсу,
факультету агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ АВТОТРАНСПОРТУ В УКРАЇНІ

***Анотація.** Транспорт грає значну роль, об'єднує у єдину систему господарську діяльність усі найважливіші сфери матеріального виробництва. Розвинена транспортна мережа забезпечує суспільство незаперечними благами, та її функціонування супроводжується яскраво вираженими і відчутними наслідками – негативним впливом транспорту на довкілля.*

***Abstract.** Transport plays a significant role, unites in a single system of economic activity all the most important areas of material production. A developed transport network provides society with undeniable benefits, and its operation is accompanied by pronounced and tangible consequences – the negative impact of transport on the environment.*

У статті наведено загальну характеристику автомобільного транспорту. Визначено як автотранспорт впливає на довкілля. Розглянуто вміст забруднюючих речовин автотранспорту, які безпосередньо впливають на екологічний стан навколишнього середовища. Сформульовано основні чинники інтенсивного забруднення атмосфери автотранспортом в Україні. Досліджено наслідки впливу на екосистему та шляхи покращення екологічного стану навколишнього середовища у містах.

Постановка проблеми. Екологічна ситуація в Україні надзвичайно складна. Продовжує погіршуватися і стан навколишнього середовища та здоров'я населення держави. Вживаються заходи щодо покращення екологічної ситуації в Україні, але вони часто систематично не досягають домовленості, у деяких випадках не вистачає коштів та відсутня національна дисципліна щодо охорони навколишнього середовища. Все це призводить до того, що руйнування цього середовища відбувається швидше, ніж його відновлення.

Проблема забруднення повітря через автомобільні вихлопи є глобальною. В усьому світі з кожним днем кількість автомобілів збільшується в геометричній прогресії, що неминуче впливає на ступінь забруднення навколишнього середовища, особливо атмосфери міст, вихлопними газами.

Дорожньо-транспортні комплекси вважаються одними з найбільших джерел забруднення навколишнього середовища (найбільш поширеними є шумове та теплове забруднення).

*Науковий керівник: Хаєцький Г.С. канд. геогр. наук, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища.

Все більше людей мають власні автомобілі. Це впливає на якість повітря, особливо в густонаселених містах, де затори набагато вищі, ніж у передмістях.

Незважаючи на кризу та скорочення населення, кількість автомобільного транспорту в Україні також неухильно зростає. Це спричиняє затори на дорожній мережі міста та загострює соціально-економічні, санітарні та технічні проблеми, пов'язані зі здоров'ям людей та організацією дорожнього руху.

Як галузь економіки транспорт є одним із найпотужніших факторів впливу людини на навколишнє середовище. Окремі види цього впливу, насамперед забруднення атмосфери та посилення шуму, є найбільшими технічними навантаженнями на екологічну складову різних регіонів, особливо великих міст.

Транспорт спричинює низку проблем, котрі об'єднують за основними напрямками взаємодії з довкіллям:

- 1) великий споживач палива;
- 2) джерело забруднення довкілля;
- 3) одне із джерел шуму;
- 4) причина вилучення сільськогосподарських угідь під шляхи і стаціонарні споруди;
- 5) причина травмування та смерті людей і тварин.

Автотранспорт є найбільшим забруднювачем атмосферного повітря України. Останніми роками спостерігається тенденція збільшення викидів у атмосферне повітря від пересувних джерел.

Роль економічних проблем автотранспорту розкрито у працях: О. І. Запорожець, С. В. Бойченко, О. Л. Матвєєва, С. Й. Шаманський, Т. І. Дмитруха, С. М. Маджд.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розвиток сучасного суспільства неможливий без автомобілізації. Автомобільний транспорт відіграє важливу роль у національній економіці нашої країни і його прогрес значною мірою визначає успіхи усіх інших галузей. Зростання урбанізації і збільшення парку транспортних засобів з двигунами внутрішнього згорання (ДВЗ) породжують небезпеку значного забруднення повітряного басейну, передусім густонаселених районів.

У структурі народногосподарського комплексу країни автомобільний транспорт відіграє надзвичайно важливу роль: він створює необхідні умови для функціонування її основних територій і відомчих зв'язків. Взаємозв'язок і взаємозалежність транспорту та екологічного стану довкілля чітко простежено на місцевому територіальному рівні, де на основі великої кількості фактичних матеріалів можна використовувати конкретний приклад для вивчення механізму їх функціонування. Логічним наслідком дисбалансу екологічного стану є низка серйозних проблем, які зачіпають не лише функціонування міста, а й територій, які від нього безпосередньо постраждали.

Розглядаючи довкілля – середовище проживання людини, найчастіше говоримо про взаємодію двох систем: природної та антропогенної і їх залежність одна від одної. Вихідним поняттям цієї проблеми є навколишнє середовище, яке розглядається як сукупність матеріальних, природних, антропогенно-природних

та антропогенних об'єктів, серед яких людина та людське суспільство існує, задовольняє свої потреби і своєю діяльністю його перетворює.

Розглядаючи концепцію міського повітряного простору та вплив на нього дорожнього руху, ми спочатку розглядаємо важливість проблеми забруднення повітря від автомобілів, але це лише один аспект безпосереднього впливу, в тому числі повітря та автомобілів. Якщо розглянути це питання ширше, то зрозуміємо, що навколишнє середовище – це не просто повітря, це сукупність природних факторів, які можуть опосередковано впливати один на одного в часі та просторі. Звідси випливає важливість різностороннього вивчення цієї проблеми, оскільки автомобіль забруднює також гідросферу, літосферу. Забруднення складових геосфери безпосередньо впливає на здоров'я людини.

Автомобільний транспорт є важливим джерелом забруднення навколишнього середовища. Нині автомобільний транспорт створює більше половини загального обсягу шкідливих для навколишнього середовища викидів і є основним джерелом забруднення повітря, особливо у великих містах. У середньому при пробігу 15 тис. км за рік кожен автомобіль спалює 2 т палива і близько 26-30 т повітря, у тому числі 4,5 т кисню, що в 50 разів більше потреб людини. При цьому автомобіль викидає в атмосферу: чадного газу – 700 кг/рік, діоксиду азоту – 40 кг/рік, незгорілих вуглеводнів – 230 кг/рік і твердих речовин – 2-5 кг/рік. Автомобільний транспорт забруднює атмосферу трьома способами: емісією шкідливих речовин з відпрацьованими газами, проривом газів у картер двигуна й емісією шкідливих речовин у результаті випару палива в паливних баках, карбюраторах, а також у результаті витоків палива. Головним з них є перший спосіб, на частку якого приходиться близько 2/3 шкідливих викидів автомобілів в атмосферу. Основними нетоксичними компонентами відпрацьованих газів автотранспортних засобів є азот, кисень, пари води і вуглекислий газ. Усього налічується близько 200 шкідливих (забруднюючих) речовин, багато яких небезпечні для здоров'я людини. До токсичних компонентів відносяться: оксиди вуглецю, оксиди азоту, альдегіди, вуглеводні, сірчистий газ, сажа, бензапірен та ін. [1].

Для спалювання палива в теплових машинах витрачається велика кількість кисню. Згоряння палива майже ніколи не буває повним, тому відбувається забруднення повітря золою, пластівцями сажі та іншими шкідливими елементами. Енергетичні установки викидають в атмосферу щорічно 230-290 млн м³ золи і 60 млн м³ оксиду сірки, 400 млн т оксиду вуглецю, 250 млн т хлору, фтору, свинцю, ртуті та інших шкідливих речовин [2].

Вміст забруднюючих речовин у викидах дизельних двигунів значно перевищує вміст вуглеводнів у викидах бензинових двигунів. Тоді як, у викидах дизельних двигунів переважає вміст сажі, що свідчить про те, що використання дизельних двигунів екологічніше, ніж бензинових. Під час роботи автомобільного двигуна внутрішнього згоряння джерелами викидів шкідливих речовин є: вихлопні гази, картерні гази, випаровування системи живлення.

Безперервне зростання інтенсивності руху призвело до поступового збільшення забруднення навколишнього середовища вздовж магістралі.

Приблизно 20% викидів транспортних засобів осідає біля автомагістралей. Внаслідок забруднення приземного повітря та ґрунту по обидва боки дороги утворюються первинні аномалії токсичних та канцерогенних речовин; найбільш забруднена зона важкими металами являє собою пояс шириною до 10 м. Прилегла рослинність може бути забруднена важкими металами через їх вплив на ґрунт та пряме осідання аерозолів, диму та пилу на поверхні рослин.

Поверхнєве забруднення свинцем відбувається лише при інтенсивності руху понад 1000 автомобілів на добу. На швидкісних дорогах інтенсивність руху досягає 20-25 тис. транспортних засобів на добу, а забруднення на 1-2 порядки вище.

Тривале випасання великої рогатої худоби на цих смугах призведе до накопичення свинцю в тканинах тварин, а потім у тканинах людини через живильний ланцюг.

Свинець інтенсивно накопичується у посівах поблизу автомагістралі, а надто – в коренеплодах і капусті. У соломі, пшениці поблизу автошляху свинцю в середньому в 4, в соломі ячменю – в 10 разів більше. Зниження врожайності у пришляховій смузі внаслідок забруднення становить: зернових – на 20-30%, буряків – на 35, картоплі – на 47%. На деяких автошляхах України з інтенсивним рухом транспортних засобів необхідно суворо контролювати використання земельних ділянок на трасі. У деяких випадках, особливо коли немає насаджень дерев, в радіусі 100 м слід встановлювати санітарно-захисні смуги, не допускати утримання худоби та не збирати врожай [2].

Серед цих джерел основним є відпрацьовані гази, які мають складний хімічний склад. У відпрацьовані гази входить більше 1000 різних шкідливих речовин, які негативно впливають на людину і довкілля, 200 з них розпізнано. Основним є оксид вуглецю (CO), вуглеводні (загальна формула C_nH_{2n}), оксиди азоту (загальна формула NO_2), альдегіди (загальна формула $R-COH$), сполуки сірки (основна – двооксид сірки SO_2), тверді частини (сажа – C), канцетрогенні речовини, до яких належать складні ароматичні вуглеводні поліциклічної будови (основний елемент, якого найбільше, – бенз(а)пірен – $C_{20}H_{12}$), сполуки свинцю (PbO_4). Основні з цих речовин призводять до непоправних наслідків [4].

Серед них: оксид вуглецю порушує газообмін в організмі. Вміст CO у повітрі 0,01 % з тривалістю дії більше однієї години спричиняє головний біль, погіршення реакції та зменшення працездатності. Більші концентрації та тривале вдихання призводить до серцево-судинних захворювань, розвитку атеросклерозу, враження центральної нервової системи, інфаркту міокарда, розвитку легеневих захворювань.

Серед вуглеводневих сполук – найбільшу загрозу представляють ароматичні вуглеводні олефінового ряду, тобто ненасичені вуглеводні етилового ряду. Однією з характеристик впливу вуглеводнів на організм людини є їх вплив на центральну нервову систему. Крім того, вуглеводи можуть викликати серцево-судинні захворювання, аритмію, захворювання шлунково-кишкового тракту, а також викликати зміни в складі крові.

Численними дослідженнями встановлено, що один з вуглеводнів – етилен – негативно впливає на рослини, спричиняючи симптоми раннього старіння, хронічні ураження, відпадання клітин та плодів, припинення росту. Основними альдегідами, що надходять в атмосферу з відпрацьованими газами, є формальдегід і акролеїн, які шкідливо впливають на органи дихання і слизові оболонки.

Сажа і канцерогенні речовини. Частинок сажі затримуються у легенях, спричиняючи алергію. На своїй поверхні сажа адсорбує велику кількість вуглеводних сполук, зокрема поліциклічних ароматичних вуглеводнів, серед яких найнебезпечніший бенз(а)пірен, що здатний спричинити ракові пухлини, переважно рак легенів.

Оксиди азоту NO і NO^2 здатні глибоко проникати в легені, спричиняючи пошкодження їх тканин. За високої концентрації можливі виникнення хронічних респіраторних захворювань і навіть смертельні випадки. Тривалий вплив NO^2 призводить до хлорозу рослин (передчасного старіння).

Сполуки сірки. Сірчистий газ SO^2 – основний токсичний продукт сполук сірки, що надходять у атмосферу з відпрацьованими газами. Він вражає органи дихання, змінює склад крові, погіршує імунітет, порушує білковий обмін речовин в організмі. Висока концентрація SO^2 в атмосфері спричиняє гострий бронхіт, задишку, можливу смерть внаслідок рефлекторного спазму горла.

Сполуки сірки SO_2 , SO_3 , H_2SO_3 і H_2SO_4 завдають значної шкоди лісовому і сільському господарствам – вони окислюють ґрунт. Підвищують вразливість рослин до захворювань. Окрім цього, ці речовини є основними складовими смогу і «кислотних» дощів.

Сполуки свинцю. Наявність сполук свинцю в атмосферному повітрі міст здебільшого пов'язана з відпрацьованими газами бензинових двигунів, які працюють на етилованому бензині. Етилова рідина спалюється в камерах згоряння двигунів, утворюючи неорганічні сполуки – оксиди і солі, які аерозолями викидаються в атмосферу. Зважені частки розпорошуються у навколишньому середовищі. Значна частина сполук свинцю осідає на землю поблизу автомобільних доріг.

Основними чинниками інтенсивного забруднення атмосфери автотранспорту в Україні є:

- 1) затори транспортних засобів на дорожньо-транспортній мережі;
- 2) експлуатація технічно застарілого автомобільного парку;
- 3) низька якість палива та мастила;
- 4) умови «зеленого екрану» та спеціальних бар'єрів, призначених для боротьби із шумовим забрудненням, не є ідеальними [3].

Наслідками впливу автотранспортних викидів на екосистему є:

- забруднення атмосфери, водойм і суші, зміна хімічного складу ґрунту;
- виділення тепла в навколишнє середовище при роботі двигунів внутрішнього згоряння та паливних пристроїв у транспортній промисловості;
- генерування високого рівня шуму та вібрації;

- можливість активізації несприятливих природних процесів, таких як: водна ерозія, заболоченість, утворення соляних потоків, зсуви та обвали;
- зростання захворювань людей і тварин завдає величезної матеріальної шкоди природній екосистемі;
- порушення ґрунтово-рослинного покриву та зниження врожайності сільськогосподарських культур [4].

Серед невідкладних заходів щодо покращення екологічного стану навколишнього середовища міста доцільно виділити такі:

- встановлення швидкості автомобільного транспорту 50 км/год, за якої кількість вихлопних газів найменша;
- проектування об'їзних шляхів для транзитного транспорту;
- створення дорожніх розв'язок на двох чи трьох рівнях з метою зменшення кількості зупинок перед світлофорами, коли різко зростає викид газів;
- оснащення нових автомобілів ефективними системами і пристроями зниження викидів (каталітична нейтралізація, автомати пуску і прогрівання, системи уловлювання пари пального);
- збільшення парку автомобілів і автобусів, які працюють на газоподібному пальному;
- розроблення та впровадження нових типів двигунів внутрішнього згоряння з підвищеними економічними характеристиками;
- розроблення нових видів екологічно чистого автотранспорту з використанням альтернативних джерел енергії [5].

Висновки. Для вирішення екологічних проблем транспортного середовища, необхідно плановірно та комплексно здійснювати заходи відповідно до пріоритетних цілей, контролювати фактори впливу, стан автотранспортної системи та стан екосистеми. Необхідно забезпечити встановлення більш жорстких екологічних стандартів для проектування нових моделей і двигунів, залучити до вирішення цієї проблеми громадськість, у тому числі молодь.

Список використаних джерел

1. Повторейко А. Д. Вплив автотранспорту на навколишнє середовище в Україні. Житомир, 2017. С. 1.
2. Огородник І. М., Двудіт З. П. Вплив автотранспорту на екосистему держави. *Економіка АПК*. Львів, 2011. С. 43-47.
3. Чернишов О. Вплив транспорту на екологію міста. Аналіз та стратегії для України. Харків, 2016. 24 с.
4. Книш Ю. В., Копій М. Л. Шляхи зменшення шкідливих викидів автотранспорту у навколишнє середовище. *Науковий вісник НЛТУ України*. Львів, 2014. С. 81-87.
5. Федевич О., Ступницька Н. Аналіз забруднення автомобільним транспортом атмосферного повітря міста Львова. Львів, 2018. С. 94-97.

Едуард КУЧЕРЕНКО*,
магістр 1 року навчання,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ УСТАНОВКИ ПОРЦІЙНОГО ПРИБИРАННЯ ГНОЮ З КОРІВНИКІВ

***Анотація.** Робота присвячена розробці технологічного процесу та конструктивних параметрів установки порційного прибирання гною з поздовжніх каналів корівників з прив'язним утриманням тварин.*

Оптимальне керування виробничими процесами молочного тваринництва неможливе без отримання об'єктивної та оперативної технологічної інформації про якість виробленої продукції. Одним із важливих показників якості молока є його жирність. Визначення жирності молока як від окремої тварини, так і від стада в цілому дає можливість оперативно корегувати технологічні параметри і програмувати якість продукції. Інформація про жирність молока дозволяє оптимізувати раціон годівлі кожної тварини, враховуючи індивідуальні фізіологічні особливості та характер відгуку окремих тварин на зовнішні чинники.

***Annotation.** The work is devoted to the development of the technological process and the installation of batch cleaning of manure from the longitudinal channels of cowsheds with tethered animals.*

Optimal management of dairy production processes is impossible without obtaining objective and operational technological information about the quality of products. One of the important indicators of milk quality is its fat content. Determination of milk fat content both from an individual animal and from the herd as a whole makes it possible to quickly adjust the technological parameters and program product quality. Information on the fat content of milk allows you to optimize the diet of each animal, taking into account the individual physiological characteristics and the nature of the response of individual animals to external factors.

Вступ. Для вирішення проблеми продовольчої безпеки нашої країни необхідно збільшити виробництво тваринницької продукції, тобто підвищити продуктивність худоби, що може бути здійснено за рахунок поліпшення його якостей, годівлі та утримання. Умови утримання тварин, особливо мікроклімат, в значній мірі впливають на продуктивність. На мікроклімат тваринницького приміщення істотно впливає спосіб збирання гною, який повинен мінімізувати загазованість, накопичення сірководню, аміаку та інших шкідливих речовин [1,

*Науковий керівник: к.т.н., доцент кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв ВНАУ Токарчук О.А.

2, 3]. Для виробництва тваринницької продукції промисловим способом розроблений ряд типових науково обґрунтованих технологій, кожна з яких розрахована на отримання найбільшого економічного ефекту стосовно до конкретних природно-кліматичних умов розміщення комплексу. В даний час існує два основних способи утримання корів: прив'язний і безприв'язний. Крім того, різновидом безприв'язного утримання худоби є спосіб нефіксованого утримання корів в комбібоксах [4, 5].

Виклад основного матеріалу. В даний час на фермах з прив'язним утриманням корів застосовуються скребкові транспортери кругового дії, а також штангові транспортери і шнеки. Скребкові транспортери мають неоптимізований шлях транспортування гною до точки вивантаження з огинанням поворотних зірочок, на які припадає значне навантаження. Підшипники, що знаходяться в гною, зношуються, що часто призводить до відмови роботи транспортера. При транспортуванні гній переміщується. При включенні транспортера, робочі органи впливають на всю масу гною, який накопичився в каналі. Не можуть бути використані при застосуванні в якості підстилки подрібнених соломи. Вимагають значних витрат праці на технічне обслуговування і ремонт. Це обмежує їх застосування на невеликих фермах в селянських (фермерських) господарствах. В зв'язку з цим виникає необхідність розробки технології і нового технічного засобу, що працює за принципом порційного забору гною, та транспортує його до точки вивантаження тільки по прямій колії, що виключає багаторазове перемішування в корівниках з однорядним утриманням тварин.

Запропонований технологічний процес забезпечує послідовне видалення порцій гною прямолінійною кареткою з повертаючими в горизонтальній площині скребками при її зворотно-поступальному русі (Рис. 1).

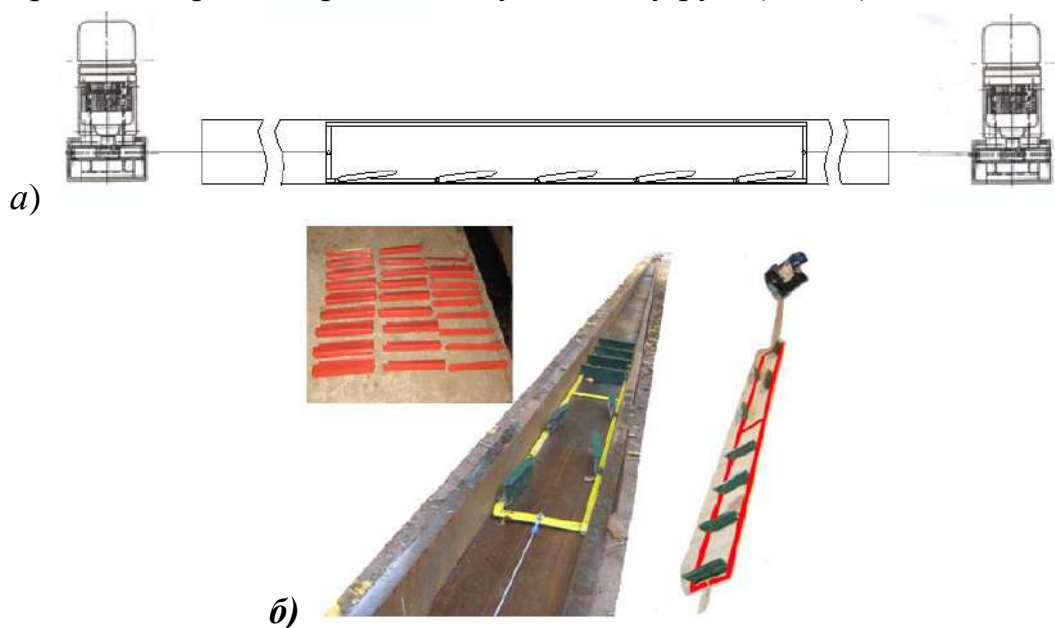


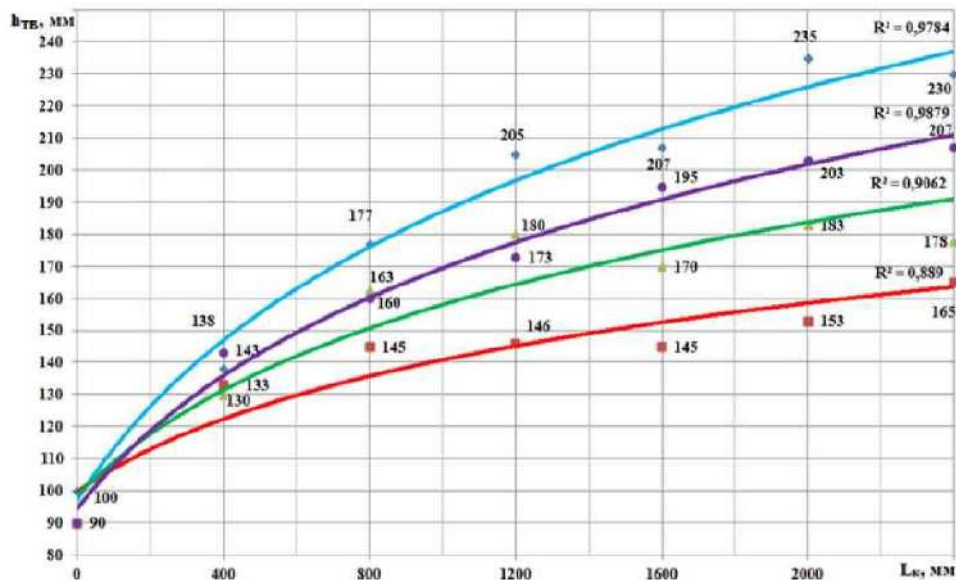
Рис. 1. Установка порційного прибирання гною:

а - в торці корівника з 5 скребками; б - в середині корівника з 8 скребками

Зі збільшенням вологості гною висота тіла волочіння перед скребком зменшується. Але при цьому транспортувальна здатність каретки збільшується.

Це пояснюється тим, що при меншій вологості гною ($W = 82,4\%$) висота тіла волочиння за рухомим вперед скребком значно менше, ніж перед скребком, що переміщує цю масу. При збільшенні вологості гною ($W = 84,3\%$) висота тіла волочиння між двома скребками буде однаковою. До того ж при такій вологості перший скребок при русі в бік вивантаження гною переміщує перед собою його масу на довжину 1 м і більше.

В результаті досліджень встановлені залежності висоти тіла волочиння $h_{ТВ}$ при різній вологості гною від висоти скребка $H_{ск}$ (відстань між скребками 400 мм). При вологості гною $W_H = 82,4\%$ і висоті скребка $H_{ск} = 55$ мм максимальна висота тіла волочиння досягає $3 H_{ск}$. Зі збільшенням висоти скребка (при одній і тій же вологості) висота тіла волочиння росте, але не прямо пропорціонально. Якщо при $H_{ск} = 55$ мм - висота тіла волочиння $h_{ТВ} = 3 H_{ск}$, то при $H_{ск} = 100 - h_{ТВ} = 2,35 H_{ск}$ (рис. 2).



висота скребків $H_{ск} = 55$ мм;

висота скребків $H_{ск} = 70$ мм;



висота скребків $H_{ск} = 85$ мм;



висота скребків $H_{ск} = 85$ мм.

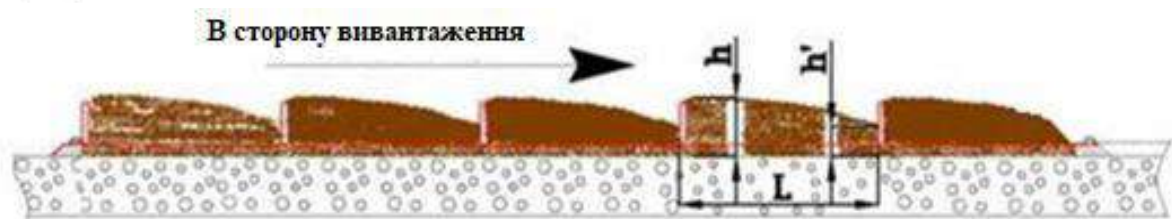


Рис. 2. Зміна висоти тіла волочиння $h_{ТВ}$ по довжині каретки L_K залежно від висоти скребків $H_{ск}$ при русі каретки до розвантажувального вікна

($W_H = 82,4\%$ відстань між скребками 400 мм)

Висновок. Аналіз існуючих технологій і засобів прибирання гною з корівників з прив'язним утриманням тварин показав, що найбільшого поширення набули скребкові транспортери, які мають значні переваги: шлях (до 160 м) з круговим одночасним переміщенням всієї маси гною в каналах і, як наслідок, необхідність використання потужного приводу, що збільшує витрату електроенергії, витрати на технічне обслуговування і ремонт. Це обмежує їх застосування на невеликих фермах і на фермерських господарствах, що зумовлює необхідність вдосконалення технологічного процесу і обґрунтування параметрів установки порційного прибирання гною в корівниках з однорядним утриманням тварин.

Список використаних джерел

1. Гевко Р. Б., Ткаченко І. Г., Павх І. І. Машини сільськогосподарського виробництва : навч. посіб. для студ. вузів. М-во освіти і науки України, Терноп. акад. нар. госп-ва. Тернопіль, 2002. 251 с.
2. Войтюк Д. Г., Гаврилюк Г. Р. Сільськогосподарські машини : підруч. для студ. вузів. 2-е вид. К. : Каравела, 2008. 551 с.
3. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва : підруч. у 2 т : Т 2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін. ; за ред. А.В. Рудя. К. : Агроосвіта, 2012. 434 с.
4. Любін М. В. Механізація транспортуючих робіт. Навчальний посібник Вінниця: РВВ ВДАУ, 2004. 212 с.
5. Іванченко Ф. К. Підйомно-транспортні машини. Підручник. К: Вища школа, 1993. 413 с.
6. Pankiv, V. R., Tokarchuk, O. AInvestigation of constructive geometrical and filling coefficients of combined grinding screw conveyor. *INMATEH – Agricultural Engineering*, (Bucharest) Romania. 2017. 51, №.1 59–68.

Роман ЛИСЕНКО*.

студент магістратури першого року навчання,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ВЛОВЛЮВАННЯ ОББИТИХ ЧАСТИН РОСЛИН ПРИ ВОРУШІННІ ПРИВ'ЯЛЕНОЇ ТРАВИ

***Анотація.** Ворушіння, згрібання прив'ялених рослин конюшини лучної при заготівлі сіна супроводжується оббиванням і втратами найбільш цінних, в кормовому відношенні, частин рослин - листків, бутонів, суцвіть. Зменшити втрати від оббивання можливо шляхом виділення із утвореного вороху за допомогою косо́го аспіраційного потоку повітря оббитих частин рослин.*

В результаті реалізації багатofакторних експериментів встановлено, що із вороху, утвореного в процесі ворущіння або згрібання прив'яленої конюшини лучної можливо виділити 50...55 % оббитих частин при наступних режимах роботи: швидкості косо́го аспіраційного потоку повітря 14,0...15,5 м/с; швидкості вкидання вороху в потік повітря 6,5...7,8 м/с; подачі вороху 6,8... 8,5 кг/с і висоті встановлення камери виділення над потоком вороху 0,24...0,26 м.

***Abstract.** Stirring, raking of withered plants of meadow clover during haymaking is accompanied by upholstery and loss of the most valuable, in terms of fodder, parts of plants - leaves, buds, inflorescences. It is possible to reduce losses from upholstery by separating the upholstered parts of plants from the formed heap by means of oblique aspiration air flow.*

As a result of realization of multifactor experiments it is established that from the heap formed in the course of agitation or raking of the dried meadow clover it is possible to allocate 50... 55% of the upholstered parts at the following operating modes: speed of oblique aspiration air flow 14,0 ... 15,5 m /with; the speed of throwing the heap into the air flow 6.5 ... 7.8 m / s; heap feed 6.8 ... 8.5 kg / s and the height of the selection chamber above the heap flow 0.24 ... 0.26 m.

Вступ. Дія робочих органів граблів, граблів - ворущилок на прив'ялену траву неминуче призводить до оббивання і втрати найбільш цінних, в кормовому відношенні, частин рослин - листків, бутонів, суцвіть та верхівок стебел рослин. Особливо це проявляється при обробітку прив'ялених бобових трав, зокрема конюшини лучної вологістю менше 50 %. Механічні втрати при ворущінні (згрібання) прив'яленої трави можуть досягти 20 % маси вихідної сухої речовини трави. Це не тільки зменшує збір сіна, але й суттєво впливає на його цінність, тому що втрачені частини рослин за вмістом поживних речовин в 2...3 рази перевищують стебла. В зв'язку з цим удосконалення робочого процесу граблів-

*Навчальний керівник: Кондратюк Д.Г к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

ворушилок, спрямоване на зменшення механічних втрат - є актуальним завданням. Перспективним в цьому відношенні є спосіб ворущіння та згрібання скошених трав з виділенням, під час виконання цих операцій, за допомогою косого аспіраційного потоку повітря оббитих частин рослин.

Мета роботи. Збільшення збору поживних речовин при заготівлі сіна із конюшини лучної за рахунок зменшення механічних втрат при виконанні операцій ворущіння та згрібання прив'яленої трави.

Виклад основного матеріалу. Обґрунтування параметрів процесу вловлювання оббитих частин рослин здійснювали шляхом моделювання процесу ворущіння трави граблями-ворушилкою з відцентровими робочими органами.

При дослідженні цього процесу застосовувалась система методів планування експериментів. Для підвищення ефективності виділення з вороху (тут і далі під ворохом будемо розуміти суміш оббитих частин рослин і прив'яленої трави) оббитих вегетативних частин рослин і зменшення вмісту в виділеному продукті клітковини використовувався:

- метод випадкового балансу, як засіб виключення малозначущих факторів для скорочення об'ємів експериментальних досліджень;
- метод повного факторного експерименту першого порядку, як засіб одержання лінійної математичної моделі процесу;
- круте сходження, як засіб одержання локального оптимуму;
- метод центрального композиційного ортогонального планування, як засіб одержання нелінійної моделі і послідууючої оптимізації.

Для проведення досліджень була спроектована і виготовлена лабораторна установка (рис. 1), яка дозволяла змінювати наступні параметри: швидкість повітряного потоку за допомогою заслінки 4; швидкість вкидання вороху в повітряний потік за допомогою вмонтованого в редукторі 10 ланцюгового варіатора; висоту встановлення уловлювальної камери над потоком вороху за допомогою гвинтових механізмів 2; параметр e (віддаль між транспортером і уловлювальною камерою) шляхом переміщення вентилятора відносно транспортера; подачу вороху шляхом зміни швидкості вкидання вороху в повітряний потік і маси вороху, яка припадає на одиницю довжини транспортера; вміст легких складових вороху (листя, суцвіття) змінювався шляхом підмішування до рослин конюшини відповідної кількості попередньо обламаного листя і суцвіття; кут вкидання вороху в повітряний потік γ змінювався за допомогою механізму підйому транспортера 13.

Швидкість потоку повітря в камері виділення визначали згідно методики [1]. Для оптимізації процесу сепарації було вибрано дві оцінки результатів розділення, одна з яких характеризувала кількісну, а інша якісну сторони процесу.

Кількісна сторона - це виділення оббитих частин рослин повітряним потоком по відношенню до вмісту їх у воросі. Визначали цей показник наступним чином:

$$E = \frac{100m_1}{m_2}, \quad (1)$$

де E - коефіцієнт виділення оббитих частин рослин, %; m_1 - маса оббитих листків виділених з вороху; m_2 - вміст оббитих частин рослин у воросі.

Якісна сторона - це засмічення виділеного продукту стеблами. Визначали цей показник таким чином:

$$E' = \frac{100M_{ст} \left(1 - \frac{W_{ст}}{100}\right)}{M_{ст} \left(1 - \frac{W_{ст}}{100}\right) + m_1 \left(1 - \frac{W_{обб}}{100}\right)}, \quad (2)$$

де $M_{ст}$ і $W_{ст}$ - маса і вологість стебел, які попадають у виділений продукт; $W_{обб}$ - вологість оббитих частин рослин.

Засмічення виділених частин рослин стеблами призводить до збільшення вмісту в виділеному продукті клітковини. Було прийнято, що виділений продукт повинен мати кормову цінність не нижчу, ніж трав'яне борошно першого класу. Згідно даних [2] в сухій речовині борошна першого класу вміст протеїну повинен становити не менше 19 %, а клітковини не більше 23 %. За даними зоотехнічного аналізу вміст клітковини в виділеному продукті не буде перевищувати вказану норму, якщо, в сухій речовині виділеного продукту вміст сухої речовини стебел (фаза цвітіння конюшини) не буде перевищувати 11 %. Тому при оптимізації процесу виділення за допустиме значення показника засмічення виділеного продукту (листки, суцвіття) стеблами було прийнято $[E'] = 11 \%$.

На першому етапі досліджень вивчався вплив на процес розділення 8 факторів. Здійснювалось це за методом випадкового балансу. Кожен із вибраних факторів змінювався на двох рівнях, які показані в дужках: $X_1(V_e)$ - швидкість повітряного потоку (10; 12 м/с); $X_2(W)$ - вологість важких складових вороху (стебел) (25; 50 %); $X_3(e)$ - віддаль від кінця транспортера до уловлювальної камери (0,6; 0 м); $X_4(c)$ - концентрація легких складових вороху (5; 15 %); $X_5(V_{ск})$ - швидкість вкидання вороху в повітряний потік (9; 13 м/с); $X_6(\gamma)$ - кут, який утворює напрямок вкидання вороху в повітряний потік з горизонталлю (5; 10 град); $X_7(M')$ - подача вороху (8; 14 кг/с); $X_8(h)$ - висота встановлення уловлювальної камери над потоком вороху (0,40; 0,60 м).

Після реалізації відсівного експерименту були вираховані критерії значущості факторів, які наведені в табл. 1. Як видно із даних цієї таблиці на виділення обламаного листя найбільш суттєво впливають фактори: X_1 , X_3 , X_5 , X_7 та X_8 , а на засмічення уловленого продукту стеблами сильніше за інших, впливають фактори: X_1 , X_3 , X_5 та X_8 . В обох випадках фактор X_6 - кут вкидання вороху в повітряний потік займає проміжне положення між факторами, які суттєво і не суттєво впливають на процес сепарації. Щоб переконатись в тім, що фактор є незначущим, було проведено два досліди в трьохразовій повторності при наступних умовах: $X_1(V_e) = 11$ м/с; $X_2(W_{ст}) = 27$ %; $X_3(e) = 0$; $X_4(c) = 10$ %; $X_5(V_{ск}) = 9$ м/с; $X_7(M') = 8$ кг/с; $X_8(h) = 0,375$ м. Встановлено, що при куті вкидання вороху в повітряний потік, взятому на нижньому рівні, ($\gamma = 5^\circ$) значення коефіцієнта виділення із вороху обламаних листків $E = 32,6$ %, а коефіцієнта засмічення $E' = 9,8$ %. При куті вкиданні взятому на верхньому рівні ($\gamma = 10^\circ$) були одержані наступні значення коефіцієнтів: $E = 31,4$, а $E' = 10,1$ %, тобто

різниця між значеннями коефіцієнтів одержаних при нижньому і верхньому рівнях кута не перевищує 5 %.

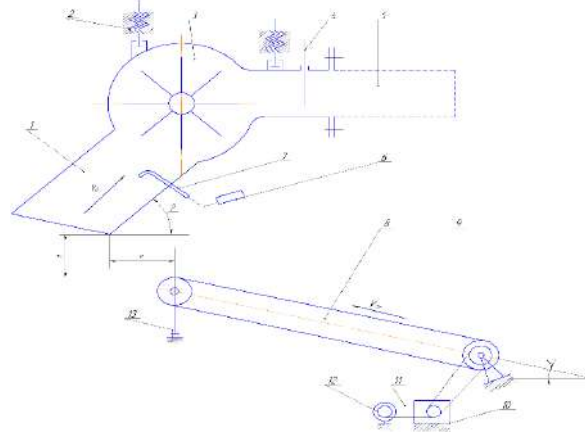


Рис. 1 - Схема лабораторної установки для вивчення процесу виділення з прив'яленої трави оббитих частин рослин: 1 - камера виділення; 2 - гвинтовий механізм; 3 - вентилятор; 4 - заслінка; 5 - фільтр; 6 - тягонапомір; 7 - пневматична трубка повного тиску; 8 - транспортер; 9 і 11 - ланцюгові передачі; 10 - редуктор; 12 - двигун; 13 - механізм підйому транспортера.

Одержані дані дають підставу вважати, що зміна кута вкидання вороху від 5 до 10° практично не впливає на коефіцієнти виділення і засмічення, тобто фактор є незначущим. На основі цього був зроблений висновок, що інші фактори, у яких критерій значущості менший, ніж у фактору X_6 , є незначущим і їх можна не брати до уваги при подальшому вивченні процесу.

При проведенні відсівних експериментів було встановлено, що коефіцієнт виділення збільшується із збільшенням швидкості повітряного потоку і при умові наближення транспортера до уловлювальної камери, а також при зменшенні рівнів всіх інших значущих факторів.

Таблиця 1. Критерії значущості факторів відсівного експерименту

Фактор	Критерій значущості факторів	
	для коефіцієнта виділення E , %	для коефіцієнта засміченості E' , %
X_1 – швидкість повітряного потоку, м/с	67,2	57,6
X_2 -вологість стебел трави, %	4,2	3,9
X_3 -віддаль від камери виділення до транспортера, м	111,0	20,8
X_4 -концентрація оббитих частин у воросі, %	2,4	4,5
X_5 -швидкість вкидання вороху в потік повітря, м/с	68,8	13,6
X_6 -кут вкидання вороху в потік повітря, грд.	4,6	5,6
X_7 -подача вороху, кг/с	51,6	0,6
X_8 -висота встановлення камери виділення над потоком вороху, м	89,8	36,0

Збільшення швидкості повітряного потоку позитивно вплигло на виділення із вороху оббитих часток, через це при подальших дослідженнях було вирішено збільшити рівні цього фактору на 1 м/с, не змінюючи інтервал варіювання.

Збільшення віддалі між транспортером і камерою виділення (параметр e) призводить до зменшення коефіцієнта виділення. Тому при проведенні подальших досліджень було вирішено встановити транспортер таким чином, щоб він вкидав ворох безпосередньо в повітряний потік (параметр $e = 0$), а даний фактор виключити.

Збільшення висоти встановлення уловлювальної камери над потоком вороху призводить до різкого зменшення коефіцієнта виділення. Тому було вирішено зменшити верхній рівень цього фактора до 0,4 м. По аналогічній причині був зменшений до 12 кг/с верхній рівень фактору X_7 (подача вороху), а верхній рівень фактору X_5 було зменшено до 11 м/с.

Таким чином, відсівний експеримент дозволив відібрати чотири фактори; $X_1(V_e)$; $X_5(V_{ck})$; $X_7(M')$; $X_8(h)$, які найбільш суттєво впливають на процес виділення і визначити більш сприятливі умови для проведення наступної серії дослідів.

На другому етапі досліджень проводилась робота по відшукуванню оптимальних, з точки зору якості процесу сепарації, комбінацій відібраних факторів і відповідне значення вихідних змінних. Для цього був реалізований повний фактичний експеримент типу 2^4 .

Після виключення незначущих коефіцієнтів було одержано наступні рівняння регресії:

$$E = 22,26 + 1,8X_1 - 3,36X_5 - 3,76X_7 - 6,78X_8 + 1,35X_1X_5 - 1,23X_1X_7 + 1,5X_1X_8 - 2,14X_5X_7 + 1,1X_5X_8. \quad (3)$$

$$E' = 12,84 + 2,77X_1 - 2,95X_5 - 2,57X_8. \quad (4)$$

Перевірка адекватності одержаних рівнянь регресії експериментальних даних дала такі результати. Для виділення з вороху обламаною листя розрахункове значення критерію Фішера $F_p = 1,98$. Табличне значення критерію Фішера $F_T = 2,38$.

Розрахункове значення критерію Фішера, для коефіцієнта засмічення $F_p = 1,04$. Табличне значення критерія Фішера для цього процесу $F_T = 2,08$.

Таким чином, перевірка адекватності одержаних рівнянь регресії свідчить, що гіпотезу про адекватність описування рівняннями першого порядку результатів експериментів можна вважати вірною. Але не дивлячись на це, ця гіпотеза не була прийнята як достовірна по тій причині, що усі парні взаємодії факторів, крім b_{78} , значущі, а це говорить про суттєву кривизну функції відгуку.

На основі викладеного було зроблено висновок, що для описування результатів експериментів, лінійна модель не може бути прийнятою. Через це в подальших дослідженнях з метою вивчення оптимальної області було застосовано планування другого порядку, яке дозволило одержати уявлення про функцію відгуку з допомогою полінома другого ступеня. Одержана лінійна модель (3) була використана для здійснення крутого сходження по поверхні відгуку.

За одиничний крок сходження була вибрана величина зміни фактору X_5 -швидкість вкидання вороху в повітряний потік) на 1,5 м/с. Для інших факторів крок вибирався пропорційно кроку X_5 .

В результаті реалізації крутого сходження рівні третього кроку були вибрані за оптимальні. Тому, що при цих умовах досягається відносно висока ступінь виділення оббитих частин і одночасно рівень засміченості виділеного продукту стеблами не перевищує допустиме значення.

Для описування визначеної оптимальної зони була використана схема центрального, композиційного, ортогонального планування. Умови проведення цих дослідів були наступними (спочатку записаний нульовий рівень фактору, а після інтервал варіювання): $X_1(14; 1,0 \text{ м/с})$, $X_5(7,0; 1,5 \text{ м/с})$; $X_7(8; 2 \text{ кг/с})$; $X_8(0,275; 0,05 \text{ м})$.

Після виключення незначущих коефіцієнтів були одержані наступні рівняння регресії.

Для виділення з вороху оббитих листків

$$E = 55,5 + 2,94X_1 - 1,28X_5 - 3,58X_7 - 5,40X_8 + 1,19 X_7X_8 - 5,49X_1^2 - 5,32X_5^2 - 4,74X_7^2 - 4,89X_8^2. \quad (5)$$

Для засмічення виділеного продукту стеблами

$$E' = 6,43 + 2,29X_1 - 2,23X_5 - 2,16X_8 + 1,28X_1^2 + 1,91X_5^2 + 1,96X_7^2 + 2,11X_8^2. \quad (6)$$

Аналіз рівнянь (5) і (6) виконувався методом перебору варіантів з послідуною побудовою двомірних перерізів, поверхонь відгуку. При цьому вирішувалась компромісна задача, в якій необхідно було знайти значення факторів, що забезпечують максимальне значення коефіцієнта виділення при задовільній якості уловленого продукту, тобто при незначному засміченні виділеного продукту стеблами.

Перебором варіантів встановлено, що максимальне значення коефіцієнта виділення $E = 58,07 \%$ забезпечується в тому випадку коли: $X_1 = 0,47$; $X_5 = 0$; $X_7 = -0,47$; $X_8 = -0,705$.

Підставивши значення факторів $X_1 = 0,47$ і $X_8 = -0,705$ в (5) і (6), одержимо:

$$E = 57,89 + 2,94X_1 - 1,28X_5 - 5,49X_1^2 - 5,32X_5^2, \quad (7)$$

$$E' = 9,45 + 2,29X_1 - 2,35X_5 + 1,28X_1^2 + 1,91X_5^2. \quad (8)$$

Координати центрів поверхонь виявились рівними $X_{1S} = 0,27$; $X_{5S} = -0,12$ і $X_{1S}' = -0,89$; $X_{5S}' = 0,58$. Значення коефіцієнтів виділення і засмічення в нових центрах поверхонь відгуку: $E_S = 58,4\%$; $E_{5S}' = 7,8\%$. Тоді (7) і (8) в канонічній формі приймуть вигляд:

$$E - 58,4 = -5,49X_1^2 - 5,32X_5^2, \quad (9)$$

$$E' - 7,8 = 1,28X_1^2 + 1,91X_5^2. \quad (10)$$

Підставляючи різні значення коефіцієнтів E і E' в (9) і (10), отримаємо рівняння еліпсів, які характеризують процеси виділення і засмічення в залежності від зміни швидкості повітряного потоку і швидкості вкидання вороху в повітряний потік. Графічно результати розрахунків представлені на рис. 2. Аналіз представлених двомірних перерізів показує, що висока якість виділення ($E > 55 \%$) досягається в усьому діапазоні зміни швидкості вкидання вороху від 5,5 до 8,4 м/с при подачі приблизно рівній 7 кг/с і висоті встановлення камери виділення над потоком вороху 0,24 м. Центр поверхні коефіцієнта засмічення E' зміщений в сторону більших значень швидкості вкидання і менших значень швидкості потоку повітря.

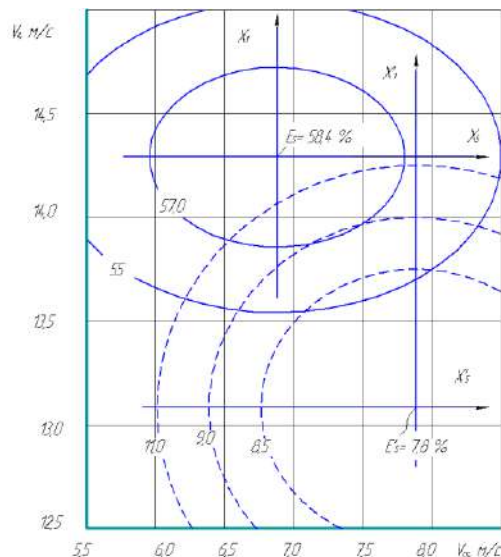


Рис. 2- Двомірні перетини для вивчення впливу факторів X_1 і X_5 на виділення з вороху оббитих частин рослин і засміченості виділеного продукту стеблами при $X_7 = -0,47$ і $X_8 = -0,705$.

Зменшення швидкості повітряного потоку спричиняє погіршення якості виділення з вороху вільних листків, але при цьому покращується якість виділеного продукту за рахунок зменшення його засмічення стеблами рослин.

На основі даних, зображених на рис. 2, можуть бути рекомендовані наступні режими роботи: швидкість повітряного потоку 14,0...14,4 м/с, швидкість вкидання вороху - 6,5...8,4 м/с.

Побудувавши інших п'ять двомірних перетинів у координатах: V_e-h ; $M'-h$; $V_{ск}-M'$; $V_{ск}-h$ і V_e-M' встановлено, що раціональними, з точки зору якості процесу виділення з вороху оббитих частин рослин, є наступні значення факторів: швидкість потоку повітря $V_e = 14,0...15,5$ м/с; швидкість вкидання вороху в потік повітря $V_{ск} = 6,5...7,8$ м/с; подача вороху $M' = 6,8... 8,5$ кг/с і висота встановлення камери виділення над потоком вороху $h = 0,24...0,26$ м.

Висновки. При допомозі косога аспіраційного потоку повітря із трав'яного вороху, утвореного в результаті оббивання вегетативних частин рослин в процесі ворущіння конюшини лучної, вологістю менше 50 %, можливо виділити 50...55 % оббитих, найбільш цінних в кормовому відношенні частин при наступних режимах роботи: швидкості косога аспіраційного потоку повітря 14,0...15,5 м/с; швидкості вкидання вороху в потік повітря 6,5...7,8 м/с; подачі вороху 6,8... 8,5 кг/с і висоті встановлення камери виділення над потоком вороху 0,24...0,26 м.

Список використаних джерел

1. ОСТ 70.23.2-79 Испытания сельскохозяйственной техники. Теплогенераторы. Программа и методы испытаний. Введен в действие 01.09.1980 г.
2. ГОСТ 18691-88. Корма травяные. Искусственно высушенные. Технические условия. Введен в действие 01.05.89 г.

Михайло МАТРУНЧИК*,
студент 6 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ РОТОРНИХ РОБОЧИХ ОРґАНІВ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ОПАЛОГО ЛИСТЯ

***Анотація.** Утилізація опалого листя є складною технологічною проблемою, яка часто вирішується найбільш простим і в той час найбільш екологічно шкідливим методом спалювання, в містах утилізація опалого листя вирішується вивезенням листя на майданчики накопичення чи на звалища побутових відходів, така технологія утилізації вимагає витрати значних матеріальних ресурсів. Однак опале листя є цінним ресурсом, який можна використати з користю для навколишнього середовища, а саме як сировину для виготовлення компосту чи паперу. Проте переробка листя вимагає наявності спеціалізованого обладнання для його подрібнення, вирішенню цієї проблеми і присвячена дана робота.*

В даній статті проаналізовано фізико-механічні та технологічні властивості листя як предмету праці, розглянуто конструкції подрібнюючих пристроїв, визначено переваги та недоліки існуючих машині.

Ключові слова: опале листя, подрібнення, компостування, переробка, роторний подрібнювач.

***Annotation.** Disposal of fallen leaves is a complex technological problem, which is often solved by the simplest and at the same time the most environmentally harmful method of incineration. However, fallen leaves are a valuable resource that can be used to the benefit of the environment, namely as a raw material for making compost or paper. However, the processing of leaves requires specialized equipment for grinding, solving this problem and this work is devoted.*

This article analyzes the physical, mechanical and technological properties of leaves as an object of labor, considers the design of grinding devices, identifies the advantages and disadvantages of existing machines.

Key words: fallen leaves, crushing, composting, processing, rotary shredder.

Вступ. Сьогодні в світі існує значна кількість глобальних проблем, однією з найбільш критичних є питання забруднення навколишнього середовища, зокрема повітря. Вирішуючи питання забруднення атмосфери збільшенням кількості зелених насаджень супроводжується збільшенням витрат на комунальні роботи з догляду за деревами, а в осінню пору постає ще проблема

*Науковий керівник – к.т.н, доцент Паладійчук Ю.Б., кафедра агроінженерії і технічного сервісу, інженерно-технологічного факультету, Вінницького національного аграрного університету.

утилізації опалого листя та тонких гілок. Листя стає джерелом значної кількості токсичних речовин, в той момент як в природних умовах воно є джерелом поживних речовин для дерев.

Сьогодні існує два основних методи утилізації опалого листя (в містах): компостування та спалювання.

Спалювання листя підвищує небезпеку пожеж збільшує концентрацію токсинів в атмосфері, крім того спалювання листя є порушенням закону за який передбачено штраф.

Компостування це доволі трудомісткий процес, він потребує додаткових площ для накопичення та компостування, але перевагою такого методу утилізації є можливість подальшого застосування отриманого компосту для потреб рослинництва.

Ще одним сучасним методом утилізації опалого листя міських дерев є переробка листя на еко папір [4].

Актуальність теми дослідження. Переробка опалого листя, дасть змогу забезпечити ґрунт мінеральними елементами, кальцієм, магнієм, калієм і фосфором, також листя містить спори корисних грибів та мікроби, що теж підвищують природну родючість ґрунту. Проблема утилізації опалого листя повинна забезпечуватись новітніми методами та технологіями, які дадуть змогу утилізувати опале листя без шкоди навколишньому середовищу.

Актуальність теми спрямована на поліпшення екологічної ситуації та в майбутньому ефективної утилізації опалого листя!

Виклад основного матеріалу. Сьогодні опале листя з дерев восени стає цілою проблемою, а на його прибирання витрачається значна кількість матеріальних та людських ресурсів, утилізація листя в містах категорично відрізняється від даного процесу в сільській місцевості, де листя часто залишають під деревом з якого воно опало, в такому разі утилізація листя відбувається природнім шляхом, а утворена в процесі органіки, слугуватиме їжею для черв'яків і поліпшить структуру ґрунту [5].

Існує чотири методи утилізації опалого листя не спалюючи його:

1. переробка на біопаливо;
2. опале листя можна зібрати та вивезти в місця накопичення;
3. листя можна взагалі не прибирати;
4. рослинні залишки можна згрібати та закладати в компостні ями.

Яку б технологію утилізації листя (крім спалювання) ви б не обрали ця технологія включатиме такі етапи: збір листя в парках та скверах населених пунктів; відвезення листя до місця накопичення; подрібнення листя (дана операція актуальна для технології компостування та технології переробки на папір); вторинна переробка (компостування, переробка на папір) [1].

Технологічний процес збору та подрібнення рослинних залишків в парках і лісопарках має свої особливості. Згідно вимогам агротехніки недопустиме пошкодження дернового шару і трав'яного покриву газонів. Висунутим вимогам відповідає роздільна компоновка підбираючого робочого органу типу роторні граблі та подрібнюючого роторного робочого органу.

Фізико-механічні і технологічні властивості матеріалу слугують фундаментом для реалізації будь-якого технічного пристрою, що взаємодіє з цим матеріалом, це стосується і опалого листя. Дані щодо таких фізико-механічних властивостей як волога, щільність, потужність шару, опір на розрив, наявність домішок, дозволяють раціонально обирати режими експлуатації, розраховувати продуктивність, визначати характеристики міцності елементів конструкції. При обґрунтуванні пристроїв для підбирання, основним параметром є габаритні розміри, так як вони варіюються в широкому діапазоні, що викликає певні вимоги до конструкції підбираючого пристрою, в той час як для подрібнювача основним параметром є не лише розмір, а й міцність на розрив та вологість [3].

Роторні подрібнюючі робочі органи знайшли широке поширення в сільськогосподарських, дорожніх і лісгосподарських машинах, а також в машинах для виробництва кормів. Відмінною особливістю роторних робочих органів є їх обертання при взаємодії з предметом праці.

Сьогодні виділяють наступну схему класифікації роторів по розташуванню осі обертання [3]:

- горизонтально-поперечний;
- поздовжній;
- вертикальне;
- повернене
- поперечно-нахилене;
- поздовжньо-нахилене;
- повернене і нахилене.

Така схема охоплює всю сукупність можливого розташування осі обертання робочого органу в просторі і полегшує систематизацію теорії. Слід відмітити, що рух точок робочих органів з однаковим розташуванням осі обертання в просторі описується однаковими рівняннями.

Подрібнюючі елементи, що безпосередньо взаємодіють з предметом праці, кріпляться до несучої основи (ротора або барабану) нерухомо, шарнірно або пружно. Нерухомі кріплення (Болтове або клинове) поширені в дискових і барабанних подрібнюючих апаратах.

Дискові подрібнюючі апарати є різновидом плоско обертових ріжучих апаратів (рисунок 1) [4]. Останні мають широке поширення в сільському господарстві та садівництві.



Рис. 1 – Дисковий подрібнюючий апарат з горизонтальним розміщенням подрібнюючих роторів КС-3А.

Плосконожеві подрібнюючі барабани отримали розповсюдження в кормозбиральних комбайнах [4]. До недоліків подібних подрібнювачів можна віднести те, що вони легко виходять з ладу при попаданні в робочу камеру твердих предметів (каміння), а також вимагають додаткових допоміжних пристроїв (рекатири і ін.).

Роторні робочі органи з шарнірно закріпленими подрібнюючими елементами широко застосовуються в кормозбиральних машинах для косіння дикорослої маси, бадилля, бур'янів і заготовки зеленої маси, а також в лісогосподарських мульчувачів, газонокосарках, дорожніх машинах, садових косарках [4] і ін.

Однією з особливостей таких робочих органів є використання в них при подрібненні біомаси інерційного підпору.



Рис. 2- Роторний мульчувач HUMUS.

Іншою особливістю є те, що подрібнюючі елементи шарнірно кріпляться до ротора, зазвичай з горизонтальним обертанням.

У подрібнювачах з подвійним подрібненням встановлюються подрібнюючі елементи з ріжучою кромкою на бічній грані. Вони зазвичай здійснюють поперечне і поздовжнє подрібнення (рисунок 3). У кормозбиральних комбайнах фірми Wilder подрібнюючі елементи кріпляться до валу за допомогою спеціальних штанг з конічними втулками (рисунок 3).

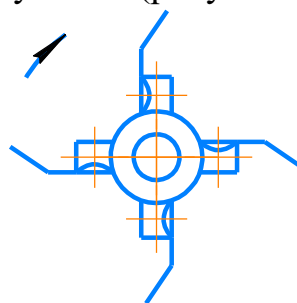


Рис. 3 – Подрібнюючі елементи кормозбирального комбайна фірми Wilder.

Забезпечити ж високі показники технічного рівня і ефективності розроблених або модернізованих подрібнювачів на сучасному етапі науково-технічного розвитку можна тільки на підставі ґрунтовних теоретико-експериментальних досліджень. Тільки за таких умов можна обґрунтувати

кінематичні та конструктивні параметри робочих органів і режими їх функціонування.

Емпіричні методи розробки в значній мірі вичерпуються на перших етапах створення технічних пристроїв, і в подальшому вони ґрунтуються головним чином на теорії. Крім того, слід враховувати специфіку функціонування машин, забезпечених розглянутими робочими органами (сезонність), яка накладає обмеження на проведення дослідницьких робіт. В зв'язку з цим зростає роль лабораторних досліджень.

До теперішнього часу застосовуються класичні методи розрахунку і конструювання окремих елементів подрібнювачів, засновані на використанні коефіцієнта запасу міцності, який не враховує природу навантажень подрібнення [4].

Прискорення науково-технічного прогресу висуває підвищені вимоги до термінів створення машин, однак ускладнення об'єктів проектування веде до збільшення цих термінів. Характер багатьох проектних рішень все ще залишається інтуїтивним. Усунення ж помилок проектування пов'язано зі значними матеріальними витратами.

Залишається не вирішеною проблема вибору і обґрунтування критерію ефективності створення сільсько - та лісогосподарських машин.

Існуючі методи оптимізації можна об'єднати в наступні групи:

1) Метод класичного варіаційного числення. Використовується при відсутності обмежень на керуючі параметри оптимізації. Знаходяться мінімум функціоналу [6];

2. Принцип максимуму Понтрягіна - варіаційний принцип пошуку мінімуму функціоналу з початковими обмеженнями. При обмеженнях на керовані параметри дає єдине рішення, у разі фазових обмежень єдність розв'язку порушується [6];

3. Принцип оптимальності Беллмана - покрокова оптимізація [6];

4. Методи нелінійного та лінійного програмування [6].

Незважаючи на загальну постановку завдань оптимізації проектних параметрів, між ними є істотні відмінності, які більшою мірою пояснюються функціональним призначенням проєктованих технічних пристроїв [6].

Результати досліджень технологічних властивостей опалого листя наведені в таблицях 1 і 2.

Таблиця 1. Технологічні властивості шару опалого листя (рік проведення дослідження 2020)

Щільність, кг/м ³	Вологість, %	Потужність шару, кг/м ²
96	65	6,2

Аналіз проведених вимірювань показує, що процес збирання опалого листя характеризується значними коливаннями і широким діапазоном технологічних властивостей шару листя, а це істотно впливає на працездатність машин. Слід

зазначити і коливання середніх значень потужності шару по довжині (шляху) обробки поверхні, причому значення коливаються в межах від 0,8 до 2,9 кг/м².

Таблиця 2. Технологічні параметри опалого листя (Вологість 80 %).

Порода дерева	Площа листа мм ²	Маса, г	Середній діаметр, мм
Клен	2100	1,25	88
Дуб	1800	0,87	62
Тополя	1700	0,62	55
Береза	1650	0,65	65
Вільха	1650	0,65	65

Дослідження показали, що технологічні властивості шару опалого листя не значно залежать від породи дерева, але істотно від густоти насаджень і природно-кліматичних умов. Встановлено характер залежності середніх значень щільності і вологості листя від товщини шару (рисунок 5 і 6).

Аналіз результатів досліджень фізико-механічних і технологічних властивостей опалого листя дозволяє оцінити характер протікання вхідних впливів на робочі органи машин, що взаємодіють зі специфічним предметом праці.

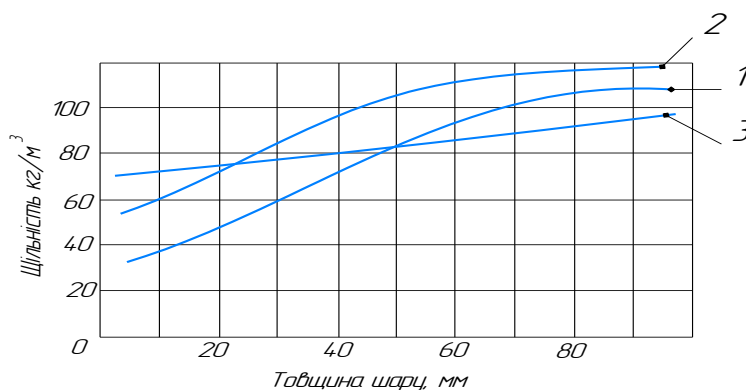


Рис. 5 – Графік залежності середніх значень щільності листя від товщини шару: 1 - для клена, 2 - для дубу, 3 - для хвойних порід.

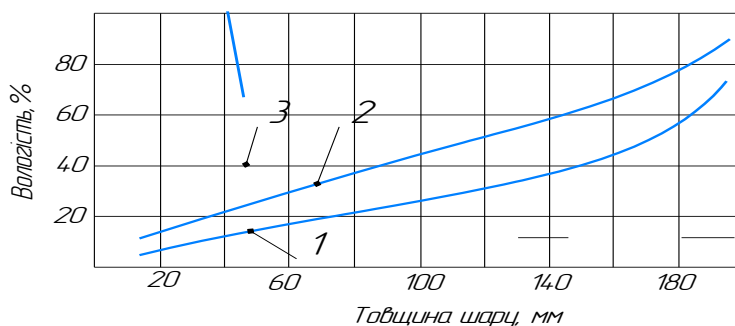


Рис. 6 – Графік залежності середніх значень вологості листя від товщини шару: 1 - клена, 2 - дубу, 3 – хвойних порід.

Висновки. Збільшення кількості зелених насаджень супроводжується збільшенням витрат на комунальні роботи з догляду за деревами, а в осінню пору постає ще проблема утилізації опалого листя та тонких гілок. Спалювання листя підвищує небезпеку пожеж збільшує концентрацію токсинів в атмосфері, крім того спалювання листя є порушенням закону за який передбачено штраф.

Вдихання чадного газу під час спалювання листя, може викликати головний біль, втрату свідомості, загострення респіраторних захворювань. У димі опалого листя містяться оксид азоту, вуглецю, чадний газ, та сполуки важких металів. У тліючих без доступу повітря рослинах утворюється бензопірен – речовина настільки небезпечна, що здатна викликати ракові захворювання. Крім того, з таких вогнищ виділяються в повітря і пестициди – якими оброблялися дерева під час росту.

Технологічний процес збору та подрібнення рослинних залишків в парках і лісопарках має свої особливості. Згідно вимогам агротехніки недопустиме пошкодження дернового шару і трав'яного покриву газонів. Висунутим вимогам відповідає роздільна компоновка підбираючого робочого органу типу роторні граблі та подрібнюючого роторного робочого органу.

Роторний робочий орган з шарнірно закріпленими подрібнюючими елементами є конструктивно складним агрегатом багатьох сільсько - та лісогосподарських машин, він виконує основну, найбільш енергоємну технологічну операцію. Перевагами даного робочого органу є простота виготовлення, зміни і заточки подрібнюючих елементів, їх повна взаємозамінність.

Список використаних джерел

1. Рівень забруднення атмосферного повітря у місті Вінниця. веб-сайт. URL: <https://www.saveecobot.com/maps/vinnytsia> (дата звернення: 10.09.2021).
2. Використання та утилізація опалого листя. веб-сайт. URL: <https://khntusg.com.ua/vikoristannja-ta-utilizacija-opalogolistja/> (дата звернення: 14.09.2021).
3. Кондратюк Д.Г., В.П. Комаха. Визначення основних параметрів різального апарата ротаційної косарки. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2020. № 3 (110). С. 77-85.
4. Сарана В.В. Обґрунтування основних параметрів подрібнювача гілок ущільненого саду: дис. ... к. т. н.: 05.05.11/ Київ. 2006. 194 с.
5. Боков В. М., Попова М. І., Лисенко Р. С. Використання осіннього листя для виготовлення альтернативних видів палива. *Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація*. 2013. Вип. 26. С. 231-241.
6. Теоретична механіка: навч. посіб. / В. М. Булгаков, Г. М. Калетнік, І. Є. Кравченко та ін. / за ред. В. М. Булгакова, С. І. Кучеренка. Київ: Хай-ТекПрес, 2011. 608 с.

Сергій МЕЛЬНИЧУК*,
студент 3-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ТРАНСПОРТУВАННЯ НАСІННЯ НА ДНО БОРОЗНИ В ПРОСАПНИХ СІВАЛКАХ

***Анотація.** Мета досліджень полягає у підвищенні якості посіву просапних культур пневматичними сівалками шляхом забезпечення керованістю руху насіння від висівного апарату до дна борозни. У результаті досліджень встановлено, що за рівних умов досягнути зниження швидкості насіння v_c можна зменшенням висоти падіння h , однак значення кута падіння у насіння в борозну при цьому збільшується.*

Зміна висоти падіння насіння конструктивно обмежена, тому для зменшення висоти його падіння на дно борозни в конструкцію серійного пневматичного висівного апарату необхідно ввести додатковий елемент (насіннепровід), при цьому висота встановлення осі висівного диска залишиться незмінною.

***Annotation.** The purpose of the research is to improve the quality of sowing row crops with pneumatic seeders by ensuring controllable movement of seeds from the sowing device to the bottom of the furrow. As a result of the research, it was found that, under equal conditions, it is possible to achieve a decrease in the speed of seeds with a decrease in the height of the fall h , but the value of the angle of fall of the seeds into the furrow in this case increases. The change in the drop height of the seeds is structurally limited, therefore, to reduce the height of its fall to the bottom of the furrow, an additional element (seed wire) must be introduced into the design of the serial pneumatic sowing device, while the mounting height of the sowing disc axis will remain unchanged.*

***Вступ.** У серійних сівалках типу УПС відсутні насіннепроводи, і насіння, що скидається з дисків висівних апаратів, вільно падає на дно борозни з певної висоти, яка визначена конструкцією сівалки та її сошника. Багато дослідників [1, 2], які займаються удосконаленням пневматичних висівних апаратів, вживають поняття сівалки точного висіву, маючи на увазі при цьому рівномірне однонасінне дозування висівним апаратом, і тим самим керуються нічим необґрунтованим припущенням, що насіння, яке виходить з висівного апарату з певною рівномірністю, з такою ж рівномірністю укладається на дно посівної борозни. У реальному процесі на рівномірність розподілу насіння в борозні*

*Науковий керівник: Яропуд В.М. к.т.н., доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва інженерно-технологічного факультету ВНАУ.

впливають не тільки точність дозування насіння висівним апаратом, а й інші фактори, які проявляються після виходу насіння з висівного апарату, зокрема удар насіння об дно борозни.

Для визначення закономірностей, що впливають на безударне укладання насіння на дно борозни, необхідні дослідження способи управління процесом доставки насіння на дно борозни в просапних сівалках (типу УПС).

Мета досліджень полягає у підвищенні якості посіву просапних культур пневматичними сівалками шляхом забезпечення керованістю руху насіння від висівного апарату до дна борозни.

Виклад основного матеріалу. Для розгляду кінематики процесу висіву насіння висівним диском просапної сівалки приймемо ряд припущень, що дозволяють побудувати модель процесу руху насіння від висівного диска до дна борозни:

1. Сходження насіння з висівного диска відбувається у момент припинення дії на нього вакууму і не залежить від форми і розміру насіння.

2. Відрив насіння від висівного диска відбувається без впливу комірки диска.

3. Рух насіння з моменту відриву від висівного диска до моменту торкання його дна борозни відбувається без торкання стінок сошника і без впливу опору повітря.

4. На схемах насіння приймається за матеріальну точку певної маси.

Насіння, що сходить з диска висівного апарату, з моменту сходу його з диска до моменту приземлення на дно борозни знаходиться в стані вільного польоту, схема якого зображена на рисунку 1 за швидкості агрегату v_a .

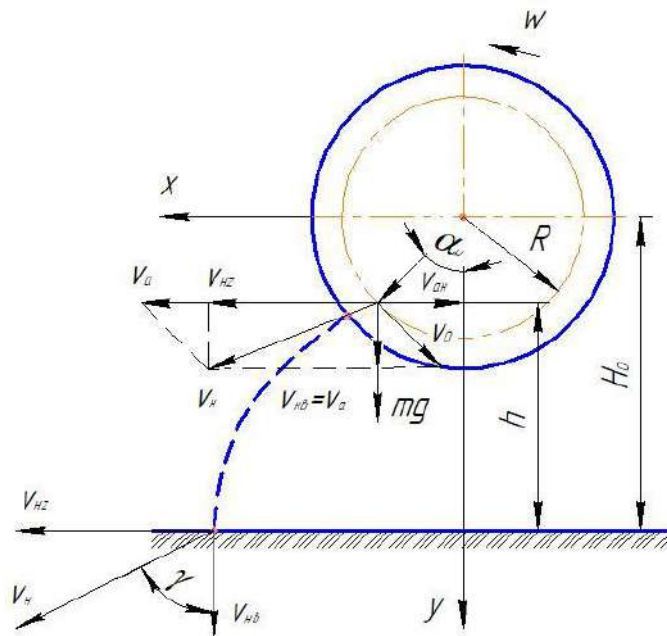


Рис. 1. Схема польоту насіння в просапних сівалках (типу УПС).

Висота падіння насіння h може бути визначена за виразом:

$$h = H_0 - R \cos \alpha_n, \quad (1)$$

де H_0 - висота осі висівного апарату від дна борозни, м;

R - радіус видалення присмоктувальних отворів висівного диска від його центру, м;

A_n - кут відхилення точки сходу насіння від вертикалі.

У момент сходу насіння з висівного диска воно має лінійну швидкість v_0 , яка визначається за відомим виразом:

$$v_0 = \omega \cdot R, \quad (2)$$

де ω - кутова швидкість висівного диска, рад/с.

Лінійну швидкість насіння в момент його сходження з висівного диска можна розкласти на горизонтальну v_{0z} і вертикальну v_{0e} складові через функцію кут сходу α_n :

$$v_{0z} = \omega \cdot R \cdot \cos \alpha_n, \quad (3)$$

$$v_{0e} = \omega \cdot R \cdot \sin \alpha_n, \quad (4)$$

Якщо не враховувати опір повітря, то висота падіння насіння до дна борозни визначається з виразу:

$$h = \omega R \cdot \sin \alpha_n \cdot t + \frac{gt^2}{2}. \quad (5)$$

Тоді, час падіння насіння t визначається за формулою:

$$t = \frac{-\omega R \cdot \sin \alpha_n + \sqrt{\omega^2 \cdot R^2 \cdot \sin^2 \alpha_n + 2gh}}{g}. \quad (6)$$

Якщо при польоті насіння не враховувати опір повітря, то воно в момент зіткнення з дном борозни матиме швидкість v_n , горизонтальна і вертикальна складові якої визначаються за формулами:

$$v_{nz} = v_a - \omega \cdot R \cdot \cos \alpha_n, \quad (7)$$

$$v_{ne} = \omega \cdot R \cdot \sin \alpha_n + gt. \quad (8)$$

Підставляючи у формулу (8) замість t його вираз (6), після деяких перетворень отримаємо

$$v_{ne} = \sqrt{\omega^2 \cdot R^2 \cdot \sin^2 \alpha_n + 2gh}. \quad (9)$$

Величина швидкості падіння насіння v_n в момент удару об дно борозни визначається за формулою:

$$v_n = \sqrt{v_{nz}^2 + v_{ne}^2} = \sqrt{v_a^2 - 2\omega R \cdot \cos \alpha_n \cdot v_a + 2gh + \omega^2 \cdot R^2}. \quad (10)$$

Кутова швидкість висівного диска взаємопов'язана зі швидкістю посівного агрегату наступним виразом [3]:

$$\omega = C \cdot v_a, \quad (11)$$

де $C = 2\pi/l_n z$ - постійна, м;

l_n - крок висіву насіння, м;

z - число висівних комірок диска, шт.

Підставивши у формулу (10) вираз (11) і після деяких математичних перетворень величина швидкості падіння насіння v_n в момент удару об дно борозни визначиться за формулою:

$$v_n = \sqrt{v_a^2 - C v_a^2 R \cdot (2 \cos \alpha_n + CR) + 2gh}. \quad (12)$$

Кут падіння насіння γ визначається за виразом:

$$\gamma = \arctg \left(\frac{v_a \cdot (1 - CR \cos \alpha_n)}{\sqrt{Cv_a^2 R^2 \cdot \sin^2 \alpha_n + 2gh}} \right). \quad (13)$$

Графіки залежності величини швидкості і кута падіння насіння в момент удару його об дно борозни, побудовані за рівняннями (12) і (13), представлені на рисунку 2.

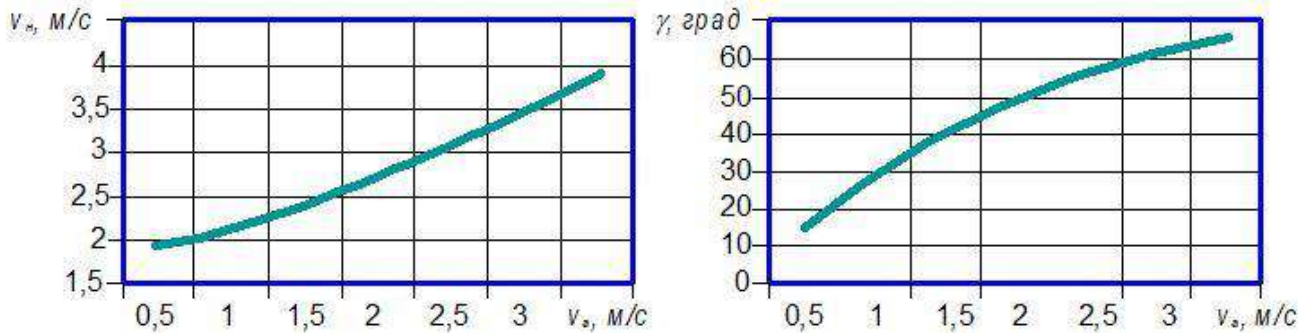


Рис. 2. Залежності величини швидкості v_c і кута падіння γ насіння на дно борозни від швидкості посівного агрегату v_a .

Аналіз виразів (7), (9) і графіків на рисунку 2 показує, що параметри α_n , R і h задані конструктивно і є величинами постійними. Змінними є параметри v_a і ω . Діапазон зміни робочої швидкості посівного агрегату знаходиться в межах 7...12 км/год або 1,9...3,3 м/с. Кутова швидкість висівного диска залежить від норми висіву і швидкості посівного агрегату. При нормах висіву просапної культури (кукурудзи) 3...5 шт./м і швидкості сівалки 1,9...3,3 м/с діапазон зміни ω складе 1,6...4,8 рад/с. Визначимо діапазон числових значень швидкостей насіння $v_{нз}$ і $v_{нв}$ в момент його зіткнення з дном борозни конкретно для сівалки УПС-8, у якій $\alpha_n = 45^\circ$ і $h = 188$ мм:

$$\begin{aligned} v_{нз} &= v_a - \omega R \cdot \cos \alpha_n = (1,9 \dots 3,3) - (1,6 \dots 4,8) \cdot 0,06 \frac{\sqrt{2}}{2} = \\ &= (1,9 \dots 3,3) - (0,07 \dots 0,2) = 1,7 \dots 3,2 \text{ м/с}; \end{aligned}$$

$$v_{нв} = \sqrt{\omega^2 R^2 \sin^2 \alpha_n + 2gh} = \sqrt{(1,6 \dots 3,3)^2 \cdot 0,06^2 \left(\frac{\sqrt{2}}{2} \right)^2 + 2 \cdot 9,8 \cdot 0,188} = 1,921 \dots 1,925 \text{ м/с}.$$

За цими даними можна зробити наступні висновки:

- вертикальна складова швидкості насіння в момент падіння його на дно борозни практично не залежить від кутової швидкості посівного диска, а залежить тільки від висоти падіння і для сівалки УПС-8 становить близько 2 м/с;
- горизонтальна складова швидкості насіння в момент падіння його на дно борозни, в основному, залежить від швидкості сівалки, кутова швидкість диска ω зменшує горизонтальну складову швидкості насіння, але не більше ніж на 10%.

На основі отриманих даних видно, що в момент зіткнення насіння з дном борозни має місце косий удар його об ґрунт зі швидкістю 2,6...3,8 м/с і кутом падіння ($45^\circ \dots 55^\circ$) відносно вертикалі. Для вивчення поведінки насіння після удару його об ґрунт при даних значеннях швидкості і кутах падіння, потрібні

додаткові експериментальні дослідження.

Для виключення явища відскоку насіння від дна борозни необхідно проаналізувати шляхи зменшення швидкості насіння в момент сходження його з висівного диска і зменшення (наближення до нуля) кута падіння насіння γ .

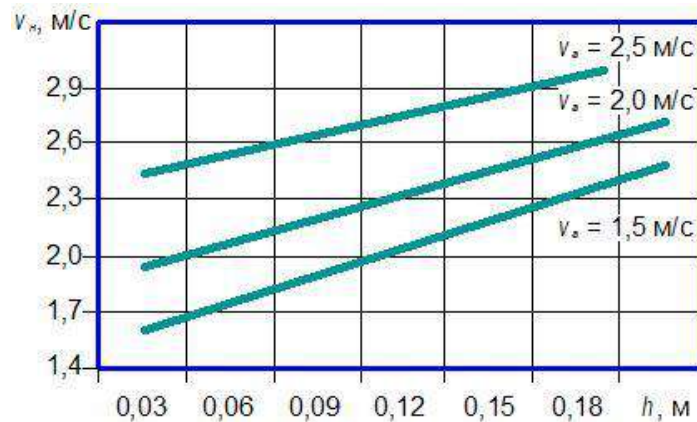


Рис. 3. Залежність величини швидкості насіння від висоти падіння h за різної швидкості посівного агрегату v_a .

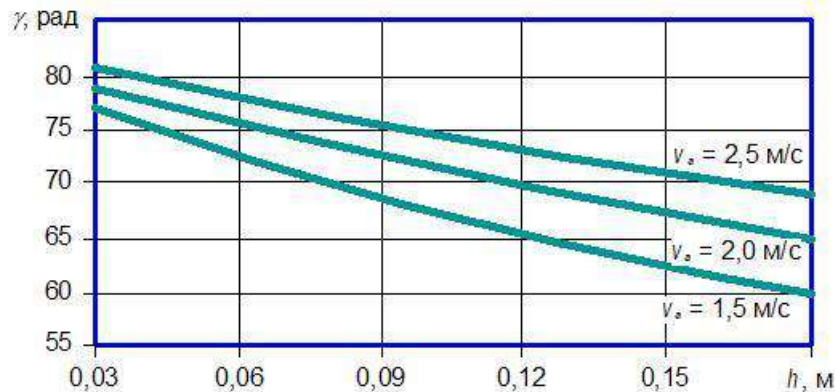


Рис. 4. Залежність кута падіння γ від висоти падіння h за різної швидкості посівного агрегату v_a .

Аналіз виразів (12), (13) і графіків (рисунок 3; 4) показав, що за рівних умов досягти зниження швидкості насіння v_n можна зменшенням висоти падіння h , однак значення кута падіння у насіння в борозну при цьому збільшується.

Зміна висоти падіння насіння конструктивно обмежена, тому для зменшення висоти його падіння на дно борозни в конструкцію серійного пневматичного висівного апарату необхідно ввести додатковий елемент (насіннепровід), при цьому висота встановлення осі висівного диска залишиться незмінною.

Висновки. За вільного падіння насіння з висівного диска у серійних сівалках типу УПС відбувається косий удар насіння об ґрунт зі швидкістю 1,5...2,5 м/с і кутом падіння (45° ... 65°) відносно вертикалі, внаслідок чого виникає явище відскоку насіння. Значення швидкості і кута падіння, визначається експериментальним шляхом.

У результаті досліджень встановлено, що за рівних умов досягнути зниження швидкості насіння v_n можна зменшенням висоти падіння h , однак

значення кута падіння у насіння в борозну при цьому збільшується.

Зміна висоти падіння насіння конструктивно обмежена, тому для зменшення висоти його падіння на дно борозни в конструкцію серійного пневматичного висівного апарату необхідно ввести додатковий елемент (насіннепровід), при цьому висота встановлення осі висівного диска залишиться незмінною.

Список використаних джерел

1. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: Підручник / за ред. О.І. Сідашенко, О.А. Науменка. Харків: "Міськдрук", 2010. 744 с.
2. Паладійчук Ю.Б, Зінев М.В. Спеціалізовані ремонтні підприємства, стан і перспективи розвитку чи занепаду. *Сучасні проблеми землеробської механіки*: зб. наук. праць XVIII міжн. наук. конф. 16-18 жовтня 2017 р. Тернопіль: Крок, 2017. С. 240.
3. Технічний сервіс в АПК: навч. посіб. / Л.В. Швець, Ю.Б. Паладійчук, О.О. Труханська. Вінниця: ВНАУ, 2019. 648 с.
4. Технологія розбирання сільськогосподарських машин (частина третя): веб-сайт. URL: <https://hydro-maximum.com.ua/ua/a343465-tehnologiya-razborki-selskohozyajstvennyh.html> (дата звернення: 14.09.2021).
5. Обладнання для очищення та видалення забруднень деталей сільгосптехніки. *Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу*: веб-сайт. URL: <https://propozitsiya.com/ua/obladnannya-dlya-ochishchennya-ta-vidalennya-zabrudnen-detaley-silgosptehniki> (дата звернення: 12.09.2021).
6. Рекламний проспект мийки високого тиску: веб-сайт. URL: <https://profitech.com.ua/ua/p980466408-professionalnaya-mojka-vysokogo.html> (дата звернення: 08.09.2021).

Лілія НІКІТЕНКО*,

студентка 3 курсу,

факультету агрономії та лісівництва,

Вінницький національний аграрний університет,

Вінниця, Україна.

АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ, ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ РОЗВИТКУ В УКРАЇНІ

Анотація. Тепер, як ніколи, постало питання: що чекає на людство – енергетичне голодування чи енергетичне процвітання? Очевидно, що зараз людство переживає енергетичну кризу: бажані потреби людства в електроенергії в кілька разів перевищують виробництво.

*Науковий керівник: Хасцький Г.С. канд. геогр. наук, доцент кафедри екології та охорони савколишнього середовища.

***Abstract.** Now, more than ever, the question has arisen: what awaits humanity – energy starvation or energy prosperity? It is obvious that now humanity is experiencing an energy crisis: the desired needs of mankind for electricity are several times higher than production.*

Вступ. У процесі розвитку людства пропорційно зростає попит на електроенергію, яка задовольняє потреби у викопному паливі, потім гідроенергетиці та атомній енергії, що призводить до збільшення викидів вуглецю та глобального потепління. В результаті людство звертає увагу на природні джерела енергії. Слід зазначити, що використання та розвиток альтернативних видів виробництва електроенергії в Україні, порівняно з іншими європейськими країнами, знаходиться лише на початковому етапі, а з ідеями практичної реалізації таких проектів існує чимало проблем. Враховуючи геополітичне положення України у сучасному світі, як ніколи, актуальним є прискорення розвитку альтернативної енергетики як одного з аспектів створення умов для економічного розвитку та незалежності України[1].

Виклад основного матеріалу. Існуючі джерела енергії поділяються на традиційні та альтернативні. До традиційних корисних копалин належать нафта, газ та вугілля. Їх найбільшим недоліком є те, що вони не поновлювані ресурси. Це перший фактор, який спонукає визнати необхідність використання інших джерел енергії. Рано чи пізно навіть найбагатші родовища вичерпаються, тому пошук нових варіантів енергії з кожним роком стає все актуальнішим. Другим фактором і, можливо, першим за важливістю є вплив на екологію планети. Викиди парникових газів від спалювання корисних копалин порушують кліматичний баланс. Наслідки зміни клімату стали більш помітними в останнє десятиліття. Сильні зливи та урагани, сніг середини весни, періоди тривалої посухи, повені, смерчі та інші природні явища трапляються все частіше, і ми не можемо їх контролювати. Єдиний доступний людям спосіб знизити темпи зміни клімату – це перехід на більш екологічно чисті джерела енергії, до яких належать відновлювані, або альтернативні: сонце, вітер, вода, біогаз та інші[2].

Сонячна енергетика – перетворення сонячної радіації на теплову та електричну енергію, у зв'язку з типом установки. Сюди стосуються сонячні електростанції та геліосистеми. Вони безпечні для довкілля і можуть застосовуватися ще протягом мільярдів років. Питання полягає в розвитку технологій перетворення і накопичення даного ресурсу. Сонячна енергія вважається найбільш перспективною, за останні декілька років вона набрала колосальних обертів. Цікавий факт: сонячної енергії може вистачити для безперервного електропостачання усієї планети

Вітрова енергетика – область використанні енергії вітру з метою утворення, будь-якого, іншого виду енергії необхідної для людства. Вітер – це змінена форма сонячної енергії, через те так само відноситься до альтернативної відновлювальної енергетики. Цікавий факт: один вітряк при правильному розташуванні та встановленні спроможний забезпечувати 1400 будинків.

Гідроенергетика – використання енергії води з метою трансформації її в електричну. На сьогоднішній день вона є особливо освоєною серед інших нетрадиційних джерел. Потенціал дрібних річок, приток, систем водопостачання дають енергонезалежність деяким віддаленим районам та населеним пунктам. Серед переваг: невеликі терміни будівництва та обсяг інвестицій, довговічність та доступність. Цікавий факт: Вода є одним із перших генераторів електроенергії.

Біогорюче – органічне паливо, одержуване з відходів рослин, тварин або сільського господарства або промислового виробництва. Відновлюване джерело, яке є безумовно безпечним для довкілля. Сюди відносяться продукти деревообробного виробництва, спиртові суміші, ефіри, біодизелі та різноманітні газові поєднання[7].

Альтернативна енергетика поступово розвивається і поступово стає однією з основних галузей світової економіки. Відновлювані джерела енергії не тільки зменшують залежність від традиційних джерел енергії, але й забезпечують значні конкурентні переваги для країн, які їх ефективно використовують. А розвиток сучасних технологій та подальше їх впровадження у виробництво робить енергію вироблену із «зелених» джерел дешевшою за аналогічну, отриману за допомогою теплових електростанцій[1].

Для кращого розуміння перспектив розвитку цієї галузі необхідно розглянути останні важливі розробки, які дають можливість оцінити рівень розвитку цієї галузі у світі та ставлення світової спільноти до «зеленої» енергетики. Це також допоможе правильно оцінити сучасний стан та перспективи цієї галузі в Україні.

С. О. Кудря визначає відновлювану або невичерпну енергію як постійний або періодичний потік енергії в навколишньому середовищі. Вчений також визначив два основних типи потоків енергії з відновлюваних джерел енергії:

- енергія, що випромінюється безпосередньо сонцем;
- вторинний прояв сонячної променевої енергії, що втілюється в енергії вітру, теплової енергії, енергії води, енергії біомаси тощо.

Використання відновлюваної енергії має багато переваг, найважливішими з яких вважаються практичні, невичерпні та екологічно чисті, які позитивно впливають на екологічний стан землі та не змінять енергетичний баланс у біосфері. Використання відновлюваної енергії також зменшує негативний вплив традиційного видобутку, переробки та транспортування палива, а також усуває необхідність роботи з великою кількістю небезпечних відходів, що утворюються при традиційному виробництві енергії[7].

У вітчизняному законодавстві термін нетрадиційна та відновлювана енергетика вперше введено в Закон України «Про енергозбереження» 1994 року, який не лише визначає основні поняття у цій сфері, а й закладає основи правового регулювання фізичних осіб. Юридична особа, яка працює у сфері виробництва та відновлення об'єктів альтернативної енергетики. Крім того, одразу помічена необхідність створення більш сприятливих економічних умов для розвитку підприємств у цій сфері шляхом створення різноманітних пільг для виробників

енергозберігаючого обладнання, обладнання, машин і матеріалів та підприємств, які використовують виробництво електроенергії з альтернативних джерел[5].

У 2003 році Верховна Рада України прийняла закон «Про альтернативні джерела енергії». Цей нормативний закон регулює основні аспекти діяльності з використання відновлюваної енергії та надає допомогу у розширенні використання альтернативної та відновлюваної енергії у вітчизняному паливно-енергетичному комплексі. Крім того, альтернативна енергетика визначається як енергетичний сектор, що забезпечує виробництво електроенергії, теплової та механічної енергії з альтернативних джерел, а також альтернативних джерел енергії – як відновлюваних джерел енергії, включаючи сонячну, вітрову, геотермальну, хвильову та припливну енергію, гідроенергетика, енергія біомаси, газ з органічних відходів тощо[6].

При подальшому зниженні вартості відновлювальних джерел енергії (далі – ВДЕ) її економічно обґрунтований потенціал буде зростати. У той же час розширення прямого використання відновлюваної енергії споживачами не обмежується енергетичною системою, формуючи перспективу динамічного розвитку на місцевому рівні. Державна політика має орієнтуватися на стимулювання початкової ініціативи приватних учасників ринку. Також слід заохочувати розвиток децентралізованої відновлюваної енергетики, наприклад, фотоелектричних систем та сонячних панелей на житлових будинках тощо, потенціал яких оцінюється у близько 5% споживання електроенергії населенням. Через відносну стійкість виробництва (за наявності ресурсної бази) та тенденцію до створення місцевих потужностей з виробництва електроенергії очікується зростання частки енергетичного сектору, який використовує тверду біомасу та біогаз як енергію.

Україна має великий потенціал в основних видах відновлюваної енергетики, але наразі вони займають незначну частку в загальному енергетичному балансі країни. Загальний енергетичний потенціал, досягнутий у технології відновлюваної енергії, становить приблизно 98 мільйонів тон традиційного палива щороку[4].

Висновки. Одним із найкращих способів стимулювання розвитку «чистої» енергетики є використання «зелених тарифів» та стимулювання через гранти. В Україні діє досить прогресивне законодавство у сфері зелених тарифів. Водночас необхідно стандартизувати механізм погашення «зеленої ціни на електроенергію», використовувати відновлювані джерела енергії для погашення боргів діючих енерго-виробничих підприємств та сформулювати порядок погашення «зеленої ціни на електроенергію», щоб уникнути погашення «зелена ціна на електроенергію» виникнення боргу. Часткова компенсація вартості альтернативних електростанцій може значно прискорити розвиток галузі. Впроваджуючи альтернативні джерела енергії, слід пам'ятати, що зловживання ними також може завдати шкоди навколишньому середовищу. Зменшити негативний вплив альтернативних джерел енергії можна шляхом використання стандартизованих стандартів, які визначають обмеження на використання окремих видів альтернативних джерел енергії за певних умов.

Список використаних джерел

1. Розвиток альтернативної енергетики в Україні. URL: <https://www.ukrlogos.in.ua/10.11232-2663-4139.16.46.html>
2. Альтернативні джерела енергії. URL: <https://ecodevelop.ua/alternativni-dzherela-energiyi/> (дата звернення 2.11.2021.).
3. Альтернативні джерела енергії. URL: <https://soncedim.com.ua/blog/alternativni-dzherela-energiyi> (дата звернення 2.11.2021.).
4. Перспективи альтернативної енергетики в Україні. URL: <https://zet.in.ua/news/perspektivi-alternativno%D1%97-energetiki-v-ukra%D1%97ni/> (дата звернення 2.11.2021.).
5. Про енергозбереження: Закон України» від 01 липня 1994 року. №74/94-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80> (дата звернення 2.11.2021.).
6. Про альтернативні джерела енергії: Закон України від 20 лютого 2003 року. № 555IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15> (дата звернення 2.11.2021.).
7. Кудря С.О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії. Київ: НТУУ «КПІ», 2012. 212 с.

Ігор НІЩАКОВ^{2*},
студент 4 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ВИРОБНИЦТВО БІОГАЗУ: ДОСВІД ЗАРУБІЖНИХ КРАЇН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ В УКРАЇНІ

***Анотація.** В статті висвітлено досвід зарубіжних країн з виробництва біогазу, а також огляд потенціалу України у переробці органічних та побутових відходів на енергетичні цілі. Представлено прогноз розвитку біоенергетики, а саме – виробництва біогазу в Україні. Перераховані ключові бар'єри для розвитку біогазових проектів в нашій країні.*

***Abstract.** The article highlights the experience of foreign countries in biogas production as well as a review of Ukraine's potential in the processing of organic and household waste on energy. The forecast of bioenergy development is presented, namely on biogas production in Ukraine. The key barriers to the development of biogas projects in our country are also listed.*

*Науковий керівник: Токарчук Д.М. к.е.н., доцент, кафедра адміністративного менеджменту та альтернативних джерел енергії ВНАУ.

Вступ. Енергозабезпечення населення і глобальна екологічна криза змушує країни світу впроваджувати і застосовувати нові альтернативні засоби виробітку енергії. Постає необхідність пошуку інноваційних джерел енергії, які не завдають шкоди довкіллю і мають значний економічний ефект. Виробництво біогазу є привабливою альтернативою з точки зору виробітку енергії. Враховуючи майже невичерпні сировинні ресурси все більше уваги держав привертають методи отримання і переробки біогазу. До того ж, цей вид палива є багатофункціональним і може застосовуватися у різних сферах. Сприятливі зміни в законодавстві ще більше стимулюють інвесторів вкладати кошти у будівництво біогазових установок. Особливо доцільно встановлення біогазових установок біля ферм і утворення енергетичних кооперативів, оскільки фермери не лише забезпечують себе електроенергією, а й продають її державі за вигідними тарифами. Тони сміття утворюються щороку і лише незначна частка використовується за призначенням і переробляється, через це виробіток біогазу зі сміття – один із способів зменшити накопичення відходів і скоротити рівень забруднення довкілля [1].

За останні десятиліття зріс інтерес до біогазу як у розвинутих країнах, так і в усьому світі. Велика кількість біоустановок використовується в Індії, Китаї, Непалі, Південній Америці. У країнах Західної Європи існує понад 600 тисяч таких установок для зброджування відходів, призначених для поліпшення екологічної ситуації. Оскільки має значення одночасне отримання і якісного добрива, і біогазу [2].

Таким чином, виробництво біогазу розглядається як перспективна альтернатива традиційним енергоносіям, які постійно зростають у ціні.

Виклад основного матеріалу. Сьогодні питання використання альтернативних джерел для виготовлення енергії – одне з найактуальніших у всьому світі. Біогазові установки стають важливою складовою енергетичного та промислового комплексів. Їх переваги беззаперечні: це не лише отримання палива, яке можна використовувати для виробництва електроенергії, інших промислово-побутових потреб виробничих комплексів, а й вирішення питання утилізації відходів – замість витрат на їх вивезення та захоронення підприємство отримує додатковий прибуток [3].

Зростання кількості європейських біогазових заводів за останнє десятиліття вказує на стійкий характер розвитку сектору. На кінець 2018 року у країнах ЄС функціонувало 18202 біогазових установок, що на 2% (на 419 одиниць) більше у порівнянні з 2017 роком. Загальна встановлена електрична потужність біогазових заводів становила 11,082 МВт, а загальне виробництво біогазу склало 63,511 ГВт за рік. Лідерами за кількістю заводів є Німеччина (11 084 заводу) і Італія (1 655 заводів). За ними йдуть Франція (837 заводів), Великобританія (715 заводів) і Швейцарія (634 заводів) [5]. Варто зазначити, що європейські країни розвивають біогазові технології протягом тривалого часу, накопичений значний досвід організації біогазових проєктів, зокрема. В Німеччині. Три з шести найбільших європейських біогазових компаній – німецькі.

В Азії лідируючу позицію щодо кількості побутових біогазових станцій займає Китай, де станом на 2016 р. побудовано та експлуатується біогазових потужностей на рівні 350 МВт. Для порівняння: встановлена електрична потужність біогазових станцій в Індії на цей саме період – 187 МВт.

Лідером встановлених потужностей біогазового виробництва у Латинській Америці є Бразилія, встановлена потужність – 450 МВт .

Щодо Сполучених Штатів Америки, то згідно з даними Американської Біогазової Асоціації, у 2017 р. в країні нараховувалося понад 2100 біогазових установок, що експлуатуються на тваринницьких підприємствах, полігонах твердих побутових відходів і станціях очищення стічних вод [4].

Агропромисловий сектор України, виробляючи значні обсяги органічних відходів, потенційно володіє ресурсами для виробництва біогазу, здатними замінити 2,6 млрд м³ ПГ/рік (теоретичний потенціал). При подальшому розвитку сільського господарства та широкому використанні рослинної сировини (силос, трави) цей потенціал може бути доведений за різними оцінками від 7,7 (10) до 18 (11) млрд м³/рік у перерахунку на природний газ. У першому випадку передбачається використовувати 6% орних земель (50% вільних від посівів) в Україні під вирощування кукурудзи на біогаз із консервативною величиною урожайності – 30 т/га. При цьому частка біогазу з силосу кукурудзи становить 53,0% від загального потенціалу, з побічної продукції та відходів рослинництва – 5,7%, з побічної продукції та відходів харчової переробної промисловості – 5,3%, з гнойових відходів тваринництва – 36% [6]. Науковці відзначають наявність великого потенціалу відходів для виробництва біогазу в Україні [7].

За даними Держенергоефективності [8], на кінець 2020 року в Україні діяли 51 установки, що виробляють енергію з біогазу та працюють за «зеленим» тарифом. Загальна встановлена потужність таких установок – 97 МВт, що майже вдвічі більше, ніж наприкінці 2018 року (46 МВт). З них 67 МВт (22 установки) працюють на відходах сільського господарства, 30 МВт (29 установок) – на твердих побутових відходах. Протягом 2020 року було введено 4 МВт біогазових потужностей (2 установки), протягом 2019 року – 40 МВт (16 установок). При цьому, за даними НКРЕКП, упродовж 2019 року біогазовими установками вироблено 247 млн кВт-год електроенергії.

За прогнозами, представленими в Дорожній карті розвитку біоенергетики в Україні до 2050 року і Плані дій до 2025 року, в Україні за рахунок виробництва і споживання біогазу/біометану буде додатково замінено 2,1 млрд м³/рік природного газу і 0,4 млн т/рік бензину і дизельного палива (табл. 1.) [9].

Ключові бар'єри для розвитку біогазових проектів і Україні [10]:

- проблеми з підключенням до систем централізованого опалення, тепло біогазу не може конкурувати з теплом природного газу;
- низька ефективність перетворення енергії, втрати теплової енергії;
- відсутність досвіду використання лігноцелюлозних матеріалів (соломи);
- недостатня гарантія постачальників обладнання, складна процедура

розробки проєктів;

- відсутність сертифікації на органічні добрива, відсутність техніки для внесення збродженої маси на поля.

Таблиця 1

Прогноз розвитку сектору біоенергетики до 2050 року в частині біогазу

Рік	Встановлена потужність		Споживання біопалива, млн т н.е.	Заміщення природного газу, млрд м ³	Скорочення викидів CO ₂ , млн т/рік	Інвестиції, млрд євро		Створення робочих місць, од.
	МВт _{ел}	МВт _т				мін.	макс.	
2020	97	104	0,03	0,00	0,11	0,24	0,39	1843
2025	281	302	0,38	0,05	1,40	0,70	1,13	5347
2030	511	547	0,73	0,11	2,70	1,28	2,04	9702
2035	760	814	1,16	0,20	4,27	1,28	3,04	14441
2040	910	975	1,47	0,28	5,42	1,90	3,64	17297
2045	1 073	1150	1,78	0,38	6,56	2,28	4,29	20390
2050	1 385	1484	2,36	0,55	8,70	2,68	5,54	26324

Висновки. Виробництво біогазу в світі знаходиться на етапі стрімкого зростання, що свідчить про соціально-економічну, екологічну та енергетичну ефективність зарубіжних біогазових технологій. Одним з переваг біогазу є те, що він являє собою єдиний вид відновлюваних джерел енергії, який може бути використаний декількома способами. Його можна спалювати в опалювальних установках й отримувати тепло для обігріву. У збагаченому вигляді його застосовують в автомобільних двигунах в якості палива. У когенераційних установках можна отримувати електроенергію, яку потім продають або використовують у власних виробництвах. Україна має високий потенціал виробництва біогазу, а саме – в галузі сільського господарства, де в якості сировини можуть використовуватися органічні відходи, а також велика частка припадає на переробку побутових відходів.

Перевагою виробництва біогазу з відходів є можливість вирішити екологічні проблеми поводження з відходами та отримати економічні переваги.

Список використаних джерел

1. Перспективи використання біогазових установок як напрямку скорочення та утилізації відходів: веб-сайт. URL http://www.kdu.edu.ua/Documents/KSNR_economica_2020/w9.pdf. (дата звернення 27.10.2021).

2. Климчук О. В., Грох Н. В. Виробництво біогазу: досвід зарубіжних країн та перспективи розвитку в Україні. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2012. № 2 (64). С. 50-54.

3. Біогаз: майбутнє світової енергетики: веб-сайт. URL: <http://ukrecoalliance.com.ua/biohaz-maybutnie-svitovoi-enerhetyku> (дата звернення 27.10.2021).

4. Досвід Європи та світу застосування біогазових технологій – AgroBiogas:

веб-сайт. URL: <https://agrobiogas.com.ua/the-experience-of-europe-and-the-world-of-biogas-technologies/> (дата звернення 26.10.2021).

5. Світовий досвід використання відходів як джерела енергії: веб-сайт. URL: <https://agrobiogas.com.ua/the-experience-of-europe-and-the-world-of-biogas-technologies/> (дата звернення 26.10.2021).

6. Біогаз – реальна альтернатива природному газу?: веб-сайт. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/idei-trendy/item/8373-biohaz-realna-alternatyva-pryrodnomu-hazu.html> (дата звернення 26.10.2021).

7. Токарчук Д.М. Управління ефективним використанням сільськогосподарських відходів для виробництва біогазу. *Облік і фінанси*. 2018. № 3 (81). С. 133-139.

8. Держенергоефективності: веб-сайт. URL: <https://saee.gov.ua/uk> (дата звернення 25.10.2021).

9. Дорожня карта розвитку біоенергетики в Україні до 2050 року і План дій до 2025 року: веб-сайт. *uabio.org* URL: <https://uabio.org/wp-content/uploads/2020/11/Zvit-D5.-Dorozhnya-karta-rozvytku-bioenergetyky-v-Ukrayini-do-2050-roku-i-Plan-dij-do-2025.pdf> (дата звернення 27.10.2021).

10. Розвиток можливостей для використання біомаси у сфері відновлювальної енергетики України: веб-сайт. URL: <https://secbiomass.com/projects/734/> (дата звернення 27.10.2021).

Тетяна ПЛАЗІЙ*,
студентка 3-го курсу,
факультету агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ТВЕРДІ ПОБУТОВІ ВІДХОДИ ТА ЇХ УТИЛІЗАЦІЯ

Анотація. У статті наведено загальну характеристику твердих побутових відходів. Визначено поняття твердих побутових відходів, відповідно до ЗУ «Про відходи». Охарактеризовано поняття «утилізація» та основні методи утилізації твердих побутових відходів. Досліджено сучасні методи (сценарії) утилізації твердих побутових відходів.

Ключові слова: тверді побутові відходи, полігон, сміття, сміттєзвалище, утилізація, компостування.

Abstract. The general characteristics of solid household waste are given in the article. The concept of solid household waste is defined in accordance with the Law

*Науковий керівник: Алексеев О. к.с.-г.н., доцент.

"On Waste". The concept of "utilization" and the main methods of solid waste disposal are described. Modern methods (scenarios) of solid waste disposal have been studied.

Постановка проблеми. Існує суперечність між поступовим розвитком економіки, зростанням попиту на природні ресурси та запобіганням забрудненню навколишнього середовища.

Від цього залежить екологічна та енергетична безпека країни, яка може призвести до екологічних катастроф глобального масштабу. Невідкладного вирішення та фінансування заходів як на державному, так і на місцевому рівні потребують проблеми у сфері поводження з побутовими відходами. За рахунок усіх можливих джерел фінансування необхідно комплексно вирішувати проблему інвестування у цій сфері, тому необхідно дотримуватися встановленого місцевого плану поводження з твердими побутовими відходами.

У середньому пересічний мешканець Європи щороку залишає близько 300 кілограмів сміття, куди не враховуються відходи підприємств. Тому Європейський Союз визначив удосконалення системи поводження з ТПВ основним завданням у сфері охорони навколишнього середовища. Щорічно в містах України накопичується понад 40 мільйонів кубометрів твердих побутових відходів (близько 10 мільйонів тон), які зберігаються на дозволених, але екологічно небезпечних звалищах. Крім того, в країні зростає велика кількість несанкціонованих «диких» сміттєзвалищ.

Загалом, полігони, звалища, сховища займають 165 тисяч гектарів, або близько 4 % території України. Непромислові відходи зосереджені на 700 міських звалищах. На 80 % з цих звалищ не здійснюється запобіжних заходів для захисту підземних вод і повітря від забруднення. З усієї маси сміття на утилізацію або переробку припадає лише 3 %.

Питанню еколого-економічної оцінки впливу відходів на навколишнє середовище, а також питанням пов'язаним з управлінням та впровадженням систем поводження з відходами присвячено наукові роботи багатьох науковців, як вітчизняних, так і зарубіжних, серед них: О. Ф. Балацький, Р. І. Байцар, О. О. Білопільська, О. О. Веклич, Х. І. Демко, Т. М. Довга, С. С. Душкін, О. П. Ігнатенко, В. О. Лук'янихін, Ю. М. Маковецька, Л. Г. Мельник, Є. В. Мішенін, В. С. Міщенко, М. Ю. Шабалов, Т. І. Шевченко, В. Ю. Школа. [1].

Цілями статті є навести загальну характеристику твердих побутових відходів. Визначити поняття твердих побутових відходів, відповідно до ЗУ «Про відходи». Охарактеризувати поняття «утилізація» та основні методи утилізації твердих побутових відходів. Дослідити сучасні методи (сценарії) утилізації твердих побутових відходів.

Виклад основного матеріалу дослідження. На даний момент ТПВ – це суміш різних відходів, яка складається з різноманітного непотребу. Але більш прискіпливий аналіз показує, що вона складається з харчових відходів, паперу, картону, деревини, металобрухту чорних і кольорових металів, кісток, шкіри, гуми, текстилю, скла, полімерних матеріалів. Але разом з тим, в цій суміші можна знайти солі ртуті з батарей, фосфоро-карбонати з флуоресцентних ламп,

токсичні хімікати, які містяться в залишках фарб та розчинників, лаків та аерозолів, акумуляторах, тощо.

На даний час, українське законодавство не має чіткого визначення поняття «тверді побутові відходи», але стаття 1 Закону України «Про відходи» [2] визначає загальні терміни для таких понять:

1. відходи - будь-які речовини, матеріали і предмети, що утворилися у процесі виробництва чи споживання, а також товари (продукція), що повністю або частково втратили свої споживчі властивості і не мають подальшого використання за місцем їх утворення чи виявлення і від яких їх власник позбувається, має намір або повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення;

2. побутові відходи - відходи, що утворюються в процесі життя і діяльності людини в житлових та нежитлових будинках (тверді, великогабаритні, ремонтні, рідкі, крім відходів, пов'язаних з виробничою діяльністю підприємств) і не використовуються за місцем їх накопичення;

3. тверді відходи - залишки речовин, матеріалів, предметів, виробів, товарів, продукції, що не можуть у подальшому використовуватися за призначенням.

Характеризуючи наведені поняття, можна відмітити, що тверді відходи — це відходи (речовини, матеріали, предмети, продукти, товари чи залишки продукції), які утворюються в процесі життєдіяльності людини, але не використовуються ними.

У практиці поводження з відходами в країнах ЄС відходи поділяють на небезпечні та безпечні. Основна відмінність між ними полягає в ступені шкідливого впливу на навколишнє середовище та необхідних методах обробки та утилізації.

Перелік видів небезпечних відходів та критеріїв віднесення відходів до небезпечних наведені у Директиві 91/689/ЄС за небезпечними відходами. Усього Директива визначає 40 видів небезпечних відходів та 14 критеріїв, за якими відходи відносяться до класу небезпечних [3].

Поводження з відходами – дії, спрямовані на запобігання утворенню відходів, їх збирання, перевезення, зберігання, оброблення, утилізацію, видалення, знешкодження і захоронення, включаючи контроль за цими операціями та нагляд за місцями видалення; збирання відходів – діяльність, пов'язана з вилученням, накопиченням і розміщенням відходів у спеціально відведених місцях чи об'єктах, включаючи сортування відходів з метою подальшої утилізації чи видалення.

Більш наближеним до європейської практики є визначення цих термінів у національному стандарті України ДСТУ 4462.0.01:2005 "Охорона природи. Поводження з відходами. Терміни та визначення понять" [4], де категорії утилізація, перероблення та оброблення відходів відокремлені один від одного саме в європейському розумінні.

Згідно із зазначеним стандартом [5]:

- утилізуванню відходів – це отримання з відходів матеріалів, призначених для використання для певних цілей, а також для вироблення енергії або як палива, зокрема для біогазифікування;

- перероблення відходів – це отримання з відходів матеріалів, призначених для використання для тих чи інших цілей, зокрема для органічного перероблення, компостування тощо, крім отримання енергії;

- оброблення відходів – це здійснення будь-яких технологічних операцій, виробничих процесів, які приводять до зміни фізичних, хімічних або біологічних властивостей відходів для наступного безпечного перевезення, перероблення, утилізації чи видалення.

Полігони є найпростішим і найпоширенішим спорудженням по знешкодженню ТПВ. Сучасні полігони – це складні екологічні об'єкти, призначені для переробки та утилізації відходів. Місця полігонів повинні запобігати забрудненню відпрацьованих газів, ґрунту, поверхневих і підземних вод, запобігати поширенню гризунів, комах і хвороботворних мікроорганізмів.

Недоліком такого способу утилізації сміття є те, що фільтрат, що утворюється на полігоні, є основним забруднювачем навколишнього середовища, в атмосферу потрапляють токсичні гази, які не тільки забруднюють повітря поблизу полігону, але й негативно впливають на озоновий шар землі. Крім того, при захороненні на сміттєзвалищі витрачаються всі цінні матеріали та частина твердих побутових відходів.

Переробка твердих побутових відходів компостуванням. Розрізняють компостування польове й на спеціальних заводах. Біохімічні реакції, що протікають при компостуванні аеробні, приводять до окиснення целюлози до одержання вуглекислого газу й води, при цьому виділяється теплота 2796 кДж на 1 моль глюкози – складової частини целюлози.

Оброблені таким чином відходи потрапляють у природний кругообіг природних речовин шляхом переробки та перетворення на компост (цінне органічне мінеральне добриво).

Найбільш досконалим вважається безперервний процес компостування, при якому органічні відходи піддають шестикратному аеробному примусовому окисленню в обертовому біотепловому барабані.

Найпростіший і дешевий метод утилізації твердих побутових відходів – компостування на полігоні. Рекомендується використовувати в містах з населенням понад 50 тис. Правильно організований польовий компост може захистити ґрунт, атмосферу, підземні та поверхневі води від забруднення твердими відходами. Технологія польового компостування дозволяє спільно нейтралізувати побутові відходи і зневоднений мул (у співвідношенні 3:7), а отриманий компост містить більше азоту і фосфору [6].

Внаслідок розкладання зменшується кількість органічних речовин, спостерігається суха втрата маси, часто досягає 50%. Більшість органічних азотовмісних речовин у рослинних і тваринних залишках існує у вигляді білкових сполук.

У процесі компостування вологість матеріалів активно знижується, тому для прискорення біотермічного процесу, крім викорінення та примусової аерації, матеріали потребують також зволоження.

Термічні методи утилізації відходів. Спосіб термічної переробки та утилізації ТПВ:

- Шарове і камерне спалювання непідготовлених та підготовлених (звільнених від баластових складових) відходів у сміттєспалювальних установках;

- Шарове й камерне спалювання спеціально підготовлених відходів у вигляді гранульованого палива;

- Плазмотермічні й плазмохімічні методи деструкції промислових відходів;

- Піроліз відходів, що пройшли попередню підготовку або без неї;

- Високотемпературна газифікація відходів.

Найпоширенішим методом термічної обробки твердих відходів є сфероїдизація та спалювання необроблених відходів у сміттєспалювальному заводі. У цьому випадку, крім знешкодження відходів, можна також отримувати тепло або електроенергію, скорочуючи відстань між сміттєзбірними та сміттєспалювальними заводами, а також значно зменшуючи площу землі, відведеної для захоронення ТПВ.

Однак при спалюванні відходів виділяються тверді та газоподібні забруднювачі, тому всі сучасні сміттєспалювальні заводи (ССЗ) повинні бути оснащені високоефективним газоочисним обладнанням.

Все вищесказане свідчить про те, що захоронення ТПВ на полігонах і сміттєзвалищах мають залишитися в минулому, як і в розвинених країнах. Тому шлях українських міст має полягати в поступовому зменшенню відходів і переходу на максимальну їх утилізацію.

Найбільш екологічно прийнятними на сьогоднішній день у світі можна виділити наступні підходи до поводження з ТПВ:

1. Змішані відходи відправляються на сортувальне місце, де корисні матеріали відокремлюються, а всі інші спалюються.

2. Змішані відходи відправляються на установку для отримання RDF палива із відходів (refuse derived fuel – паливо, отримане із відходів). При цьому відокремлюються горючі відходи, всі інші (крім металів) захоронюються на полігоні ТПВ.

3. Відходи, що підлягають переробці (які потім відправляються на сортувальний майданчик) збираються окремо від усіх інших відходів, які відправляються на полігон.

4. Відходи, що підлягають вторинній переробці (потім направляються на сортувальне поле) збираються окремо від усіх інших відходів, що відправляються на сміттєспалювальний завод.

5. Відходи, що підлягають вторинній переробці (які потім відправляються на сортувальний майданчик) та всі інші відходи, які можна використовувати як паливо RDF та/або компост (біогаз).

6. Сміття, що підлягає вторинній переробці (потім направляється на сортувальний майданчик), «садове» сміття (отриманий компост) та інше сміття, що надходить на полігон, збираються окремо.

7. Окреме збирання відходів, які можуть бути перероблені (із подальшим відправленням їх на сортувальну ділянку), «садових» відходів (для отримання компосту) та інших відходів, які відправляються на сміттєспалювальний завод.

8. Роздільний збір різних фракцій ТПВ з метою їх подальшої утилізації.

Виходячи з реальності та можливостей в Україні, із наданих сценаріїв можна узагальнити три ключові напрямки визначення проблеми ТПВ.

Перший. Розробити та впровадити економічні важелі, призначені для заміни багатьох відходних технологій; оподаткування ресурсомістких продуктів і процесів; запровадити механізми стимулювання інноваційної діяльності для розробки маловідходних, безвідходних, ресурсозберігаючих та екологічно чистих технологій. Таким чином, буде передбачено заходи щодо зменшення загальної кількості відходів та заходи щодо зниження вмісту шкідливих речовин у відходах.

Другий. Встановити здатність нейтралізувати та знищувати найбільш небезпечні види відходів, посилити контроль та обмеження використання небезпечних речовин, які можуть потрапити у відходи у процесі виробництва, встановити моніторинг потоків відходів на основі відповідної інформації та запровадити правила щодо утилізації відходів за категоріями та розробки методів оцінки ризику для навколишнього середовища, здоров'я людей.

Третій. Створення систем заготівлі та утилізації окремих категорій найбільш ресурсноцінних відходів, зокрема пакувальних матеріалів і тари, паперу, зношених шин і гумових відходів, транспортних засобів, електричного та електронного обладнання, батарей і акумуляторів та ін.

Висновки. Дотримуючись чіткої стратегії, необхідно покращувати екологічний розвиток України. Для цього необхідно зменшити шкідливий вплив побутових відходів на навколишнє середовище та здоров'я людей; створити умови для очищення населених пунктів від забруднення побутовими відходами; зменшити кількість побутових відходів, які переробляються; забезпечити більш товарне виробництво за рахунок переробки ресурсомістких компонентів побутових відходів; впроваджувати нові технології у сфері поводження з побутовими відходами, покращувати якість обслуговування житлових масивів у сфері поводження з побутовими відходами.

Одним із головних завдань створення інтегрованої системи поводження з відходами є зниження ризику здоров'я людей та забруднення навколишнього середовища. Тому при виборі методів утилізації, переробки та знешкодження відходів необхідно визначити негативні наслідки, які можуть мати вплив на здоров'я населення та навколишнє середовище.

Список використаних джерел:

1. Стратегія сталого управління відходами в Україні (на прикладі ТПВ). 2020. URL: http://www.kdu.edu.ua/Documents/KSNR_economica_2020/w4.pdf (дата звернення 2.11.2021.).
2. Про відходи: Закон України від 1998 р. *Відомості Верховної Ради України*. 1998. № 36-37, ст. 242.
3. Waste Classification Guidelines Part 1: Classifying Waste. URL:<http://www.epa.nsw.gov.au/resources/waste/091216classifywaste.pdf> (дата звернення 2.11.2021.).
4. ДСТУ 4462.0.01:2005 Охорона природи. Поводження з відходами. Терміни та визначення понять. Держстандарт України. К.: "Держспоживстандарт України", 2007. 15 с.
5. Міщенко В. С., Маковецька Ю. М. Шляхи підвищення потенціалу використання вторинних ресурсів. 2009. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/5894/04Mischenko.pdf?sequence=1>. (дата звернення 2.11.2021.).
6. Боротьба з відходами виробництва. URL: https://pidruchniki.com/14201126/ekologiya/borotba_vidhodami_virobnitstva (дата звернення 2.11.2021.).

Вадим ПОЖВАНЮК*,

студент 6 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОЧИСТКИ ДВИГУНІВ ВІД НАГАРОВІДКЛАДЕНЬ

***Анотація.** Сучасне сільськогосподарське виробництво неможливе без застосування високопродуктивної техніки обладнаної двигунами внутрішнього згорання. Ефективність роботи двигунів внутрішнього згорання залежить від конструктивно-технічних характеристик: об'єму, форсування, витрати палива, токсичністю відпрацьованих газів, динамічними та пусковими якостями.*

В процесі експлуатації двигунів внутрішнього згорання відбувається зміна експлуатаційних показників. Зміна експлуатаційних показників може відбуватись під впливом утворення на поверхнях деталей двигуна асфальто-смолистих нагарів.

* Науковий керівник – к.т.н, доцент Паладійчук Ю.Б., кафедра агроінженерії і технічного сервісу, інженерно-технологічного факультету, Вінницького національного аграрного університету.

В даній статті розглядається проблема підвищення довговічності та економічності експлуатації двигунів внутрішнього згорання за рахунок безрозбірної очистки деталей циліндро-поршневої групи від нагарів та маслянисто-смолистих відкладень.

Ключові слова: двигун внутрішнього згорання, циліндро-поршнева група, дизельний двигун, водно-паливна емульсія, нагари, відкладення, маслянисто смолисті забруднення, очистка.

Annotation. *Modern agricultural production is impossible without the use of high-performance equipment equipped with internal combustion engines. The efficiency of internal combustion engines depends on the design and technical characteristics: volume, boost, fuel consumption, exhaust gas toxicity, dynamic and starting qualities.*

During the operation of internal combustion engines there is a change in performance. The change in performance may occur under the influence of the formation of asphalt-resin deposits on the surfaces of engine parts.

This article considers the problem of increasing the durability and efficiency of operation of internal combustion engines by disassembling the parts of the cylinder-piston group from soot and oily-resinous deposits.

Key words: internal combustion engine, cylinder-piston group, diesel engine, water-fuel emulsion, soot, deposits, oily resinous pollution, cleaning.

Вступ. В процесі експлуатації двигунів внутрішнього згорання відбувається зміна експлуатаційних показників до моменту виходу за рамки регламентованих значень. Зміна експлуатаційних показників може відбуватись під впливом як зовнішніх так і внутрішніх факторів, одним з таких факторів є утворення на поверхнях деталей двигуна асфальто-смолистих нагарів. Ці види забруднення притаманні таким деталям двигуна як циліндро-поршнева група, клапани, форсунки, канали турбокомпресорів, випускні колектори, інжектори та ін. [1-3].

Нагар на деталях двигуна – це спечена суцільна маса, з продуктів термічного розпаду калася при високій температурі масла, смол, сажі, пилу, продуктів неповного згорання палива. Вони відносяться до групи твердих вуглецевих відкладень і мають високі теплоізоляційні властивості і низьку теплопровідність.

Температура роботи деталей двигуна це один з найважливіших показників, який безпосередньо визначає термін їх експлуатації та здатність виконувати свою функцію в заданих режимах та умовах експлуатації.

Нагари діють як тепло ізолятор, його утворення на днищі поршня і головки циліндрів викликає перерозподіл тепла по деталях двигуна. Відкладання 2 мм на гару на дні поршня, викликає зростання температури днища на 260 ° С, а відведення тепла до мастила практично повністю зупиняється. Тому враховуючи це можна зробити висновок, що нагар, який відклався на днищі поршня, суттєво впливає на температурний стан поршня, більше ніж складні умови та режими експлуатації енергозасобу.

Нагар є однією з головних причин виникнення несправностей двигуна, а саме: порушення роботи клапанів, свічок запалювання, форсунок, інжекторів, збільшення зносу деталей і ін. Утворення нагару на сідлах клапанів спричиняє погане закривання, що викликає їх прогорання. Відкладення нагару на розпилювачах форсунок викликає заклинювання голки форсунки (для безштифтових форсунок), чи забивання розпилювальних каналів для штифтових форсунок, це викликає погіршення процесу горіння палива в циліндрі двигуна ті ж самі негативні прояви характерні і для двигунів з інжекторними розпилювальними системами.

Актуальність теми дослідження. Забезпечення ефективного функціонування двигунів внутрішнього згорання, відновлення техніко-економічних показників роботи двигунів методом видалення нагарів та відкладень на поверхні деталей двигуна, на сьогодні є актуальною темою дослідження. Підвищення довговічності двигунів шляхом проведення профілактичної очистки деталей від нагаровідкладень.

Виклад основного матеріалу. Значний вплив на рівень роботоздатності двигунів має утворення нагарів та відкладень на деталях двигуна. Нагар та лакофарбові забруднення утворюються на поршнях, головці блоку циліндрів, клапанах, форсунках, випускному колекторі та ін. деталях двигуна. Проте основна кількість відкладень нагару утворюється на днищі і канавках поршня, головці блоку циліндрів, верхній частині гільзи та на поршневих кільцях [1-4].

Основними причини утворення нагару, це неповне згорання палива, недотримання рекомендованих термінів заміни моторної оливи.

Нагари складаються з сажі, що є прямим продуктом неповного згорання палива, об'єм утвореної сажі залежить від процесів горіння паливно повітряної суміші в камерах згорання двигуна. В результаті подальшої полімеризації ці продукти утворюють лакові відкладення і нагари [1,2].

Процес утворення нагарів [1-3] як відмічалось вище виникає в результаті неповного вигорання палива та згорання мастила, що потрапляє в камеру згорання при змащуванні циліндра, в результаті згорання палива та мастила в циліндрі накопичується сажа та різні вуглецеві сполуки. В процесі згорання сірки, що входить до складу дизельного палива, в циліндрах утворюється сірчана кислота. Висока температура деталей ЦПГ (300 ... 320 ° С при роботі дизеля на номінальному режимі) створює оптимальні умови для активації процесу взаємодії між функціональними групами присутніми в циліндрі для утворення полімерних сполук. Наявність сірчаної кислоти сприяє перетворенню полімерних сполук в лаки і смоли. Які перетворюються в відкладення на деталях двигуна. Схема утворення відкладень нагарів в дизельних двигунах показна на рисунку 1.

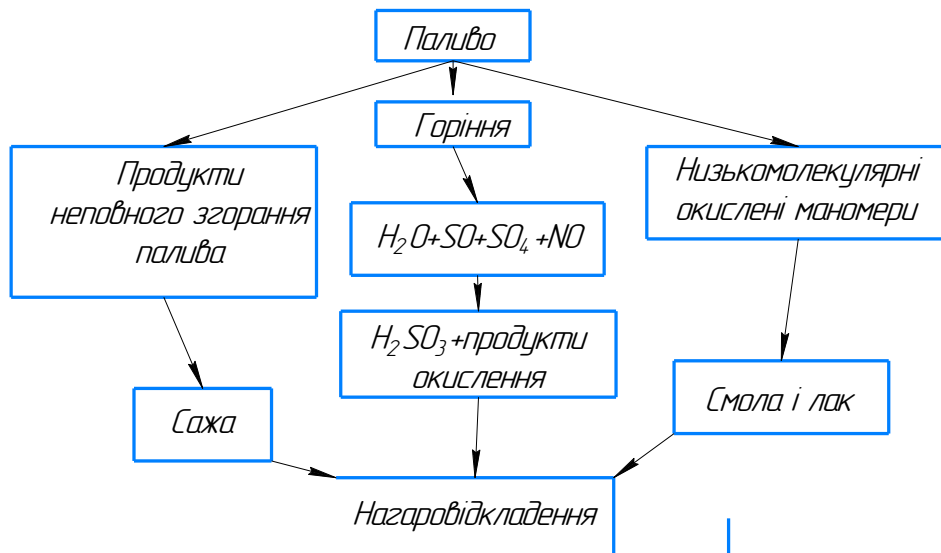


Рис. 1 – Схема утворення нагарів в дизельному двигуні.

Утворення нагару залежить від конструктивних особливостей двигуна і умов експлуатації.

Всі відкладення не залежно від їх складу та причин появи негативно впливають на роботу двигуна. Нагари та відкладення викликають пропорційне зменшення потужності двигуна, знижують термін експлуатації, надійність, зменшують економічність та викликають збільшення витрат на ТО і ремонти.

Під час експлуатації двигуна мастило з наявними в ньому забрудниками, потрапляє в кільцеві канавки поршня. Ця суміш, під впливом високих температур формує тонку плівку в'язких асфальто-смолистих відкладень, що зменшують зазори в канавках. При цьому асфальто-смолисті відкладення під впливом кислоти проявляють притягуючу дію відносно інших забрудників, що сприяє їх прилипанню до поверхні кілець та канавок поршня [4].

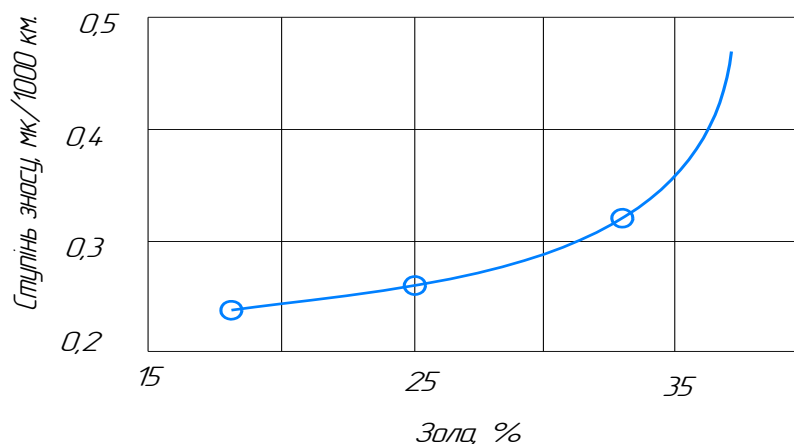


Рис.2 – Інтенсивність зносу поршневих канавок в залежності від зольності відкладень, що накопичуються в них.

Вигорання мастила викликає утворення зольних відкладень. Це погіршує тепловідвід від деталей і призводить до ще більш інтенсивного їх нагрівання, наслідком чого буває оплавлення і розтріскування поршнів, прогар випускних клапанів. Найбільш небезпечні зольні відкладення для поршневих канавок. Знос поршневих канавок знаходиться в певній взаємозв'язку з кількістю відкладень (рисунок 2).

На рисунку 3 наведено основні наслідки викликані утворенням відкладень на деталях циліндро-поршневої групи.

Утворення нагару викликає зміну процесу газообміну, забивання сопел та штифтів паливо розпилювальних форсунок, погіршення подачі паливо-повітряної суміші, як наслідок зниження потужності та збільшена витрата палив.

		
Односторонні задири на спідниці поршня без міць натискання на протилежній стороні	Задири від перегріву на головці поршня	Прогорання поршня
Часткове порушення охолодження через надмірне нагароутворення або інших несправностей охолоджуючого контуру	Перегрів в результаті порушення процесу згорання. Порушення теплового режиму, процесу змащування, нерівномірний процес згорання палива, несправність маслорозподільного кільця.	Неправильне регулювання клапанів, нещільне приставання клапанів, від протікають гарячих відпрацьованих газів клапани починають розжарюватися. Порушення теплового режиму роботи

Рис.3 - Основні наслідки викликані утворенням відкладень на деталях циліндро-поршневої групи [3].

В процесі експлуатації маса нагару на поршнях змінюється в межах 13,5 ... 22,5 г, а товщина утвореної плівки нагару становила 0,84 ... 1,15 мм. Динаміку утворення нагару на стінках поршня подано в формі діаграми рисунок 4 [5].

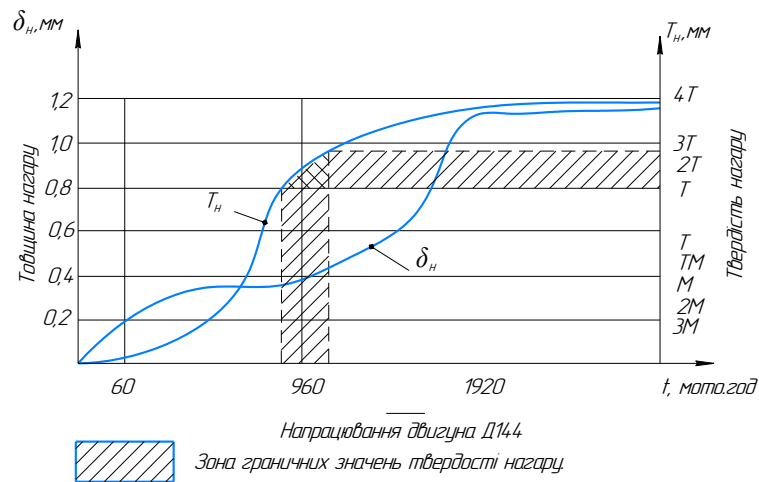


Рис. 4 – Залежність твердості і товщини нагару на днищі поршня

Отже кількісний та якісний склад нагарів та відкладень на деталях двигуна викликає значні порушення його роботи, а за значної запусненості є причиною передчасної поломки двигуна.

З усього вище розглянутого напрашується висновок, про те, що утворення нагарів є невід'ємною частиною роботи будь-якого двигуна. Присутність відкладень нагарів на деталях двигуна має негативний вплив на енергетичні, паливо-економічні, екологічні та ресурсні показники роботи двигуна, що викликає потребу у створенні та дослідженні ефективних методів та засобів видалення нагарів та відкладень на деталях двигуна.

Інтенсивність формування нагару на деталях циліндро-поршневої групи залежить від умов експлуатації, фізико-хімічних властивостей палив та моторних олів, процесу згоряння палива та в меншій мірі від інших чинників [1].

Щоб досягти зменшення утворення нагару додають до моторного мастила ряд присадок, які покращують миючі властивості оливи. Застосування присадок, дозволяє сповільнити процес формування нагару разом зі зниженням його маси на 25% і твердості з 2Т до ТМ, подовжити період експлуатації мастила аж до 30% [6].

Використовуючи присадки, маємо додатковий ряд незаперечних переваг [5]:

- потрапляючи в старий двигун, вони істотно додають йому потужності;
- надають відмінний антикорозійний захист;
- в низькосортному паливі підвищують октанове число;
- запобігають застигання масла при мінусових температурах;
- присадки для дизеля запобігають виникненню парафінових відкладень і розшарування його палива;
- підвищують в'язкість масла, при втраті останнім своїх властивостей;
- використовуються для відновлення певних функцій в старих двигунах;
- запобігають перегрів двигуна і ін.

Мінуси застосування присадок у двигуні швидше пов'язані не з властивостями самих елементів, а з особливостями їх використання:

- несвоєчасна заміна масла з додаванням присадок може спровокувати поломку двигуна.
- використання невідповідних для бензину або для дизеля присадок може спровокувати виникнення невідомих хімічних реакцій, наслідки яких передбачити неможливо.
- присадки в масло від невідомих неперевіраних брендів можуть як не дати абсолютно ніякого результату, так і істотно нашкодити комплектуючих двигуна.

Ще одним методом зниження нагаровідкладень на деталях циліндро-поршневої групи є їх покриття спеціальними матеріалами, чи введення їх в як присадку до основного матеріалу деталі, що мають низький ступінь адгезії продуктів горіння, це може бути цирконій, хром та ін. легуючі метали [6].

Традиційним технології очищення деталей від нагаровідкладень, є механічна очистка. Якісне виконання якої передбачає часткове розбирання двигуна. Наприклад, очистка розпилювачів форсунок, передбачає їх демонтаж з двигуна, розбирання та чистку (миття) розпилювачів за допомогою спеціальних засобів чи в ультразвуковій ванні у спеціальних хімічних розчинах.

Механічна очистка це трудомісткий процес, що може супроводжуватись пошкодженням деталей, зміни шорсткості поверхонь спряжень, та ін. дефектів.

Приклад установки кавітаційного очищення наведено на рисунку 5, вона підключається до паливної системи двигуна за одноконтурною схемою.

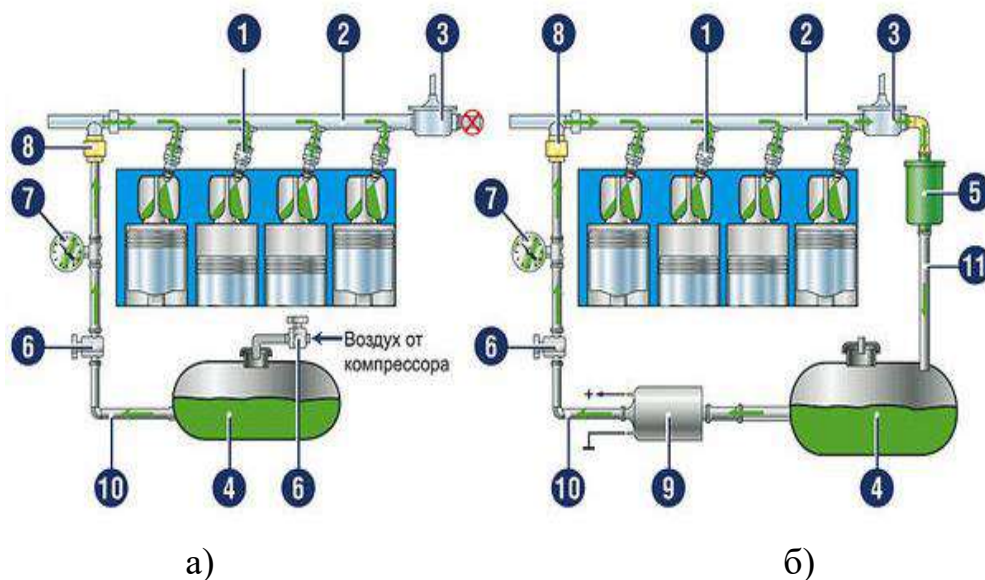


Рис. 5 - Схеми промивання форсунок двигуна [6].

- а – одноконтурна; б – двоконтурна; 1 – форсунка; 2 – паливна рампа; 3 – регулятор тиску; 4 – емність із сольвентом; 5 – фільтр; 6 – вентиль; 7 – манометр; 8 - перехідник; 9 – паливний насос установки; 10 – підвідний трубопровід; 11 - зливальний трубопровід.

Головним недоліком промивання форсунок без їх зняття з двигуна, це неможливість виконати їх діагностику, а отже, повноцінно оцінити їх придатність до подальшої експлуатації. Також очистка відбувається лише у внутрішніх частинах форсунок де циркулює омиваюча рідина, а зовнішні поверхні залишаються неочищеними.

Відомий безрозбірний спосіб видалення нагаро відкладень [8]. Він базується на нетривалому впливі водопаливної емульсії, що подається в систему паливоподачі дизеля з окремої ємності. Даний метод очистки має комплексний вплив на забруднення (гідралічний, теплотехнічний та механічні впливи) [8]. Співвідношення води до палива обирають залежно від очищуваної поверхні: для очистки форсунок дизельних двигунів рекомендується співвідношення 90% дизельного палива «Л» (ГОСТ 305-82) та 10 % води; для очистки поршня та головки циліндрів - 70% дизельного палива «Л» (ГОСТ 305-82) та 30% води.

Даний метод реалізований у стендах КІ-15705, ОР-15720 та рекомендовано для відновлення потужності дизельних двигунів.

З метою оптимізації процесу згоряння палива, його насичують присадками, зокрема водою. Додавання води до палива в кількості до 30 % викликає підвищення потужності двигунів, зниження їх димності на 30 %. Застосування водопаливних емульсій покращує процес розпилення палива, сумішоутворення, зменшує витрату палива до 4,5...7,5%. Використання 15% водопаливної емульсії викликає зниження викидів оксидів азоту на 40 %, і з 60 % води - на 42...46 %.

Позитивним є зниження температури газів, що відпрацювали на 20...25%, головки циліндрів - на 10...12%, а також зниження інтенсивності запаху відпрацьованих газів та шумності процесу випуску. Постійне застосування водопаливної суміші вимагає застосування додаткових механізмів для сумішоутворення водно-паливної емульсії, наявності запасу води. Надійність двигуна в даному випадку знижується за рахунок обводнення картерної оливи, можливе виникнення осередків утворення корозії деталей. Обґрунтовано склад водно-паливної емульсії, режими роботи дизеля, тривалість та періодичність очищення нагару із деталей ЦПГ. Режим роботи при очищенні від нагару тракторних дизелів рекомендується номінальне навантаження дизеля. Для автомобільних дизелів: холостий хід – 10 хв., номінальне навантаження – 10 хв., холостий перебіг при частоті обертання до $n=2600$ на протязі 1 - 5 хв. Режим роботи визначається складом та ступенем нагару.

Нагари видаляються під час роботи дизеля на холостому ходу, тверді частки на максимальному навантаженні [6].

Очищення рекомендується проводити для тракторних дизелів при ТО-2 [2]. Встановлено, що ефективність застосування даного методу очищення більше у 20 разів у порівнянні з розбірним.

Отже, аналіз літературних джерел показав, що:

- найбільш перспективним є безрозбірне очищення нагарів;
- сьогодні не існує обладнання, що давало б можливість виконувати очистку від награв в процесі проведення ТО за межами спеціалізованих ремонтних підприємств;

- застосування водопаливних емульсій має високу перспективність, за умови вирішення питання виникнення ерозії деталей двигуна, та умов роботи прецизійних деталей паливного насосу високого тиску;

- приготовану поза циліндрами ДВЗ водопаливну емульсію використовують у найпростішому випадку. Її стійке горіння забезпечується при граничному вмісті у ній води до 65...67 %.

Висновки. Отже, умови експлуатації двигуна, використання якісних видів моторної оливи та палива сприяють зниженню інтенсивності утворення нагару на деталях циліндро-поршневої групи. Проте, сьогодні на ринку паливо-мастильних матеріалів присутня значна частина фальсифікованого низькоякісного товару, що не проходить жодних перевірок відповідності державним стандартам, тому такі прості заходи можуть стати справжньою проблемою, вирішення якої потребує додаткових матеріальних витрат, а головне вони, повністю не виключають проблему утворення нагару. Тому і передбачена система ТО і ремонтів, у процесі проведення яких виконують періодичне очищення деталей циліндро-поршневої групи від нагару.

Список використаних джерел

1. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: Підручник / за ред. О.І. Сідашенко, О.А. Науменка. Харків: "Міськдрук", 2010. 744 с.
2. Технічний сервіс в АПК: навч. посіб. / Л.В. Швець, Ю.Б. Паладійчук, О.О. Труханська. Вінниця: ВНАУ, 2019. 648 с.
3. Технічне обслуговування і ремонт машин. Лауш П.В. і ін. К.: Вища школа, 2013. 351 с.
4. Що значить нагар на поршнях: веб-сайт. URL: <https://auto.today/bok/3541-nagar-na-porshnyah.html> (дата звернення 20.08.21).
5. Чи потрібно застосовувати присадки у дизель: веб-сайт. URL: <https://liquimoly.ru/servis/info/nuzhno-li-primenjat-prisadki-v-dizel/> (дата звернення 24.08.21).
6. Очищення паливної системи та форсунок: веб-сайт. URL: https://wiki.zr.ru/%D0%9E%D1%87%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BA%D0%B0_%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B_%D0%B8_%D1%84%D0%BE%D1%80%D1%81%D1%83%D0%BD%D0%BE%D0%BA (дата звернення 02.09.21).

Ігор РУДИК*,
студент 6 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ ЦИЛІНДРИЧНИХ З'ЄДНАНЬ ЗІ ШПОНКОЮ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Анотація. Сьогодні мобільна техніка проектується за принципом зростання потужності та габаритів, для передачі крутних моментів, від двигуна до виконавчих механізмів використовують з'єднання циліндричних деталей, найпростішим та найбільш доступним видом з'єднання двох циліндричних деталей які можуть передавати значні моменти є шпонкове з'єднання. Важливим у виконанні шпонкового з'єднання є контроль точності виготовлення деталей спряження. Також важливим є врахування питання взаємозамінності при застосуванні низькоякісного, чи зношеного контрольного устаткування, що має широку зону рознесення розмірів, що перевищують допуск.

В даній статті розглядається проблема підвищення якості ремонту з'єднань зі шпонкою в спряженні «вал-отвір» за рахунок вдосконалення методів вибору засобів контролю.

Ключові слова: з'єднання, спряження, посадка з натягом, зазор, зношення, крутний момент, шпонка, вал, отвір, квалітет точності.

Annotation. Today, mobile technology is designed on the principle of increasing power and size, to transmit torque from the engine to the actuators use a connection of cylindrical parts, the simplest and most accessible type of connection of two cylindrical parts that can transmit significant moments is a keyway. It is important to control the precision of the coupling parts when making the keyway. It is also important to consider the question of interchangeability when using low-quality or worn-out control equipment that has a wide area of variation in size exceeding the tolerance.

This article discusses the problem of improving the quality of repair of joints with a key in the conjugation "shaft-hole" by improving the methods of selection of means of control.

Keywords: connection, coupling, fit with tension, clearance, wear, torque, key, shaft, hole, precision quality.

Вступ. Сучасні сільськогосподарські машини це складні технічні вироби, вони можуть складатись з тисяч різних деталей, висока надійність, та продуктивність цих машин забезпечується показниками точності та

* Науковий керівник – к.т.н, доцент Паладійчук Ю.Б., кафедра агроінженерії і технічного сервісу, інженерно-технологічного факультету, Вінницького національного аграрного університету.

взаємозамінності деталей вузлів та механізмів. Тому розробка та інтенсифікація методик розрахунку, та вибору посадок з'єднань деталей з метою підвищення їх надійності, виробничого ресурсу, ремонтпридатності, зниження витрат часу на виконання дефектації та комплектації деталей, зменшення браку в процесі виконання складальних та ремонтних робіт є важливим науково-технічним завданням [3].

Залежно від якості, технічного рівня, інтенсивності, умов і кваліфікаційного рівня, для підтримування їх працездатності за строк експлуатації слід витратити 80–120% від початкової ціни для зарубіжної техніки й 200–300% для вітчизняної. За приблизними розрахунками, щороку на ремонт техніки витрачається 10–15% її балансової вартості [1-4], а так як в Україні середній річний наробіток на трактор може досягати 5 і навіть 8 тис. мотогодин, що є повним ресурсом трактора до відмови, важливим є забезпечення надійного сервісу та ремонту, техніки в найкоротші терміни [2, 4].

Актуальність теми дослідження. Для підвищення довговічності циліндричних деталей при з'єднання зі шпонкою, необхідно інтенсифікувати методики розрахунку посадок, що в подальшому дозволить знизити брак під час ремонту відповідних вузлів. На сьогодні дане питання є досить актуальним у сфері якісного машиннобудування.

Виклад основного матеріалу. Для конкретизації методів та способів дослідження точності, виконана схема класифікації нерухомих циліндричних з'єднань, рисунок 1[2, 4].



Рис. 1– Схема класифікації нероз'ємних спряжень деталей машин.

Технології проектування сільськогосподарських машин та механізмів базуються на класичних методах теорії взаємозамінності та опору матеріалів.

Для деталей сільськогосподарських машин з середньої групи типорозмірів, величину натягу при формування нероз'ємного з'єднання визначають за формулою Ламе-Гадоліна [1-6]:

$$N_p = p \cdot d_n \left(\frac{C_d}{E_d} + \frac{C_D}{E_D} \right) \quad (1)$$

де p - тиск в спряженні, Па; C_d і C_D - коефіцієнти Ламе для отвору та валу; E_d і E_D - модуль пружності для матеріалів спряження, Па.

Основним параметром який потребує визначення в спряженні деталей з натягом є мінімальний тиск, якщо розраховується з умови відсутності взаємного зміщення поверхонь, при впливі крутного моменту $M_{кр}$ і осьова сила $P_{ос}$, визначається за формулою:

$$P_{min} = \sqrt{\left(\frac{2 \cdot M_{кр}}{\pi \cdot d_n^2 \cdot l \cdot f} \right)^2 + \left(\frac{P_{ос}}{\pi \cdot d_n \cdot l \cdot f} \right)^2} \quad (2)$$

де f - коефіцієнт тертя деталей спряження; l - довжина зони контакту, м; d_n - оптимальний діаметр, м.

У сільськогосподарських машинах та механізмах з'єднання деталей що мають посадки з натягом, перехідні чи з зазором зустрічаються доволі часто [5, 6].

Вимоги до посадок:

- точність центрування деталей спряження;
- мала трудомісткість складання.

Показники за якими виконують оцінку даних посадок:

- натяг і зазор;
- точність посадки;
- кількість зон спряжень з зазором чи натягом;
- запас точності посадки.

Коефіцієнт якості посадки визначають за виразом [6]:

$$\eta_S = \frac{S_m}{0,5 \cdot T_k} \quad (3)$$

де S_m - середній зазор.

Для досягнення повної фіксації даних типів спряжень необхідно використовувати додаткові елементи: шпонки, штифти та ін. Розмір допустимого ексцентриситету e , визначає точність центрування, якої необхідно чітко дотримуватись в межах допуску [3-6].

$$S_m < 2 \cdot e \quad (4)$$

Розбіжності даної умови в тому, що точність спряження та запас міцності забезпечується посадками з незначним натягом чи перехідними, однак реалізація даних посадок вимагає високої точності виготовлення деталей спряження, що неодмінно призводить до зростання трудомісткості не тільки виготовлення, а й складання даних вузлів.

Нерухомі з'єднання з натягом, з зазором та перехідні мають широке застосування в сільськогосподарських машинах та механізмах. Їх використовують для кріплення шківів, зірочок, втулок та ін деталей.

Основного поширення набули ланцюгові передачі де використовується з'єднання типу «вал-втулка зірочки», а в редукторах - «вал-втулка шестерні», що кріпляться за допомогою шпонок, таблиця 1. Шпонки забезпечують нерухомість деталей, що передаються крутний момент [5,6].

Таблиця 1. Посадки в з'єднаннях зі шпонкою , що застосовуються в сільському господарстві.

Назва машини чи вузла	Місце встановлення деталей спряження	Допуски посадки, мм	Граничні зазори, мкм
З'єднання «Вал-втулка зірочка»			
Сівалка СЗ-3,6	Редуктор Натяжний механізм	$\begin{matrix} +1,000 \\ \text{Ø}35^{+0,032} \\ -0,170 \\ \text{Ø}20^{+0,20} \end{matrix}$	+32...+1170
			+60...+340
Картоплезбиральний комбайн ККУ-2А	Вал ланцюгового редуктора	$\begin{matrix} +0,05 \\ \text{Ø}42^{-0,05} \\ +0,17 \\ \text{Ø}40^{-0,05} \\ +1,0 \\ \text{Ø}30^{-0,845} \end{matrix}$	0...+100
	Ексцентриковий вал		0...+220
	Елеватори Коробка варіатора		0...+1840
Редуктор універсальний Н 090.20.000	Вали редуктора	$\begin{matrix} +0,17 \\ \text{Ø}30^{-0,05} \end{matrix}$	0...+220
З'єднання «Вал-втулка шестерня»			
Картоплезбиральний комбайн ККУ-2А	Коробка варіатора	$\begin{matrix} +0,06 \\ \text{Ø}45^{-0,06} \\ +0,06 \\ \text{Ø}45^{+0,06} \\ -0,02 \end{matrix}$	0...+120
	Редуктор		-20...+100
Редуктор універсальний Н090.20.000	Вал редуктора	$\begin{matrix} \text{Ø}40^A \\ \text{H} \end{matrix}$	-18...+23

З'єднання зі шпонкою для сільськогосподарських машин виготовляють двох типів ненавантажені та напружені.

Невантажені утворюються з допомогою призматичних і сегментних шпонок, вони не деформують маточину та вал в зібраному стані.

Напружені виконують з використанням клинових шпонок, вони деформують деталі спряження формуючи нерухоме з'єднання.

Використання шпонок обумовлене простотою конструкції та монтажу, високою надійністю з'єднання, низькою вартістю виготовлення одержуваного з'єднання [1, 4].

До недоліків шпонкових з'єднань відносять низьку здатність передавати значні крутні моменти, та велику концентрацію напружень в зоні контакту деталей, складність реалізації конструктивних з'єднань з можливістю переміщення деталей один відносно одного, низька якість центрування осей, що невиключає наявності радіального биття.

Основним металом для виготовлення валів сільськогосподарських машин є сталь 45, а зірочки та шківни часто виготовляють литими чавунними, марка чавуну ВЧ45 - ВЧ60, для здешевлення, у відповідальних конструкціях застосовують туж сталь 45. Шестерні редукторів з високоякісних конструкційних сталей 40Х, 35ХГСА та ін [1- 4].

Недотримання існуючих норм точності, призводить до зменшення терміну служби та ранньої відмови окремої деталі чи вузла в якій дану деталь застосовано, так рекомендованих посадок 6 класу, в сільськогосподарському машинобудуванні, і тим більше в ремонтному виробництві досягти неможливо,

без застосування сучасного вимірювального обладнання, яке досить дороге, що виключає його наявність на вітчизняних ремонтних підприємствах. Тому існує потреба знайти інші шляхи дотримання заданої точності для деталей спряження.

Неповне складання спряжень з'являється у випадках, коли деталі майбутнього спряження не відповідають вимогам необхідної посадки, і вони не можуть утворити пару, так буває коли під час виготовлення партії деталей для подальшого спряження, в частині деталей допуск посадки виходить за допустимі межі, чи коли взагалі відсутня деталь для утворення пари спряження [2, 6].

До браку деталей на виробництві впливає емоційний стан робітника, рівень зношення обладнання, точність контрольно-вимірювальних пристосувань та рівень їх зношення. В зв'язку з чим діапазон допусків та посадок для виготовлених деталей значно зростає. Об'єм бракованих деталей в такому випадку збільшується, і число парних валів і отворів починає відрізнятися. Можливо усунути дію негативних факторів при обробці валів і втулок, як наслідок вали і втулки можуть бути спареними, рисунок 2.

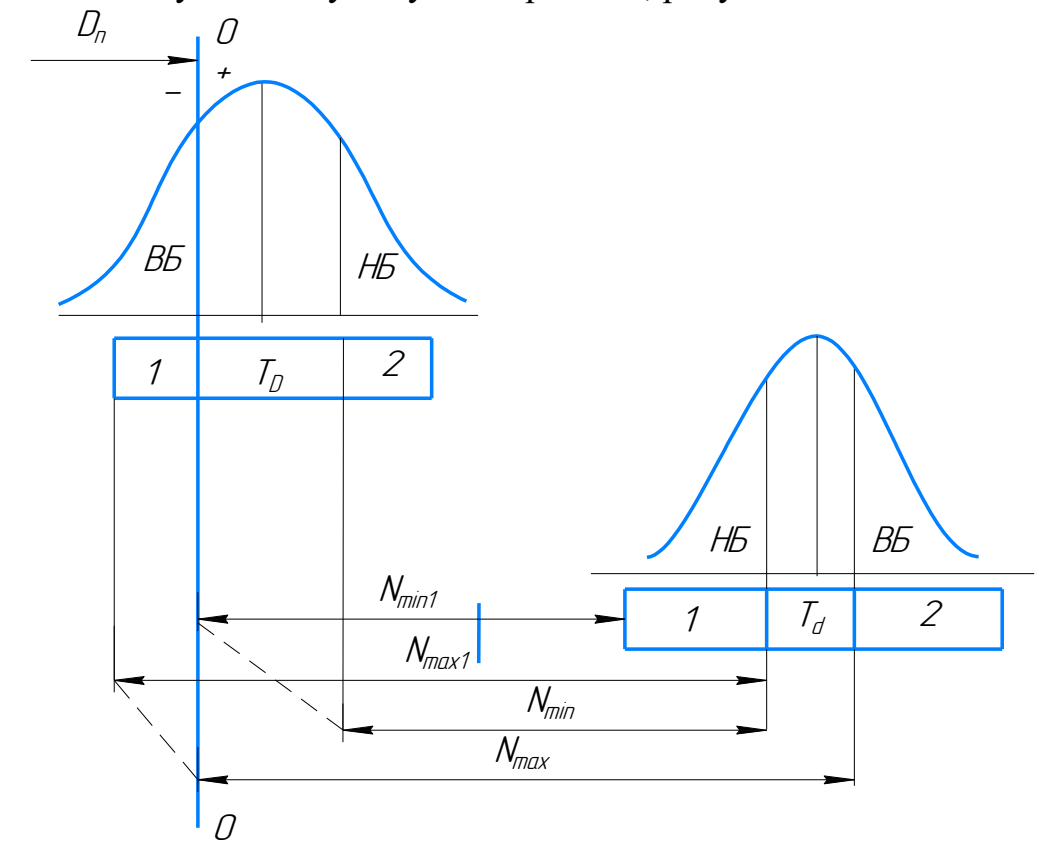


Рис. 2 – Зміна % виправного та невиправного браку при регулюванні обладнання.

Умовні позначення:

$N_{max} - N_{max}$ - найбільший натяг в з'єднанні;

$N_{min} - N_{min}$ - найменший натяг в з'єднанні;

T_D - допуск отвору; T_d - допуск вала; НБ - невиправний брак; ВБ - виправний брак.

З переліченого очевидно, що зміна зони групування розмірів підбирається індивідуально для кожного окремого випадку усунення, незавершеного виробництва та залежить від полігону розсіювання розмірів [6].

З рисунка 2 видно, що розбіжність зон сполучених деталей, низька ймовірність узгодження з законом нормального розподілу та форми полігону розподілу не дають можливості досягти повного з'єднання деталей в групах по допусках. Навіть високий збіг деталей спряження в групах буде повільно змінюватися в гіршу сторону, в зв'язку з нерівномірністю зростання зон розбіжності отвору та валу під час обробки, та в результаті зносу виробничого та контрольно-вимірювального устаткування.

Висновки. Циліндричне з'єднання зі шпонкою є елементом вузла, що вимагає гарантованого запасу надійності. У цих з'єднаннях, що широко використовуються в сільськогосподарській техніці, в основному присутні тільки зазори, що негативно впливає на їх довговічність.

Залежно від якості, технічного рівня, інтенсивності, умов і кваліфікаційного рівня, для підтримування їх працездатності за строк експлуатації слід витратити 80–120% від початкової ціни для зарубіжної техніки й 200–300% для вітчизняної. За приблизними розрахунками, щороку на ремонт техніки витрачається 10–15% її балансової вартості, а так як в Україні середній річний наробіток на трактор може досягати 5 і навіть 8 тис. мотогодин, що є повним ресурсом трактора до відмови, важливим є забезпечення надійного сервісу та ремонту, техніки в найкоротші терміни.

Реальні і нормовані з'єднання циліндричних деталей з шпонкою, найчастіше мають тільки значні зазори. Наявність якого негативно впливає на довговічність з'єднання, та спряжених деталей, стик з'єднань відкритий туди постійно потрапляють частки пилу, вода, та ін. речовин. Це істотно прискорює зношування. Особливо швидко зношуються відкриті ланцюгові передачі, з часом проявляються биття, удари, вібрація.

Отже, недотримання існуючих норм точності, призводить до зменшення терміну служби та ранньої відмови окремої деталі чи вузла в якій дану деталь застосовано.

Список використаних джерел

1. Забезпечення працездатності техніки. *Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу*: веб-сайт. URL: <https://propozitsiya.com/ua/zabezpechennya-pracezdatnosti-tehniki> (дата звернення 18.08.21).
2. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: Підручник / за ред. О.І. Сідашенко, О.А. Науменка. Харків: "Міськдрук", 2010. 744 с.
3. Паладійчук Ю.Б, Зінев М.В. Спеціалізовані ремонтні підприємства, стан і перспективи розвитку чи занепаду. *Сучасні проблеми землеробської механіки*: зб. наук. праць XVIII міжн. наук. конф. 16-18 жовтня 2017 р. Тернопіль: Крок, 2017. С. 240.
4. Технічний сервіс в АПК: навч. посіб. / Л.В. Швець, Ю.Б. Паладійчук, О.О. Труханська. Вінниця: ВНАУ, 2019. 648 с.
5. Технічне обслуговування і ремонт машин. Лауш П.В. і ін. К.: Вища школа, 2013. 351 с.

б. З'єднання в машинобудуванні: навч. посіб. / В.С. Павленко, І.П. Паламарчук, О.В. Цуркан, Ю.А. Полевода; за ред. В.С. Павленка. ПП "ТД, Едельвейс і К", 2015. 106 с.

Дарія ТРИКОЗА*,
студента 3 курсу,
факультету агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ПЕРЕРОБКА ТА УТИЛІЗАЦІЯ БАТАРЕЙОК В УКРАЇНІ ТА КРАЇНАХ ЄВРОПИ

Анотація. В епоху широкого використання усіх видів електричного і електронного устаткування, нині особливо важливо розуміти необхідність правильного поводження з відходами. Добре, що сьогодні більшість батарейок не такі небезпечні для навколишнього середовища, як раніше (оскільки зараз в них міститься помітно менше ртуті та інших токсичних речовин), але це ще не означає, що шкоду, яка наноситься при їх неправильній утилізації, можна скинути з рахунків. У більшості розвинених країн навіть передбачені штрафи за неправильну утилізацію «електровідходів» [1].

Abstract. In the era of widespread use of all types of electrical and electronic equipment, it becomes especially important to understand the need for proper waste management. It's nice that most batteries today aren't as dangerous to the environment as they used to be (because they now contain significantly less mercury and other toxic substances), but that doesn't mean that the damage caused by improper disposal can be discounted. In most developed countries, there are even fines for improper disposal of "electrical waste".

Вступ. Попит на батарейки значно збільшився, а також еволюція та історія їх вжитку. Цей попит впливає з того факту, що мільярди людей використовують електроніку, яка споживає електроенергію. До цієї електроніки належать мобільні телефони, ноутбуки, цифрові фотоапарати та інше. Акумулятори живлять наші іграшки та гаджети, перетворюючи хімічну енергію в електричну. Протилежні кінці батарейки, відомі як анод і катод, генерують електричний ланцюг, що проводить живлення до електронного пристрою. Після того, як це електричне коло вичерпується, акумулятори слід безпечно утилізувати, але споживачі щороку просто викидають мільйони батарейок на смітник. Кожне джерело живлення містить небезпечні, токсичні та корозійні матеріали, такі як ртуть, кадмій, літій та свинець [2]. Ось, наприклад, одна звичайна пальчикова

*Науковий керівник: Хаєцький Г.С. канд. геогр. наук, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища.

батареї AA може забруднити землю площею в 20 м², воду об'ємом близько 400 л і повітря, якщо сміття спалюють [3].

Виклад основного матеріалу. Під час корозії акумуляторів їх хімічні речовини проникають у ґрунт і забруднюють ґрунтові та поверхневі води.

Літійові акумулятори можуть викликати пожежі на звалищах, які тліють багато років. В результаті токсичні хімікати, що потрапляють у повітря, негативно впливають на наше дихання та сприяють глобальному потеплінню.

Вплив на навколишнє середовище свинцю та сильних корозійних кислот, що містяться в акумуляторах, можуть спричинити опіки та небезпеку для наших очей та шкіри. За даними Агентства реєстру токсичних речовин токсичні метали, такі як нікель та кадмій, що містяться в батареях, є відомими канцерогенами для людини. Коли ці речовини взаємодіють з повітрям і водою, яку ми споживаємо, є ризик розвитку онкологічних захворювань. Ще один токсичний метал, який можна знайти в акумуляторах, – це свинець, який пов'язаний із серйозними медичними проблемами, такими як розвиток неврологічних ушкоджень та вроджені вади [2].

Є ще один пункт на користь екологічної переробки батарейок. Це вже скоріше можна віднести до економічних вигод. Багато що можна добути при їх переробці та повторно використовувати ці матеріали. Наприклад, пластик, який отримують здебільшого з оболонок і контейнерів батарейок та використовують в багатьох галузях, в тому числі і для нових елементів живлення.

Свинцеві частини переплавляються, у вигляді сировини та відправляються виробникам акумуляторів для повторного використання. Крім того, свинець використовується в радіології, машинобудівному виробництві, радіопромисловості і авіапромисловості.

Для сірчаної кислоти використовують два способи переробки її з батарейок. У першому випадку кислоту нейтралізують і очищають, в результаті чого виходить звичайна вода. У другому – її обробляють і перетворюють в сульфат натрію, який використовується в пральних порошках і текстильній промисловості. Також сірчану кислоту ще використовують для виробництва добрив, в металургії для виявлення мікротріщин, в нафтопереробній промисловості, в фарбах, пластмасах, медикаментах і, звісно ж, в нових батареях.

Ртуть використовується в медицині (термометри та кварцові лампи), спеціальних фарбах для підводних поверхонь морських суден, лампах денного світла, барометрах, хімічній промисловості, рідкокристалічних моніторах і багато в чому ще.

Лужні, цинкові, нікель-кадмієві, нікель-металогідридні і літій-іонні батарейки переробляються повністю. З них отримують цинк, кадмій і марганець,

сталь, а також папір і пластик, який також використовується для багатьох галузей промислового виробництва.

Літієві батарейки переробляються шляхом нейтралізації і відновлюють чорні і кольорові метали, які потрапляють в металургійну промисловість, вуглець, металевий літій і карбонат літію, який пізніше використовується для створення технічної фольги [4].

Отже, якщо переробляти всі батарейки, то можна економити на сировині для нових елементів живлення або навіть для інших галузей.

Правильніше за все відправляти їх на переробку в центр для утилізації. Повторно використовувати важкі метали батарейок вже давно навчилися у країнах Європи. Там працюють десятки заводів утилізації вживаних батарейок та акумуляторів, зокрема у Франції, Румунії, Німеччині та Швейцарії переробляють більше 40% старих елементів живлення. В Україні жодного такого заводу немає, 99% вживаних батарейок безконтрольно потрапляють у навколишнє середовище на стихійні смітники та сміттєзвалища.

В Україні тільки нещодавно почали співпрацювати з європейськими центрами переробки батарейок. Збір батарейок свого часу став таким собі «екотрендом». Нині ми бачимо коробки для прийому елементів живлення на багатьох заправках, у магазинах, офісах, школах, бібліотеках. Але, оскільки утилізувати їх не було як і де, то чимала кількість зібраних батарейок та акумуляторів так само потрапляли на смітник. А коли і йшлося про якусь переробку, вона була не повноцінна. Єдина наразі реальна можливість для України зберегти природу і здоров'я людей від отруйних батарейок – збирати та відправляти їх на переробку за кордон [5].

Вперше в історії України 11 березня 2020 року завдяки зусиллям активістів, небайдужих громадян та компаній, які долучились до руху «Батарейки, здавайтеся!» на завод GreenWEEE до Румунії вирушило на справжню переробку 20 тон батарейок. Завод GreenWEEE (сполучення слова «зелений» (green) та аббревіатури «WEEE», яка приховує у собі поняття «**Waste Electrical and Electronic Equipment**» – відходи електричного та електронного обладнання) спеціалізується на переробці батарейок та акумуляторів з 2011 року [6].

Сортування відбувається спочатку автоматичне за розміром. Обладнання здатне сортувати тонну на годину. Після цього працівники досортовують на конвеєрній стрічці, щоб перевірити наявність зайвих предметів та точність типів батарейок. Далі просіюють, щоб дістати усі маленькі батарейки-гудзики.

Переробка різних батарейок здійснюється також по різному. Цинк-карбоніві, лужні та сольові румунський завод переробляє самостійно механічним методом.

Обробка складається з декількох етапів:

1. Подрібнення до часток від 0 до 20 мм.

2. Відділення сталі за допомогою магнітного барабана.
3. Відокремлення фракції «папір-пластик».
4. Речовина, яка залишається, називається чорна маса (суміш графіту, марганця, цинку та інших компонентів батарейок). Вона також продається на вторинному ринку та використовується в пірометалургії для видобутку цинку та в будівництві. Вся лінія переробки обладнана пиловими фільтрами.

Нікель-кадмієві, нікель-метал гідридні, літієві та літій-іонні «GreenWEEE» відправляє до свого партнера – заводу «Assures» у Німеччину.

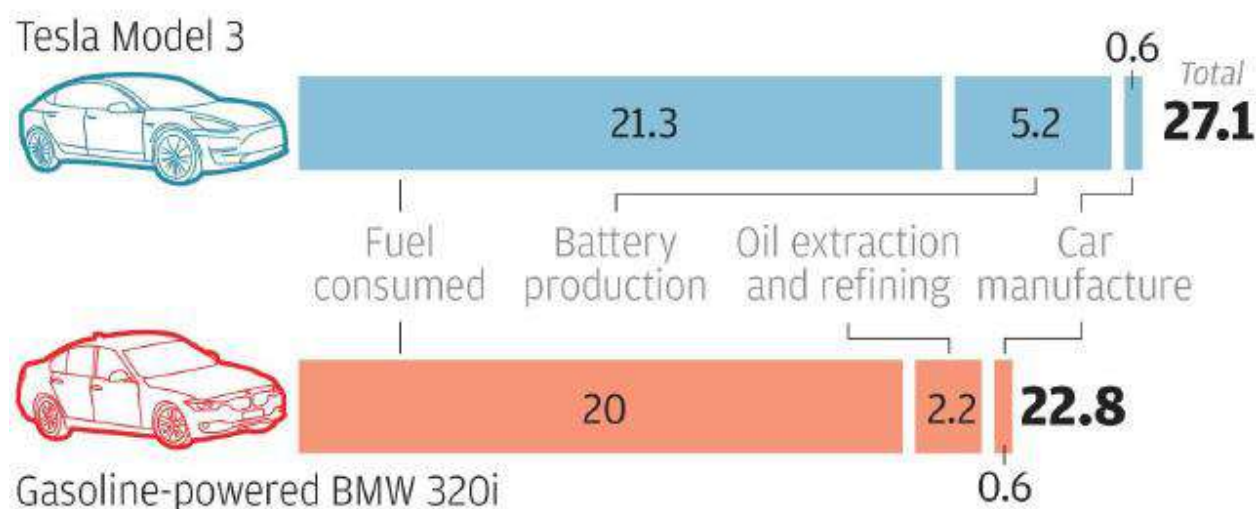
Батарейки-таблетки, в тому числі ртутні їдуть на сестринську компанію «GreenWEEE» – «Greenlamp Reciclare SA», яка теж знаходиться у Румунії.

Більш великі за розміром акумулятори, у тому числі які містять свинець, «GreenWEEE» відправляє на румунське підприємство «Monbat recycling SRL»[7].

Та, хоч і звичайні батарейки та акумулятори вже навчилися утилізувати, але про акумуляторні батареї для електрокарів усі чомусь забувають. На жаль, електротранспорт на сьогоднішній день для екології не є таким чистим, як це можна уявити. Дійсно, викиди CO² в атмосферу від електротранспорту набагато менші з огляду на самий транспорт. Але вугільна електростанція на острові Лама дає енергію місту, в тому числі заправкам Tesla, де ви можете змінити батарею і не чекати повної зарядки. Навіть з огляду на те, що електростанція побудована за сучасними мірками, має хороші очисні споруди, вона не може уникнути викиду CO² в атмосферу, сам принцип роботи вугільних станцій полягає в цьому. І ось що виходить для звичайної Tesla з точки зору викиду CO² за термін життя (рис.1).

How it compares

Car lifetime carbon dioxide emissions (tonnes)



Source: Bernstein

SCMP

Рис. 1. Схема відходів від автомобілів

Але майже ніколи в розрахунок не беруть самі батареї, встановлені в машинах, прибирають їх за дужки. Адже літєві батареї самі по собі стають джерелом забруднення навколишнього світу. Переробка старих літєвих батарей стає занадто затратною, в цьому немає економічних передумов. Але при цьому ми стикаємося із значним зростанням числа електрокарів і батарей, які потрібно утилізувати. В індустрії говорять про середній термін служби батарей в машині від 10 до 15 років [8].

У недалекому майбутньому нас чекає величезна кількість батарей, які потрібно буде переробити, з кожним роком їх число буде рости. Запас часу, звичайно, є, він становить приблизно десять років до моменту, коли ці батареї стануть виходити з ладу. Але вже сьогодні ми бачимо, як на звалищах порожаться машини зі старими батареями.

Нині у багатьох країнах з'являються фабрики з переробки Li-Ion батарей, причому вони орієнтуються не тільки на машини, але і на побутову електроніку. Проблема в тому, що вони повинні завантажувати своє виробництво максимально, так як потрібно дочекатися тих самих обсягів акумуляторів, які прийдуть в майбутньому. І для них це час, коли бізнес-модель не виглядає ідеальною, це інвестиційний період. Напрацювання технологій, контактів і лобювання власних інтересів. І тут ми приходимо до дуже цікавих висновків, коли бізнес з переробки захоче отримувати гроші від виробників автомобілів, такий собі екологічний збір. Фактично виробники машин досліджують будівництво заводів з переробки батарей не просто з альтруїзму, вони намагаються залишити гроші всередині компаній, щоб не віддати їх на сторону. Економіка переробки може скластися в разі, якщо виробництво літію стане занадто дорогим, але ми бачимо, що поки цього не відбувається, дефіциту немає. Значить, залишається збір непрямих податків на екологію, які і будуть спонсорувати переробку батарей [9].

Також наразі є країни, компанії яких використовують акумуляторні батареї повторно. Наприклад, японська компанія від Nissan 4R Energy використовують старі акумулятори в нових корпусах в зв'язці з сонячними батареями неподалік від Осаки. Підхід японців подобається тим, що акумулятори не відразу переробляються, а використовуються повторно, нехай і в інших місцях. Це підвищує життєвий цикл, зменшує виробництво нових акумуляторів. Але в кінцевому рахунку все ж відбувається переробка батареї і витяг корисних матеріалів. Рішення Nissan хороше тим, що батарея живе не 10-15 років, а мінімум 20-25 років [10].

Висновки. Отже, одним з величезних позитивних моментів використання акумуляторних батарей є те, що через їх здатність заряджатися потрібно менше батарей, щоб забезпечити однакову кількість енергії. Це означає зменшення

витрат ресурсів під час виробничого процесу. Ще однією перевагою використання акумуляторних батарей перед одноразовими є економія коштів. Акумуляторні батареї економлять гроші споживачів завдяки їх багаторазовому використанню. Але, оскільки попит на батареї зростає, неправильна утилізація продовжує негативно впливати на навколишнє середовище та здоров'я людей. Хоч зараз вже навчилися утилізувати джерела живлення правильно, та далеко не всі країни зацікавлені в цьому.

В Україні поки що переробляється тільки 1% від усіх батарейок, а ще 99% просто окислюють ґрунт, забруднюють воду і повітря. Наразі Україні просто необхідна підтримка інших країн для правильної утилізації акумуляторів [2].

Список використаних джерел

1. Карта сайта. URL: <https://swiftsport.com.ua/info/2020/01/uk/batarejka-recycle-pererobka-vikoristаниh-batarejok.html> (дата звернення 2.11.2021.).
2. Battery Recycling is Important for Environmental Health 4 Things You Should Know About Battery Disposal And The Environment. URL: <https://gsiwaste.com/battery-recycling-is-important-for-environmental-health/> (дата звернення 2.11.2021.).
3. Стрекоза. URL: https://eco-strecoza.com.ua/information/news&news_id=19 (дата звернення 2.11.2021.).
4. Утилізація батарейок: де переробити? URL: <https://www.youtube.com/watch?v=UW0Vt8z8Gtw> (дата звернення 2.11.2021.).
5. Батарейки, здавайтеся. URL: <http://batareiky.in.ua/> (дата звернення 2.11.2021.).
6. Завод з переробки батарейок «GreenWEEE», Румунія. URL: <http://batareiky.in.ua/post/zavod-z-pererobki-batareyok-greenweee-rumuniya> (дата звернення 2.11.2021.).
7. Лаврус В.С. Батарейки и аккумуляторы. М.: Наука, 1999. 120 с.
8. Болотовський В. І., Вайсгант З.И. Эсплуатация, обслуживание и ремонт свинцовых аккумуляторов. Ленинград, 1988. 124 с.
9. Таганова А.А., Бубнов Ю.И., Орлов С.Б. Герметичные химические источники тока. Элементы и аккумуляторы. М.: Химиздат, 2005. 164 с.

Богдан УГНІВИЙ*,
студент 3 курсу,
факультет агрономії та лісівництва,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ЕКОЛОГІЧНІ ПЕРСПЕКТИВИ ТА ПРОБЛЕМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ В УМОВАХ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

***Анотація.** Майбутнє електромобілів є очевидним і неминучим, їх використання дедалі зростатиме. У найближчі декілька років різноманітність збільшиться, і вони заповнять дороги по всьому світу, роблячи водіння комфортним для водія та безпечним для навколишнього середовища. Але попри ці позитивні якості електроавтомобілів, у них є і негативні сторони одна з найпроблемніших – це акумуляторні батареї які на даний час немає можливості переробляти та утилізувати у необхідній кількості.*

***Abstract.** The future of electric cars is obvious and inevitable, their use will continue to grow. Over the next few years, diversity will increase and they will fill roads around the world, making driving comfortable for the driver and safe for the environment. But despite these positive qualities of electric cars, they have their downsides and one of the most problematic is the batteries, which currently cannot be recycled and disposed of in the required quantity.*

Електроавтотранспорт – це засоби з електричним приводом, що використовують електричні двигуни для руху. У 1881 році в Парижі проходила перша міжнародна виставка електроніки, на якій презентували триколісний електромобіль, який розвивав швидкість до 12 км/год та дальність ходу 14-26 км. Його виготовив Густав Трове [1].

У 1888 році в Німеччині вперше показали електроавтомобіль Флокена. У США першим електроавтомобілем можна вважати електричний чотириколісник компанії Morrison Electric, який був створений у 1891 р. Його було оснащено електродвигуном Siemens потужністю 4 кінських сили, з яким він міг рухатись до 32 км/год і вміщав 6-12 пасажирів. Акумулятори забезпечували поїздки на дистанцію до 80 км. Керування автомобілем здійснювалося за допомогою запатентованого механізму рейкової передачі керма [2].

Основними перевагами електроавтомобілів над механічними автомобілями, які працюють на нафтопродуктах, є екологічність, адже вихлопні гази забруднюють атмосферу та сприяють парниковому ефекту. Використання електромобілів подібних проблем не викликає; тихохідність, адже електродвигуни працюють тихо і плавно, не створюючи додаткового шуму.

*Науковий керівник: Ткачук О.П. доктор с.-г. наук, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища.

У електромобілі немає паливної системи, мастил, свічок і більшості інших деталей, які присутні в класичному автомобілі і ускладнюють його експлуатацію. Це сприяє скороченню витрат, адже автомобіль на акумуляторі дозволяє зекономити на паливі. Електромобілі є безпечними, оскільки переважно оснащені сучасними системами, тому при зіткненні система просто відключає акумулятор. Це запобігає отриманню серйозних травм людей у електромобілі.

Високий ККД електродвигуна – сягає 95%, тобто майже вся затрачена енергія перетворюється в дію. Можливе повторне використання електромобілів. У країнах ЄС 99% електромобілів використовують у системах накопичення енергії, наприклад, в складі сонячної електростанції і лише 1% батареї відправляється на переробку (це АКБ, які не можна відновити) [3].

Місто Вінниця на протязі декількох років отримує звання найкращого міста для життя в Україні. Не останнє місце в цьому займає наявність значної кількості, порівняно з іншими містами, електромобілів та інших екологічно чистих засобів пересування. У місті діє служба “Еко Таксі”, що здійснює перевезення клієнтів на електромобілях Nissan LEAF.

Також можна орендувати електросамокати Volt. Вони розміщені майже по всьому місті (рис.1).

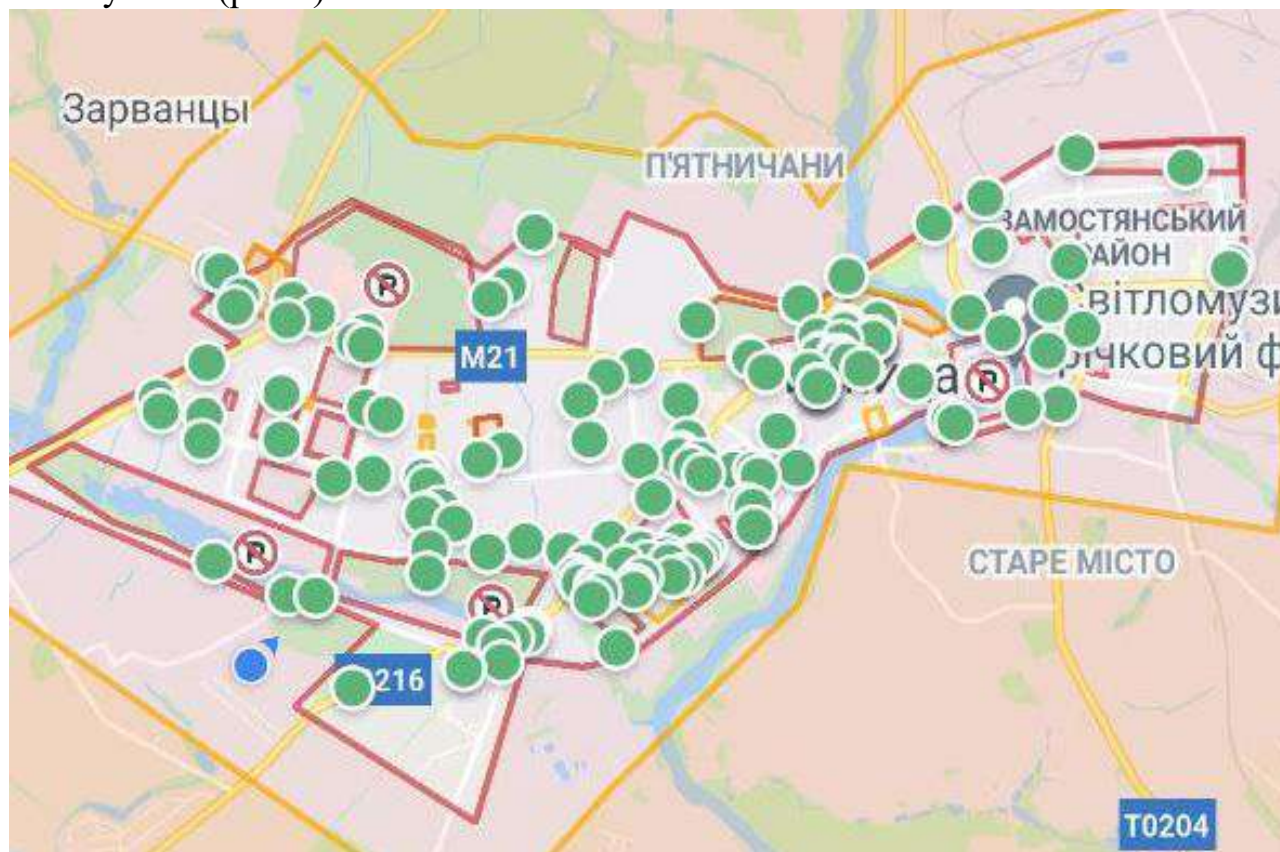


Рис. 1. Мережа стоянки електросамокатів у м. Вінниця

У Вінниці наявні зручні тролейбуси та трамваї які постійно оновлюються. В результаті з'явилися 5 тролейбусів які мають автономний хід, що сягає 20 км.

Також існує інфраструктура для електроавтомобілів, яка дедалі зростає. На карті представлені зарядні станції міста Вінниця (рис. 2.).

Проте, поряд з перевагами, електротранспорт має ряд проблем. Однією з найбільших проблем електротранспорту є нинішній розподіл створення електроенергії, значна частина якої в Україні виробляється з вичерпних джерел (вугілля, газу та ядерного палива), ми переносимо забруднення з міста в інші місця – туди, де спалюють вугілля та газ, а також туди, де видобувають та збагачують радіоактивну руду. Люди, що мешкають навколо електростанцій, зазнають впливу поллютантів: твердих часток сажі, пилу, SO₂ тощо. Україна, як й інші країни світу, має якнайшвидше зменшувати використання викопного палива і перейти на відновлювальні джерела енергії – сонячну, вітрову. Це відбувається, але потребує підтримки як держави, так і населення [4].

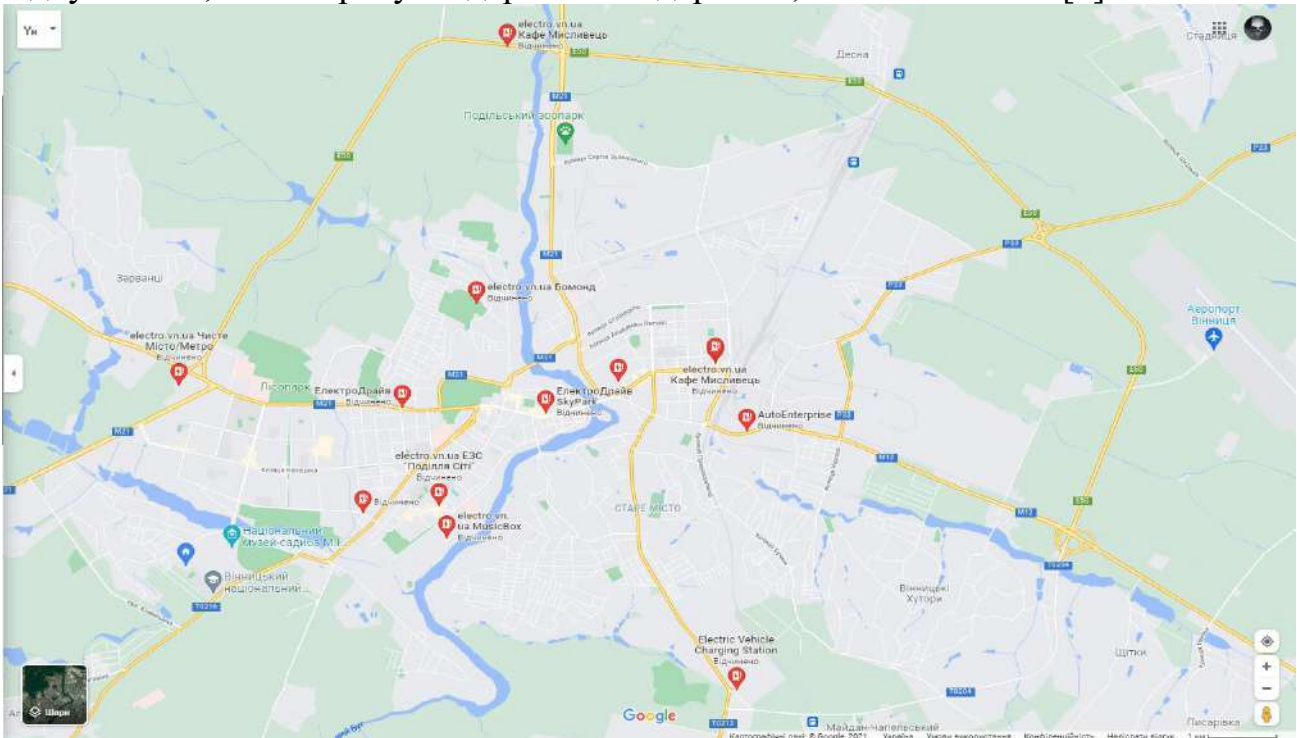


Рис. 2. Мережа зарядних станцій для електротранспорту м. Вінниця

Також проблемою є те, що акумулятори в електроавтомобілях розраховані на 4-8 років з втратою за даний період 30-40% своєї ємності. Їх потрібно замінювати. Для комфортного користування електромобілем підходять тільки великі міста України. У більшості випадків електротранспорт заряджатиметься від власних розеток у домі чи квартирі. У кожного виробника розмір, наповнення, кількість елементів різна [5].

Батарея електромобілів важча й більша, ніж у звичайних автомобілях, вони містять сотні окремих літій-іонних елементів, кожен з яких треба розбирати окремо. Складно одержати дані про переробку літій-іонних акумуляторів у світі, наразі називають цифру близько 5%. Але в деяких частинах світу цей показник значно менший.

В Україні немає підприємств, які можуть переробляти акумулятори в такій кількості, у якій це потрібно робити. Хімічний склад таких акумуляторів залежить від типу акумулятора. В електроавтомобілях найчастіше застосовують

(LiNiMnCoO₂) літій-нікель-манган-кобальт-оксидні акумулятори, вони названі за типом катода [6].

Проблема запровадження електротранспорту актуальна і для сільського господарства. У землеробстві та рослинництві можна використовувати електровантажні автомобілі для перевезення рослинницької продукції з полів, трактори і комбайни для проведення польових робіт. У тваринництві можливе використання електротракторів для механізації трудомістких процесів із роздачі кормів та вивезення органічних відходів галузі. Такий вид транспорту не тільки буде більш екологічним та не забруднюватиме довкілля у межах агроєкосистем, а й не створюватиме додаткового шуму, що особливо важливо для свійських тварин.

Проте питання запровадження електричних транспортних засобів у сільському господарстві на даний час знаходиться у зародковому стані, оскільки для таких робіт необхідно підбирати потужні електродвигуни для отримання великої тягової сили, на відміну від електроавтотранспорту, призначеного для індивідуального використання, який характеризується меншими вагою та габаритністю.

Є приклади використання електротракторів у промисловості в межах окремих виробничих цехів підприємств. Такі засоби відзначаються великою гоміздкістю, але поряд із цим є досить потужними. Тому досвід використання електротранспорту у промисловості можна перенести у сільське господарство. Проте говорити про широке запровадження електротранспорту у сільське господарство можна буде лише після того, як цей вид транспорту повністю пошириться у містах, а також для особистого використання.

Висновки. Отже, майбутнє електромобілів є очевидним і неминучим, їх використання дедалі зростатиме. У найближчі декілька років різноманітність збільшиться, і вони заповнятимуть дороги по всьому світу, роблячи водіння комфортним для водія та безпечним для навколишнього середовища. Але попри ці позитивні якості електроавтомобілів, у них є і негативні сторони: одна з найпроблемніших – це акумуляторні батареї, які на даний час немає можливості переробляти та утилізувати у необхідній кількості.

Список використаних джерел

1. ККД електричного двигуна розбір пристрою і формула електродвигуна. URL: <https://sitemasters.com.ua/elektrobladnannja/kkd-elektrichnogo-dviguna-rozbir-pristroju-i/> (дата звернення 2.11.2021.).

2. Переваги електромобілів над бензиновими авто. URL: <http://www.carpaint-e.com.ua/news/perevagi-elektromobiliv>

3. Плюси та мінуси електрокарів. URL: <https://ukr-prokat.com/blog/plyusy-ta-minusy-elektrokariv.html> (дата звернення 2.11.2021.).

4. Електромобіль. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1>

[%80%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%BB%D1%8C](#) (дата звернення 2.11.2021.).

5. Переробка батарей і акумуляторів. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B0_%D0%B1%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%B5%D0%B9_%D1%96_%D0%B0%D0%BA%D1%83%D0%BC%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%96%D0%B2 (дата звернення 2.11.2021.).

6. Що буде зі старими акумуляторами від електромобілів. URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/features-56927625> (дата звернення 2.11.2021.).

Владислав УСАТЮК*,
магістрант 2-го року навчання,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ІННОВАЦІЙНІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ СПОСОБИ ЗАКЛАДЕННЯ В ҐРУНТ РОСЛИННИХ ЗАЛИШКІВ

***Анотація.** Надлишок хімічних речовин в ґрунті, спалювання рослинних залишків на полях, вплив водної та вітрової ерозії, ущільнення ґрунту ходовими частинами сільськогосподарської техніки призвело до зменшення і зміни видового складу ґрунтових мікроорганізмів, які є найважливішою складовою в колооберті речовин в природі, ґрунтоутворенні і формування родючості, та призвело до втрат гумусу. Тому для поліпшення властивостей і якості ґрунту необхідно впровадження інноваційної, енергозберігаючої та біотехнологічної обробки ґрунту, з допомогою якої відбувається: збагачення хімічної складової ґрунту органікою, підвищення накопичення гумусу і мікроелементів в ґрунті, поліпшення фізико-механічних властивостей ґрунту, зниження рівня патогенних мікроорганізмів. Недоліком біотехнології є те, що між обприскуванням стерні біодеструктором і закладенням рослинних залишків у ґрунт повинен бути мінімальний часовий інтервал, через ризик негативного впливу сонячної радіації і вітру на мікроорганізми. Тому основні операції біотехнології доводиться виконувати з вечора до ранку.*

***Ключові слова:** агрегат, ґрунт, обробіток, дискові робочі органи, технологія, енергозбереження.*

***Abstract.** Excess chemicals in the soil, burning of plant residues in the fields, the*

*Науковий керівник: Труханська О.О. к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу.

impact of water and wind erosion, soil compaction by the running gear of agricultural machinery has led to a decrease and change in the species composition of soil microorganisms, which are the most important component in the cycle led to the loss of humus. Therefore, to improve the properties and quality of the soil it is necessary to introduce innovative, energy-saving and biotechnological tillage, which enriches the chemical component of the soil with organic matter, increases the accumulation of humus and trace elements in the soil, improves physical and mechanical properties of the soil. The disadvantage of biotechnology is that there is a minimum time interval between spraying stubble with a biodestructor and laying plant residues in the soil, due to the risk of negative effects of solar radiation and wind on microorganisms. Therefore, the basic operations of biotechnology have to be performed from evening to morning.

Keywords: *unit, soil, tillage, disk working bodies, technology, energy saving.*

Вступ. В даний час промисловість не виробляє машин, які змогли б задовольнити вимоги технології з внесенням біодеструкторів на рослинні залишки з подальшим закладенням в ґрунт за один прохід машини. виникає необхідність у створенні такої машини і в обґрунтуванні раціональних способів закладення в ґрунт рослинних залишків (плавне регулювання кута атаки кожного ряду дисків), оброблених біодеструктором [1].

Особливої актуальності набувають питання об'єднання технологічних операцій з внесенням біодеструкторів на рослинні залишки з подальшим закладенням їх в ґрунт за один прохід машини і збільшення продуктивності робочих органів.

Виклад основного матеріалу. До ґрунтозахисних заходів належать: впровадження ґрунтоохоронних сівозмін, вирощування сидератів і проміжних культур, заміна чистих парів зайнятими, закладення рослинних залишків у ґрунт; стабілізація гумусного стану шляхом раціонального з'єднання мінімальної обробки з оранкою, оптимальне внесення органічних, мінеральних, мікродобрив та бактеріальних добрив [1].

Біодеструктори можна умовно поділити на живі і неживі. До неживих відносяться ферментні препарати, отримані мікробіологічними шляхом. До живих відносяться живі препарати мікробної природи, однокомпонентні і багатокомпонентні. Ферментні препарати можуть розкласти рослинні залишки за короткий час і частково компенсувати розірвані трофічні зв'язки [1].

З точки зору відновлення родючості ґрунту ферментні препарати - це короткострокова, а не довгострокова перспектива. До складу рослинних залишків входять: целюлоза - 45-55%, лігнін - 35-45%, також міститься гемицеллюлоз, пектин, білки та інші органічні речовини. У пухких ґрунтах переважає аеробний процес, в ущільнених ґрунтах - анаеробний процес [2].

Для зниження нітратів в продукції необхідно обмежити внесення азотних добрив в ґрунт. Для збільшення балансу гумусу основним компонентом є рослинні рештки (органічні речовини)[2].

Мінералізація соломи в ґрунтового середовищі в порівнянні з поверхневою мінералізацією забезпечує надходження поживних речовин. При

цьому одним з найважливіших елементів технології є подрібнення і рівномірний розподіл рослинних залишків після проходу комбайна. На подрібнення і розкид соломи комбайн споживає близько 40% потужності двигуна, а застосування дискаторів скорочує витрату пального на 15% [3].

Також дуже важливо рівномірно розподілити рослинні залишки на поверхні поля; нерівномірність розподілу проявляється "хвилястістю", яка сприяє нерівномірному проростанню рослин [3].

Дискатори мають перевагу над дисковими боронами: мають меншу масу, менший тяговий опір і менші витрати палива. Перерахуємо переваги дискаторів: - працюють дискатори на стерні вище 30 см і не забиваються в зв'язку відсутністю дискового вала, так як диск дискатора обертається індивідуально на підшипнику, який знаходиться на стійці, а стійка кріпиться до рами; - дискатори працюють на перезволожених ґрунтах і в дощову погоду, що просто ідеально підходить для внесення мікроорганізмів; - при наявності кута β до вертикалі дискатори мають ряд переваг: поліпшується обробка ґрунту з оборотом пласта, полегшується заглиблення диска в ґрунт, збільшується врожайність на 3-5%, збільшується стійкість машини на підвищених швидкостях; - дискатори більш пристосовані для широкого діапазону регулювання ступеня подрібнення і якості закладення рослинних залишків. Отже, з переліченого вище було прийнято рішення про створенні агрегату для внесення біопрепаратів на базі дискатора.

Українська компанія «Червона зірка» випускає дворядні дискатори Паллада (шириною захвату 2,4 м; 3 м; 3,2 м; 4 м) і чотирирядні дискатори Антарес (шириною захвату 4 і 6 м). Конструкція агрегатів забезпечує плавне регулювання кута атаки кожного ряду дисків (діаметром 560 мм) в межах від 0° до 30°, що дозволяє оптимально налаштувати дискатори для різних типів ґрунтів. Відстань між дисками на дискаторі Паллада становить 560 мм, а на дискаторі Антарес - 400 мм. Робоча швидкість агрегатів - до 15 км / год, а глибина обробки - від 8 до 18 см (рис.1) [4].



Рис. 1. Дискатори компанії «Червона зірка»: дискатор Паллада (а), дискатор Антарес (б).

Українська компанія Велес Агро випускає дворядні дискатори АГН-3,3; АГМ-4,2; АГН-6,3 шириною захвату 3,3 м; 4,2 м; 6,3 м з дисками 640 мм. Робоча швидкість становить 8 - 10 км / год, глибина обробки - 8-20 см. Дискатори Велес Агро представлені на (рис. 2) [4].



Рис. 2. Дискатори фірми Велес Агро (а), дискатори компанії Білоцерківмаз АГ-2,4 (б).

Українська компанія Білоцерківмаз випускає як навісні дискатори АГРП-2,4; АГРП- 2,7; АГРП- 3,0; АГР- 1,8; АГР- 2,1; АГ - 1,8; АГ - 2,1; АГ - 2,4; АГ - 2,7; АГ - 3,0; АГ - 3,3, так і причіпні УДА- 2,4; УДА- 3,1; УДА- 3,8; УДА- 4,5; УДА- 5,2; УДА- 6,1 (рис. 2, б) робоча швидкість яких становить 8-12 км / год, і глибина обробки до 5-18 см [4].

Українська компанія Агрореммаш випускає дворядні причіпні і навісні дискатори. Навісні: АГД-1,3; АГД-1,8; АГД-2,1; АГД-2,5; АГД-2,8; АГД-3,5; АГД-4,5; АГД-5,6; АГД-7,2. Напівнавісні (напівпричіпні): АГД- 2,5 Н; АГД- 2,8Н; АГД-3,5Н; АГД-4,5Н. Робоча швидкість 8-12 км / год, глибина обробки - до 18 см (рис. 3, а) [4].



Рис. 3 Дискатори, випускаємі в Україні: Агрореммаш АГД-1,3 (а), Краснянський Агромаш Діскопак Д-2,5 (б).

Українська компанія "Краснянський Агромаш" випускає навісні дискатори: Діскопак Д-2,5; Д-3,0; Д-4,0 (рис. 3, б). Глибина обробки - 3 10 см, робоча швидкість руху до 18 км/год [4].

Підприємство Уманьферммаш випускає луцильники дискові важкі ЛДВ-2,4 навісні, ЛДВ-4, напівпричіпні ЛДВ-6. Глибина обробки складає 8-15 см, робоча швидкість руху - до 15 км/год (рис. 4).



Рис. 4 Дискатор фірми Уманьферммаш

Аналіз ґрунтообробних знарядь показав, що найбільш перспективним і енергоефективним для зароблення біодеструкторів в ґрунт є дисковий робочий орган на індивідуальній стійці типу "дискатор". Використання дискаторів є перспективним рішенням в переході від традиційних технологій до мульчуючих, "No-till" і біологічних ґрунтозахисних технологій. Знаряддя типу дискатор забезпечують 70% зароблення рослинних залишків у верхній шар (0-10 см) ґрунту. Так само дискатори забезпечують агрономи до дискових знарядь при обробці ґрунту на глибину до 20 см [5-6].

Основною особливістю робочих органів дискаторів є зміна механізму дії на ґрунт залежно від кута атаки (α) та кута нахилу до вертикальної площини (β).

Актуальними є питання впливу кутів атаки та нахилу диска до: кутової швидкості диска, тягового опору диска та загортання рослинних решок диском (рис. 5).

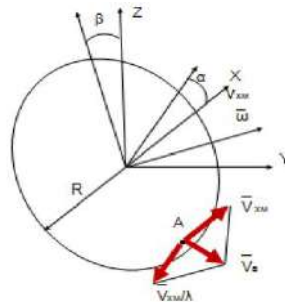


Рис. 5. Швидкості точок сферичного диска: α – кут атаки диска, град.; β – кут нахилу диска до поперечної осі, град.; $\bar{\omega}$ – вектор кутової швидкості диска, c^{-1} ; \bar{V}_{xm} – вектор поступової швидкості машини, м/с, R – радіус диска (точки диска), мм.

Абсолютна швидкість точок сферичного диска:

$$\bar{V}_A = \bar{V}_{xm} + \bar{\omega} \times R \quad (1)$$

де \bar{V}_{xm} - переносна швидкість,

$\bar{\omega} \times R$ - відносна швидкість обертального руху

Для визначення залежності між тяговим опором та шляхом, пройденим диском у ґрунті, введемо коефіцієнт кінематичного режиму λ , як співвідношення

поступової до кутової швидкості та радіуса диска, $\lambda = V_{xM}/\omega R$. Використання λ як критерію дозволить нам визначати режими роботи для дисків різних діаметрів на різних швидкостях роботи. Цей критерій включає в себе побічно роботу сил тертя при взаємодії ґрунту з диском [4-6].

Послідовно визначаючи значення швидкостей та прискорень у всіх точках контакту диска з ґрунтом, можемо визначити поле швидкостей та поле прискорень частини диска, яка контактує з ґрунтом в залежності від безрозмірної величини λ . Тоді отримаємо кінематичні характеристики будь-якої точки, розташованої на диску.

Висновок. Дискатори забезпечують на операції обробки ґрунту високу економію енергоресурсів. Витрата палива зменшується в 1,5-3 рази в порівнянні з традиційною обробкою. Оскільки дискатори порівняно нове устаткування, багато питань як конструкційного, так і компоувального рішень залишаються відкритими. До них відносяться: - особливості роботи ґрунтообробних сферичних дисків в індивідуальному режимі; - визначення оптимальних параметрів сферичних дисків при роботі в конструкції дискатори при різній установці кутів, що забезпечує мінімальне перекриття в залежності від кутів: атаки α , установки β і глибини обробки. Отже, завдання загортання рослинних решток, оброблених біодеструктором, ґрунтообробним знаряддям, робочими органами якого є диски є можливим для вирішення.

Список використаних джерел

1. Серета Л.П. Розробка і дослідження ґрунтообробної машини для технології strip-till з активними фрезерними робочими органами / Серета Л.П., Труханська О.О., Швець Л.В. // *Всеукраїнський науково-технічний журнал "Вібрації в техніці та технологіях"*. В.: Вінниця, 2019. 4 (95). С. 65-71.
2. Носко Б. С. Шляхи підвищення родючості ґрунтів у сучасних умовах сільськогосподарського виробництва / Б. С. Носко. – К.: Аграрна наука, 2019. 110 с.
3. Бабаянц О. В. Інноваційні технології захисту для майбутнього хлібу/ О. В. Бабаянц // *Хімія, агрономія, сервіс*. Серпень. 2011. С. 8-12.
3. Булгаков В.М., Адамчук В.В. Прикладна механіка: Навчальний посібник. / Булгаков В.М., Адамчук В.В., Черниш О.М., Березовий М.Г., Калетнік Г.М., Яременко В.В. // Київ : Аграр. наука, 2016. 816 с.
4. Павлишин М. Комбіновані енергетичні системи з нетрадиційними джерелами енергії. *Техніка і технології АПК: науково-виробничий журнал*. 2009, N1. С. 10-13.
5. Калетнік Г.М. Технічна механіка [Текст] : підручник для студентів вищих навчальних закладів / Калетнік Г.М., Булгаков В.М.; Черниш, О.М. та ін.. К.: Хай-Тек Прес, 2011. 340 с.
6. Агрегати ґрунтообробні дискові АГД-2,5; АГД-2,8; АГД-3,5; АГД-4,5 / СТ ВФ АГРОРЕММАШ: протокол державних приймальних випробувань дослідного зразка №01-41, 2010. Дослідницьке, 2010. 24 с.

Володимир МИХАЙЛОВ*,
студент 6 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЮ МИЙКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

***Анотація.** Сільськогосподарські машини та агрегати піддаються значному забрудненню різними видами забруднювачів, одні можуть легко видалятися для видалення інших необхідно використовувати спеціальні мийчі засоби та машини. Для видалення цих забруднень використовують струмінь води під тиском, найбільшим недоліком таких пристроїв є значна витрата води, тому важливим питання інтенсифікації процесу очистки сільськогосподарських машин є з використанням обмеженої кількості води.*

В даній статті розглядається проблема підвищення ефективності використання обладнання для миття сільськогосподарських машин та агрегатів струменем води під високим тиском.

Ключові слова: сільськогосподарські машини, мийки високого тиску, струмінь води, зовнішні забруднення, технічне обслуговування.

***Annotation.** Agricultural machines and units are subject to significant contamination by various types of contaminants, some can be easily removed to remove others need to use special detergents and machines. To remove these contaminants using a jet of water under pressure, the biggest disadvantage of such devices is the significant water consumption, so an important issue of intensifying the process of cleaning agricultural machinery is using a limited amount of water.*

This article considers the problem of improving the efficiency of equipment for washing agricultural machines and units with high pressure water jet.

Key words: agricultural machines, high pressure washers, water jet, external pollution, maintenance.

Вступ. Сільськогосподарські машини в процесі експлуатації піддаються сильним забрудненням, на поверхнях вузлів скупчуються забруднення різного роду (дорожньо-ґрунтові відкладення та рослинні залишки, маслянисто-грязьові відкладення, технологічні забруднення та ін.), значне накопичення цих забруднень з часом під впливом зовнішніх факторів викликає утворення щільного нальоту (відкладення), даний наліт може негативно впливати на ефективність роботи машини, погіршується тепловий баланс двигуна, зношуються рухомі деталі, відбувається інтенсивна корозія та ін [1, 2].

*Науковий керівник – к.т.н, доцент Паладійчук Ю.Б., кафедра агроінженерії і технічного сервісу, інженерно-технологічного факультету, Вінницького національного аграрного університету.

Враховуючи все це, зовнішня очистка сільськогосподарської техніки є важливим процесом в системі технічного обслуговування, який сприяє підвищенню ефективності використання техніки в складних сільськогосподарських умовах експлуатації.

Одним із методів зменшення витрати води в процесі миття струменем води під тиском, є використання форсунок з обертовим рухом струменя води, це дозволяє зменшити витрату води та охопити більшу площу миття. Робота сільськогосподарських машин зі значними забрудненнями може зменшити терміни експлуатації, порушити режими роботи двигуна та системи охолодження, пришвидшить знос деталей тертя.

Актуальність теми дослідження. Забруднення сільськогосподарські машини та агрегати піддаються значному забрудненню різними видами забруднювачів, для видалення цих забруднень використовують струмінь води під тиском. Найбільшим недоліком машин високого тиску є значна витрата води, тому важливим питання інтенсифікації процесу очистки сільськогосподарських машин є з використанням обмеженої кількості води, це актуальним науковим завданням на сьогодні.

Виклад основного матеріалу. Сьогодні малі та середні сільськогосподарські виробники мають виключну потребу у використанні доступної та ефективної техніки для миття сільськогосподарських машин та агрегатів, від широкого спектру забруднень. Серед найбільш доступних мийних пристроїв найбільшого поширення набули мийки високого тиску.

Забруднення що притаманні сільськогосподарським машинам та агрегатам мають багатокomпонентну структуру, та можуть містити рідкі та тверді фази, що мають різну адгезію, а це в свою чергу впливає на силу зчеплення часток забруднення з поверхнею, що піддається очищенню [1-5].

Мийки високого тиску виконують очистку забруднених поверхонь за допомогою струменів води високого тиску. Використання струменів високого тиску забезпечує якісну очистку поверхонь сільськогосподарської техніки від різного роду забруднень, за рахунок використання м'яких засобів, підігрітої води, та очищувальних насадок різної форми, що ще більше підвищують ефективність та якість технологічного процесу миття.

Основним недоліком використання таких очищувальних пристроїв є значна витрата води, що сьогодні є цінним ресурсом, а інколи і взагалі є недоступною особливо в південних регіонах України.

Саме тому економії води, як цінного природного ресурсу в умовах малих і фермерських господарств варто приділити основну увагу в процесі пошуку альтернативних конструкцій м'яких пристроїв високого тиску, які забезпечать ріст енергонасиченості струменів води без підвищення тиску.

Виконання мийно-очисних операцій пов'язане з певними труднощами, викликаними, по-перше, різноманітністю видів забруднень (рисунок 1), які вимагають застосування різних способів очищення, м'яких засобів, обладнання і, по-друге, тим, що, об'єкти очищення (машина, агрегат, вузол, деталь) різні за масою, матеріалом, конструкцією, формою тощо [1].



Рис. 1 - Класифікація видів забруднення.

Очищення з використанням фізико-хімічної енергії це: емульгування, молекулярні перетворення, розчинення, диспергування, хімічне травлення очищеної поверхні і ін. Фізико-хімічне очищення відбувається за рахунок використання миючих засобів, що поділяються на органічні, емульгуючі розчинники, кислотні та синтетичні миючі засоби. Найбільш ефективними є синтетичні миючі засоби, що містяться речовини які здатні знижувати вільну поверхневу енергію (поверхневий натяг) що характеризує поверхневу активність цих речовин. Речовини, що знижують поверхневий натяг розчину, називаються поверхнево-активними (ПАВ) [1,2], вони активно руйнують вогнища забруднень на поверхні, що піддається очищенню.

Основним недоліком фізико-хімічного миття є значний негативний вплив на навколишнє середовище, також вони можуть завдавати шкоди оператору миючого пристрою.

За способом видалення забруднень (рисунок 2) мийно-очисні технології поділяють на механічні (видалення забруднень струменем води під високим тиском, або ручним методом з використанням металевих щіток чи скребоків) і фізико-хімічні, що видаляють забруднення методом хімічного розкладання і змивання в процесі протікання хімічних реакцій [1, 4].

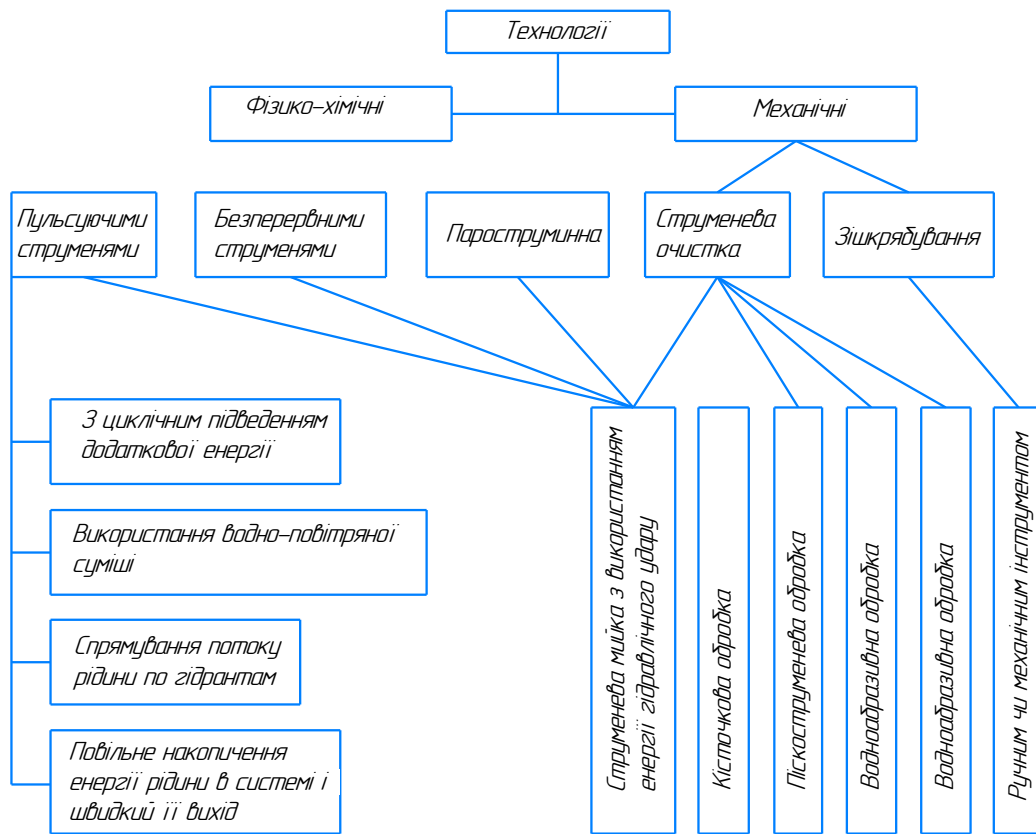


Рис. 2 – Технології видалення забруднень з поверхні машини.

При водно струминній технології очистки в якості механічного фактору, застосовується енергія гідравлічного удару. Принцип дії гідравлічної струменя на забруднену поверхню показаний на рисунку 3.

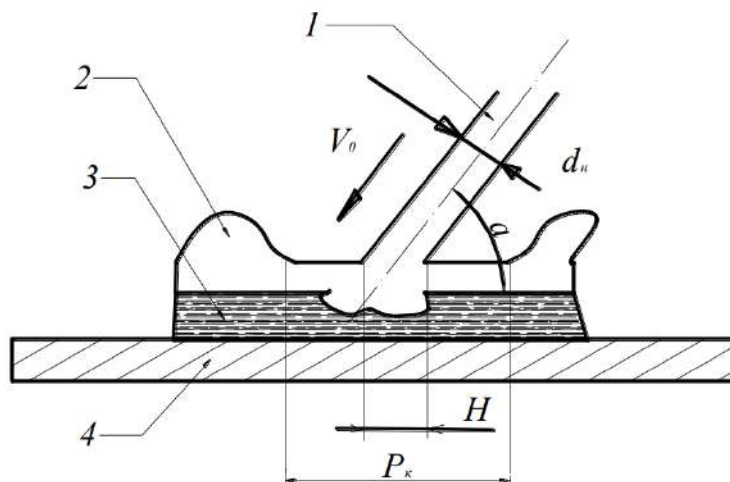


Рис. 3 – Схема впливу струменя на очищувану поверхню.

1 - потік рідини; 2 - гідравлічний стрибок потоку; 3 - забруднення; 4 - очищувана поверхня; V_0 - швидкість струменя; α - кут нахилу (атаки) струменя; P - сила впливу струменя на забруднену поверхню; N і T - нормальна і тангенціальна складові сили впливу струменя на забруднену поверхню; d_H діаметр струменя.

Застосування гідравлічної струменя для видалення слабо зв'язаних і середньо зв'язаних забруднень дозволяє забезпечити високу ступінь очищення.

Очищувальна сила гідравлічного удару, визначається за формулою [1, 3, 5].

$$P = m_0 v_0 (1 - \cos \alpha) = \rho \omega_0 v_0^2 (1 - \cos \alpha), \quad (1)$$

де P – сила удару струменя, Н;

m_0 – секундна маса рідини, кг/с;

ρ – щільність рідини, кг/м³;

v_0 – швидкість витікання рідини з сопла, м/с;

ω_0 – переріз струменя, м²;

α – кут відбивання від точки зустрічі з перешкодою, рад;

Продуктивність та якість водно струменевої очистки залежить від швидкості витікання рідини з сопла, яку розраховують за виразом:

$$v_0 = \varphi \sqrt{2gH}, \quad (2)$$

де H – напір води, м;

g – прискорення сили тяжіння м/с²;

φ - коефіцієнт швидкості залежить від форми отвору і типу насадки.

Швидкість v_0 - визначає витрата води Q через насадки:

$$Q = \frac{\pi d^2 v_0}{4000} \quad (3)$$

де d - діаметр сопла.

Зменшуючи діаметр сопла d та підвищуючи тиск, ми отримуємо, високу швидкість витікання рідини тобто підвищуємо механічну силу (удару) за тієї ж витрати води.

Застосування водоструминних технологій для видалення середньо і сильнозв'язуючих забруднень обмежена через різке збільшення тиску подачі миючого розчину, що тягне за собою зростання споживання електроенергії.

Використання сучасного миючого обладнання для якісного видалення широкого спектру присутніх у сільськогосподарському виробництві забруднень з ефективними мийними засобами збережуть час, зусилля і забезпечують якість технологічних операцій миття.

Сучасне обладнання для миття та очистки забруднень класифікують за такими ознаками як [2]:

- За функціональним призначення (для зовнішнього миття, очищення вузлів, агрегатів і деталей);
- За типом (струминні, моніторні, заглибні, комбіновані, спеціальні);
- За ступенем впливу на сільськогосподарську техніку (з контактним впливом, з безконтактним впливом, обладнання для миття парою);
- За призначенням залежно від типу виробництва (ремонтне виробництво, станція ТО, автомобільна мийка).

Розглядаючи миюче обладнання варто почати з апаратів високого тиску німецької фірми KARCHER. Миття можна здійснювати з використанням спеціальних щіток або ж безконтактним способом з використанням активної піни, яка змивається водою під високим тиском. Виробник KARCHER має

широку гаму мийних апаратів високого тиску без підігрівання: HD 5/15 C; HD 6/15 M; 6/15-4 Classic; HDS 5/15 uc, Karcher K 2 Compact K 3 Power Control, Karcher K 7 Premium Full Control тощо.

Мінімийка Karcher K 7 Premium Full Control Plus [6] (рисунок 4). Модель призначена для регулярного використання і тривалих робіт. Справляється навіть з найсильнішими забрудненнями. Продуктивність по площі - 60 м².



Рис. 4 – Мінімийка Karcher K 7 Premium Full Control Plus.

Серед вітчизняних виробників розглянемо професійну мийка високого тиску Profi 1 lite виробника Profitech [5] (рисунок 5).



Рис.5 - Професійна мийка високого тиску Profi 1 lite [5].

Професійні мийні апарати високого тиску мобільного типу здебільшого мають конструкцію, яка не передбачає нагрівання води. Виняток становлять стаціонарні мийки високого тиску. Технічні характеристики мийок високого тиску з підігріванням води фірми KARCHER наведено нижче [5-6].

Мийки HDS 9/14-4 ST Eco та HDS 12/14-4 (рисунок 6) можуть використовуватися не тільки для миття техніки теплою або ж гарячою водою належної температури, а й для видалення важких забруднень пароводяною сумішшю.



Рис. 6 – Стаціонарний апарат високого тиску HDS 12 / 14-4 ST з нагріванням на рідкому паливі.

Це вказує на можливість їхнього використання в умовах ремонтних майстерень. Особливістю стаціонарного апарата високого тиску HDS 12/14-4 є те, що котел працює на зрідженому газі.

Ефективність очищення залежить від форми конструкції сопла (насадки) та швидкості стікання води з нього. Сопла слугують для утворення швидкого напору, дозування витрати рідини і додавання струменів води певної конфігурації. Вони виконуються з металу, кераміки пластика, їх різноманітна конфігурація дає можливість отримувати різні форми м'якого струменя: розсіюють, в'ялоподібні, кинджальні, щільні та інші (рисунок 7). Струмені, формують з допомогою насадок (сопел) циліндричної форми.

Сопла інших форм використовуються рідко з причини високої складності їх виготовлення, навіть, зважаючи на те що, експлуатаційні параметри деяких конструкцій перевершують циліндричні [5,6].

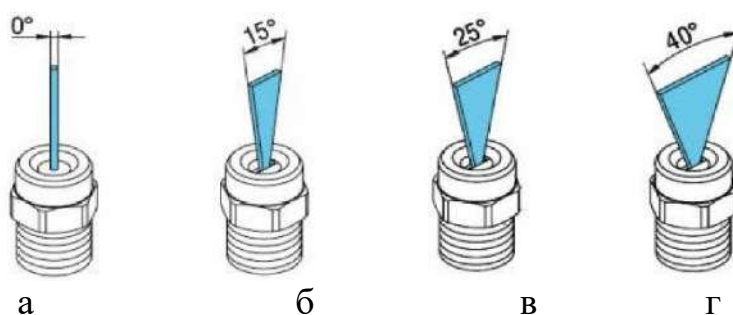


Рис. 7 – Сопла мийних установок:
а - кинджальний струмінь, б, в, г - плоский струмінь.

Показниками, що характеризують ефективність насадки є: коефіцієнт витрати μ , коефіцієнт опору ε і швидкісний коефіцієнт μ . Витрата рідини при постійному напорі визначається з виразу [1]:

$$Q = \mu \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{\frac{2P}{\rho}} \quad (4)$$

де d - діаметр отвору, м; P - тиск рідини у соплі, Па; ρ - щільність рідини, кг/м³.

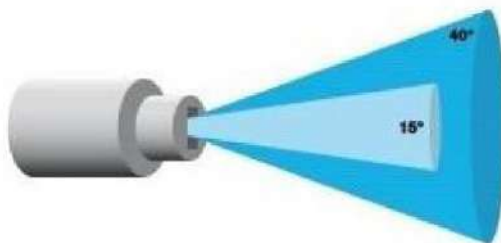


Рис. 8 – Ступінь насиченості водяного струменя в залежності від кута її розпилювання.

Перспективними є пристрої з застосуванням енергії гідравлічного удару рідини з періодичним напрямком потоку рідини по каналах, а також використання в якості елемента підвищення ефективності процесу очищення явищ енергонасичення струменя.

Існуючі конструкції сопел мають високу вартість, нестабільність і низьку продуктивність, це стримує їх широке застосування, внаслідок чого існує потреба наукового обґрунтування оптимальних параметрів та режимів роботи такого типу сопла для використання в універсальних конструкціях мийок для видалення забруднень сільськогосподарських машин і агрегатів.

Продуктивність мийок можна підвищити за рахунок застосування спеціальних насадок, які дозволяють підвищити рівень механічного впливу на забруднення.

З існуючих насадок для мийок найбільш ефективними є гідродинамічні насадки, що створюють ефект гідравлічного удару і забезпечують підвищення механічної дії водяного струменя. Недоліком таких насадок є низька продуктивність, підвищити яку можливо доданням обертання водяному струменю, вони засновані на ефекті турбулентності рідини, це в свою чергу включає недоліки гідродинамічних насадок, через застосування закручування водяного струменя.

Висновки. Очистка сільськогосподарської техніки та агрегатів від забруднень є складною технологічною операцією, тому, існує потреба в розробці та обґрунтування параметрів і режимів роботи високотехнологічного пристрою миття, що забезпечував би якісне видалення всіх видів забруднень з високою ефективністю, мінімальними витратами води та мінімальними затратами праці.

Аналіз технологій очищення показав, що найбільш перспективною для видалення забруднень з поверхні сільськогосподарських машин та агрегатів є водоструминне очищення, технологія дозволяє підвищити рівень механічного впливу шляхом застосування додаткової енергії, в якості якої може служити енергія обертається струменя.

Отже, для поліпшення якості мийки забруднених поверхонь сільськогосподарських машин потрібно розробити конструкцію пристрою, що дозволяє формувати обертову струмінь і впливати нею на оброблювану поверхню.

Список використаних джерел

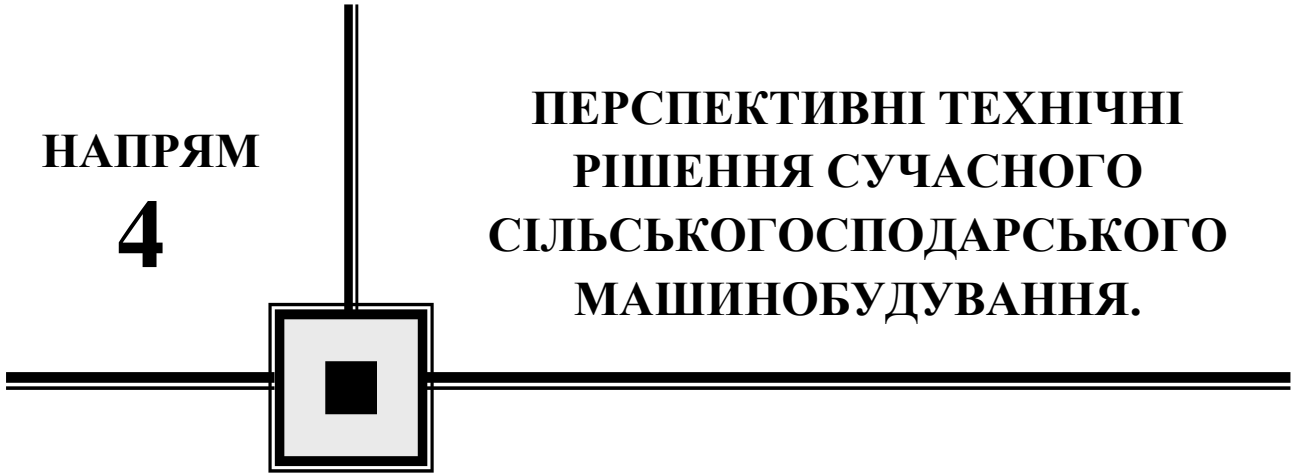
1. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: Підручник / за ред. О.І. Сідашенко, О.А. Науменка. Харків: "Міськдрук", 2010. 744 с.
2. Паладійчук Ю.Б, Зінев М.В. Спеціалізовані ремонтні підприємства, стан і перспективи розвитку чи занепаду. *Сучасні проблеми землеробської механіки*: зб. наук. праць XVIII міжн. наук. конф. 16-18 жовтня 2017 р. Тернопіль: Крок, 2017. С. 240.
3. Технічний сервіс в АПК: навч. посіб. / Л.В. Швець, Ю.Б. Паладійчук, О.О. Труханська. Вінниця: ВНАУ, 2019. 648 с.
4. Технологія розбирання сільськогосподарських машин (частина третя): веб-сайт. URL: <https://hydro-maximum.com.ua/ua/a343465-tehnologiya-razborki-selskohozyajstvennyh.html> (дата звернення: 14.09.2021).
5. Обладнання для очищення та видалення забруднень деталей сільгосптехніки. *Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу*: веб-сайт.

URL: <https://propozitsiya.com/ua/obladnannya-dlya-ochishchennya-ta-vidalennya-zabrudnen-detaley-silgosptehniki> (дата звернення: 12.09.2021).

6. Рекламний проспект мийки високого тиску: веб-сайт. URL: <https://profitech.com.ua/ua/p980466408-professionalnaya-mojka-vysokogo.html> (дата звернення: 08.09.2021).

НАПРЯМ
4

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ СУЧАСНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ.



Ярослав ДІВІНСЬКИЙ*,
магістр 1 року навчання,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

СУЧАСНІ ТЕПЛОБМІННІ ЕЛЕМЕНТИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ І ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ ВИГОТОВЛЕННЯ

***Анотація.** Розглянутий сучасний стан досліджень по формуванню канавок на тонкостінних трубах, їх напружено-деформований стан в процесі виготовлення. Для збільшення коефіцієнту корисної дії теплообмінного обладнання сільськогосподарського призначення необхідні економічні та ефективні регенератори теплоти із зменшеною металоємністю і габаритами. Використання гвинтоподібних труб в якості теплообмінних поверхонь регенераторів і підігрівачів забезпечить зниження маси такого обладнання на 30-40% у порівнянні з поверхнями із гладких круглих труб та підвищить коефіцієнту корисної дії газотурбінного обладнання з 18-25% до 38-41%.*

***Annotation.** The current state of research on the formation of grooves on thin-walled pipes, their stress-strain state in the manufacturing process is considered. To increase the efficiency of agricultural heat exchange equipment, economical and efficient heat regenerators with reduced metal content and dimensions are needed. The use of helical pipes as heat exchange surfaces of regenerators and heaters will reduce the weight of such equipment by 30-40% compared to surfaces of smooth round pipes and increase the efficiency of gas turbine equipment from 18-25% to 38-41%.*

Вступ. Створення недорогих, надійних в експлуатації теплообмінних апаратів з властивостями самоочищення і хорошими масогабаритними характеристиками є виключно важливим завданням [1-3]. На сьогоднішній день в якості поверхонь

Науковий керівник: Сивак Р.І., д.т.н., доцент кафедри загальнотехнологічних дисциплін та охорони праці.

нагріву в апаратах повітряного охолодження використовуються біметалічні оребрені труби круглого профілю. Але вони дорогі через використання алюмінію, а також енергозатратні при виробництві. Крім того, аеродинамічний опір пакетів оребрених труб круглого профілю в 1,3...1,5 раз вище, чим у пакетів із труб овального чи плоско-овального профілю [4]. Тому пропонується новий тип оребрених труб плоско-овального профілю з неповним оребренням. Використання таких труб в теплообмінних пристроях дозволить досягати високої ступені розвитку поверхні, отримувати високий рівень тепла з погонного метра довжини труби та суттєво знизити аеродинамічний опір.

Виклад основного матеріалу. Сучасне машинобудування сільськогосподарського призначення потребує створення технології виготовлення гвинтоподібних труб роликотворенням. Гвинтоподібні труби застосовуються в якості теплообмінних поверхонь нагрівання. Теплообмінні апарати в сільськогосподарському машинобудуванні в своєму складі мають теплообмінні елементи діаметром 20-38 мм та товщиною стінки 0,75-5 мм [2].

Теплообмінні апарати є численною групою теплоенергетичного обладнання. Теплообмінні апарати займають значні виробничі площі та перевищують часто 50% вартості загальної комплектації в сільськогосподарському машинобудуванні. Тому створення недорогих, надійних в експлуатації теплообмінних апаратів з властивостями самоочищення і хорошим співвідношенням маси та габаритів є виключно важливим завданням [3].

На сьогоднішній день в якості поверхонь нагріву в апаратах повітряного охолодження використовуються біметалічні оребрені труби круглого профілю. Але біметалічні оребрені труби круглого профілю дорогі через використання алюмінію та значних енергозатрат при їх виробництві. Крім того, аеродинамічний опір пакетів оребрених труб круглого профілю в 1,3...1,5 раз вище, чим у пакетів із труб плоско-овального чи овального профілю [4].

У зв'язку із зазначеним було розроблено новий тип оребрених труб плоско-овального профілю з неповним оребренням. Використання оребрених труб плоско-овального профілю з неповним оребренням в теплообмінних пристроях дозволяє отримувати високий рівень теплоти з погонного метра довжини труби, досягати високого ступеню розвитку поверхні та суттєво знизити аеродинамічний опір. При виготовленні оребрених труб плоско-овального профілю з неповним оребренням використовується високопродуктивна та дешева технологія контактної зварювання. Технологія контактної зварювання забезпечує практично ідеальний термічний контакт між ребром та стінкою несучої труби [4].

Але оребрені труби плоско-овального профілю з неповним оребренням [1] мають велику масу порівняно з гладкими та гвинтоподібними трубами та більш металоемні.

Інтенсифікація теплообміну в каналах є ефективним способом рішення проблеми зменшення металоємкості та габаритних розмірів теплообмінних апаратів [4].

Аналіз багатьох робіт показує, що із всіх відомих методів інтенсифікації теплообміну в трубах особлива увага, як найбільш технологічно реалізуємому та ефективному, приділяється штучній турбулізації потоку за допомогою кільцевих діафрагм. Кільцеві діафрагми утворюються видавлюванням на внутрішній поверхні стінки. Інтенсифікація тепловіддачі шляхом турбулізації потоку за допомогою кільцевих діафрагм дозволяє не тільки скоротити в 1,5...2 раз масу та габаритні розміри теплообмінного апарату, але і суттєво знизити його вартість [4].

Серед поверхонь з турбулізаторами, по тепловіддачі та по перепаду тиску, кращими є поверхні із труб з перетисками. Використання труб з перетисками в теплообмінному апараті при заданому температурному рівні зменшує його габарити та масу більш ніж в 2 рази та забезпечує його компактність по відношенню до такого ж апарату, але виконаного із гладких труб. Крім того переваги труб з перетисками полягають в тому, що в порівнянні з турбулізаторами в вигляді спіралі та кілець труба з перетисками може бути виготовлена за легко здійсненою та дешевою технологією.

Підвищити турбулізацію потоку можливо при використанні гвинтоподібних труб. Гвинтоподібні труби можна виготовляти способом роликового обкочування.

Гвинтові виступи та впадини [5] спричиняють турбулентний рух рідини. Центробіжні сили відкидають більш тяжкі і холодні частинки до внутрішньої поверхні труби, а ефект оребрення з'єднується з ефектом закручування середовища. Гвинтове оребрення в декілька разів підвищує коефіцієнт теплопередачі, порівняно з поздовжньо-оребрененими та гладкими трубами, збільшує довговічність і коефіцієнт корисної дії, в результаті чого знижується вага теплообмінника [6].

В системи тепlopостачання та гарячого водопостачання сільськогосподарських господарств в основному встановлювалися секційні підігрівачі. Секційні підігрівачі, що виготовляються в даний час з профільованою трубкою і з гладкою трубкою, складаються з кількох послідовно з'єднаних секцій. Секції з'єднуються між собою переходами і калачами. Кожна секція складається з кожуха з привареними трубними решітками. В трубних решітках розвальцьовані латунні труби діаметром 16×1 мм. Труби можуть бути гладкими чи профільовані роликовим обкочуванням кільцевими канавками або поперечно-гвинтовими, що інтенсифікують теплообмін усередині труб. Вода, що підігрівається тече всередині труб, а вода, що нагріває – в кожусі [3].

Замість блокових і секційних розпочалось впровадження і розробка водоводяних теплообмінних апаратів нового покоління для енергетики сільського господарства. Їх типовими представниками є – підігрівачі водоводяні розбірні. Конструкція підігрівачів водоводяних розбірних є кожухотрубним теплообмінником горизонтального типу. Корпусом підігрівача є або сталева

труба, або вальцьовані обичайки. Трубна система складається з двох сталевих трубних балок із завальцьованими в них прямими латунними трубками товщиною 1 мм і діаметром 16 мм [3].

Коефіцієнт теплопередачі підігрівачів типу «підігрівач водоводяний розбірний» на 30% більше порівняно із секційними з гладкими трубами при інших рівних умовах, а у разі застосування профільованих труб обкочуванням – на 50% [3].

Нанесення гвинтових канавок на трубу, що буде використовуватись в якості поверхонь теплообміну, не тільки збільшує жорсткість труби, але і підвищує турбулізацію потоку [3].

Сьогодні ротаційним куванням отримують труби типу «конфузор-дифузор». Труби типу «конфузор-дифузор» застосовуються також в теплообмінних апаратах в якості поверхонь теплообміну [2].

Знаходять також використання теплові труби із внутрішнім та зовнішнім оребренням. Теплові труби із внутрішнім та зовнішнім оребренням охолоджують ливарні форми, зберігають постійною температуру мерзлого ґрунту тощо.

В теплотехніці також в якості нагрівальних елементів можуть бути використані біметалеві нагрівальні елементи із спіральними накатаними ребрами.

Заготовками для отримання біметалевого нагрівального елемента із спіральними накатаними ребрами служать:

1. Сталева несуча труба діаметром $\text{Ø}22 \times 2$ (сталь 10).
2. Алюмінієва оребрена труба діаметром $\text{Ø}32 \times 2$ (сплав АД1).

Далі виконується складальна операція сталевій несучій труби та алюмінієвій оребреній труби. Після складальної операції відбувається накатка спіральних ребер.

Висновки. Гвинтоподібні труби можуть застосовуватись в якості теплообмінних поверхонь нагрівання, в тому числі для теплообмінних апаратів газотурбінних установок. За рахунок гвинтового профілю канавок на трубі досягається інтенсифікація тепловіддачі. Інтенсифікація тепловіддачі дозволяє не тільки зменшити масу теплообмінного апарату та скоротити в 1,5...2 рази габаритні розміри, але і суттєво знизити його вартість. Тому на сьогоднішній день існує необхідність створення ефективної технології виготовлення гвинтоподібних труб.

Список використаних джерел

1. Проценко П. Ю. Розрахунок зусилля втискування ролика в тонкостінну трубу. *Тези доповідей XVI. Міжнародна науково-технічна конференція «Прогресивна техніка, технологія та інженерна освіта»*, Одеса, 22-25 червня 2015, с. 69-71.
2. E. Uhlmann, M. Bobyr, Y. Borodiy, P. Lypovka, J. Thalau, P. Protsenko. Influence of railway-track grinding on the track material condition and tribological behavior. *Advanced Materials Letters*, 10 (7), 2019. P. 449-454

3. M. Bobyr, Y. Borodii, P. Protsenko, E. Uhlmann, J. Thalau, P. Lypovka. The wear resistance research of the rail contact surface depending on the grinding process. *Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute*, 2019. P. 14-22

4. В. А. Рогачов, А. В. Баранюк, П. Ю. Проценко. CFD-моделирование теплогидравлических и прочностных характеристик пластинчатого теплообменного аппарата. *Молодий вчений*, 2018. P. 175-181

5. V. Makovej, V. Melnik, P. Protsenko. Production Of Helical Heat Exchanger Tubes By Roller Spinning. *Metallurgical and mining industry*, 2016. P. 104-110

6. P. Protsenko, Y. Borodii, A. Petryshyn, J. Thalau, P. Lypovka, E. Uhlmann. The research of the railway rail for analysis of surface initiated rolling contact fatigue cracks. *Mechanics and Advanced Technologies*, 2020. P. 19-28

Андрій ДІДИК*,

магістрант 2 року навчання,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет
Вінниця, Україна.

СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ПРОТОТИПУВАННЯ ВИКОНАВЧОЇ ЧАСТИНИ АНГУЛЯРНОГО МАНІПУЛЯТОРА

***Анотація.** В сучасних умовах тотальної цифровізації та інформатизації всіх сфер діяльності все більше агропромислових підприємств спрямовує свої ресурси на розробку та впровадження сучасних техніко-технологічних рішень, для модернізації власних виробничих потужностей, з перспективою забезпечення конкурентоспроможними на внутрішньому та зовнішніх ринках. В свою чергу, таке технологічне оновлення аграрного сектору економіки, зазвичай, базується на використанні високотехнологічних систем управління, моніторингу, контролю, управління та автоматизації виробничих процесів, із застосуванням високоінтегрованих SMART-систем та залученням технологій штучного інтелекту. Враховуючи значні обсяги вантажопереробки, сільськогосподарського підприємства, зокрема в складських приміщеннях, перспективним напрямком та резервом забезпечення високої продуктивності праці є використання роботизованих маніпуляторів, а дослідження присвячені підвищенню їх функціональності та маневреності, в тому числі за рахунок використання інтелектуальних систем управління та оптимізації структури виконавчих механізмів є актуальними та матимуть практичну цінність.*

В статті представлено етапи проектування в САПР КОМПАС 3D v19

*Науковий керівник: Купчук І.М. к.т.н., доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці ВНАУ.

комп'ютерної моделі та створення функціонуючого прототипу ангулярного маніпулятора із використанням адитивних технологій прототипування деталей на 3D-принтері.

Ключові слова: адитивні технології, 3D-друк, робоча зона, комп'ютерна модель, маневреність, ступінь вільності.

Annotation. *In modern conditions of total digitalization and informatization of all spheres of activity, an increasing number of agro-industrial enterprises are directing their resources for the development and implementation of modern technical and technological solutions aimed at modernizing their own production facilities, which will allow them to remain competitively capable in the domestic and world markets. The intensification of technological renewal of the economy of the agricultural sector is based on the use of high-tech systems for control, monitoring, management and automation of production processes, highly integrated SMART systems using artificial intelligence. Considering the significant volumes of cargo handling in the economic activity of an agricultural enterprise, a promising direction for the technical modernization of the agro-industrial complex is the use of robotic manipulators, and studies are devoted to increasing their functionality and maneuverability, including through the use of intelligent control systems and optimization of the structure of executive mechanisms.*

The main stages of designing a computer modeling by CAD COMPASS 3D v19 and creating a functioning prototype of an angular manipulator using additive technologies for prototyping parts on a 3D printer are presents.

Keywords: *additive technologies, 3D-printing, work area, computer model, maneuverability, degree of freedom.*

Вступ Потреба в підвищенні ефективності господарської діяльності сільськогосподарських підприємств, зумовлює впровадження сучасних техніко-технологічних рішень, які базуються на використанні високотехнологічних систем контролю, моніторингу, керування та автоматизації виробничих процесів. Ключовим компонентом цього підходу є використання широкого спектру технологій, таких як системи глобального позиціонування (GPS, ГЛОНАСС), системи управління, сенсорні системи контролю та моніторингу, робото-технічні системи, безпілотні літальні апарати, високоінтегровані смарт-системи, системи штучного інтелекту[1].

Господарська діяльність аграрного підприємства, супроводжуються виконанням значного обсягу робіт пов'язаних із навантаженням, розвантаженням та переміщенням різних видів штучних вантажів, до яких належать рулони сіна, контейнери з плодами і овочами, мішки, пакети, ящики, ємності з рідиною, великогабаритні деталі і вузли машин тощо. Робота зі штучними вантажами мається на увазі не тільки безпосередньо при виробничих процесах, а й на допоміжних роботах (будівельних, ремонтних і ін.). Різноманітність вантажно-розвантажувальних робіт обумовлює використання універсальних навантажувачів і навантажувальних маніпуляторів, але вимоги до збереження цілісності вантажів, накладають низку обмежень на кінематичні характеристики

виконавчих органів та, як наслідок, знижуючи продуктивність вантажопереробки. Тому одним із перспективних шляхів підвищення ефективності виконання таких робіт є забезпечення продуктивності праці, який залежить від маневреності машини та кваліфікації оператора. Тому дослідження присвячені підвищенню функціональних можливостей та маневреності маніпуляторів, у тому числі за рахунок застосування інтелектуальних систем управління та оптимізації структури виконавчих механізмів є актуальними[2].

Виклад основного матеріалу. В умовах сьогодення, механічні маніпулятори виступають у ролі основних типів маніпуляційних систем промислових роботів та являють собою просторові механізми у вигляді кінематичних ланцюгів, до складу яких входять ланки, кінематичні пари та системи приводів, зазвичай окремих для кожного ступеня вільності.

Серед численної кількості технічних характеристик маніпулятора, на основі яких здійснюють оцінку ефективності та придатності для виконання поставлених завдань, особливо важливими показниками, що визначають функціональність робота-маніпулятора є ступінь рухомості, маневреність та об'єм зони обслуговування (робочої зони маніпулятора).

Для маніпуляторів ступінь рухомості визначають за формулою Сомова-Малишева:

$$W = 6n - 5p_5 - 4p_4 - 3p_3 - 2p_2 - p_1, \quad (1)$$

де n – число рухомих ланок механізму; p_i – кількість кінематичних пар відповідного класу.

Маневреністю маніпулятора називають його число ступенів вільності при нерухомому захваті та визначається за формулою. Аналіз конструктивних особливостей та маневреності різних схем маніпуляторів показує, що маневреність залежить не тільки від кількості ступенів вільності захвату, а й від розташування кінематичних пар. Підвищення маневреності маніпулятора дозволяє виконувати рухи більш високих класів та збільшує свободу дії оператора при виконанні маневрів[3].

Тип і параметри робочої зони маніпулятора визначають область навколишнього простору, у межах якої він може здійснювати маніпуляції, не пересуваючись, тобто при нерухомій основі. Робоча зона маніпулятора – це простір, у якому може перебувати його робочий орган при всіх можливих положеннях ланок маніпулятора. Форма робочої зони визначається системою координат (Рис. 1), у якій здійснюється рух робочого органу маніпулятора, і числом ступенів вільності маніпулятора. На сьогодні науковцями розроблено велику кількість схем маніпуляторів, проте базовими та найбільш поширеними в агропромисловому комплексі є чотири типові схеми, що представлені на рис. 1.

Маніпулятори, які працюють у прямокутній системі координат (рис. 1, а), мають робочу зону у формі паралелепіпеда. Тут усі переміщення тільки поступальні. Тому така система координат найбільш зручна для виконання прямолінійних рухів. Крім того, вона максимально спрощує програмування робота, тому що воно звичайно виконується саме в прямокутній системі

координат, і, отже, у цьому випадку не потрібно перерахування програм з однієї системи координат в іншу[4].

У маніпуляторах із циліндричною системою координат (рис. 1,б) поряд із поступальними переміщеннями здійснюється кутове переміщення (по колу). Відповідно, робоча зона обмежена циліндричними поверхнями.

У сферичній системі координат (рис. 1, в) здійснюються вже 2 кутових переміщення й робоча зона обмежена сферичними поверхнями. Маніпулятори з такою системою координат, як правило, складніші, ніж із циліндричною системою, однак більш компактні.

Ангулярний маніпулятор (рис. 1.г), здійснює переміщення в кутовій системі координат та має в своїй структурі лише обертальні кінематичні пари – шарніри, тому іноді їх називають шарнірними або антропоморфними. Особливістю такої конструкції є можливість складання виконавчої частини, практично не виступаючи за габарити основи, тому роботи, які оснащені такими маніпуляторами мають максимальну компактність і маневреність, а також значно більшу, порівняно із попередньо розглянутими варіантами, зону обслуговування, проте більш складні в керуванні.

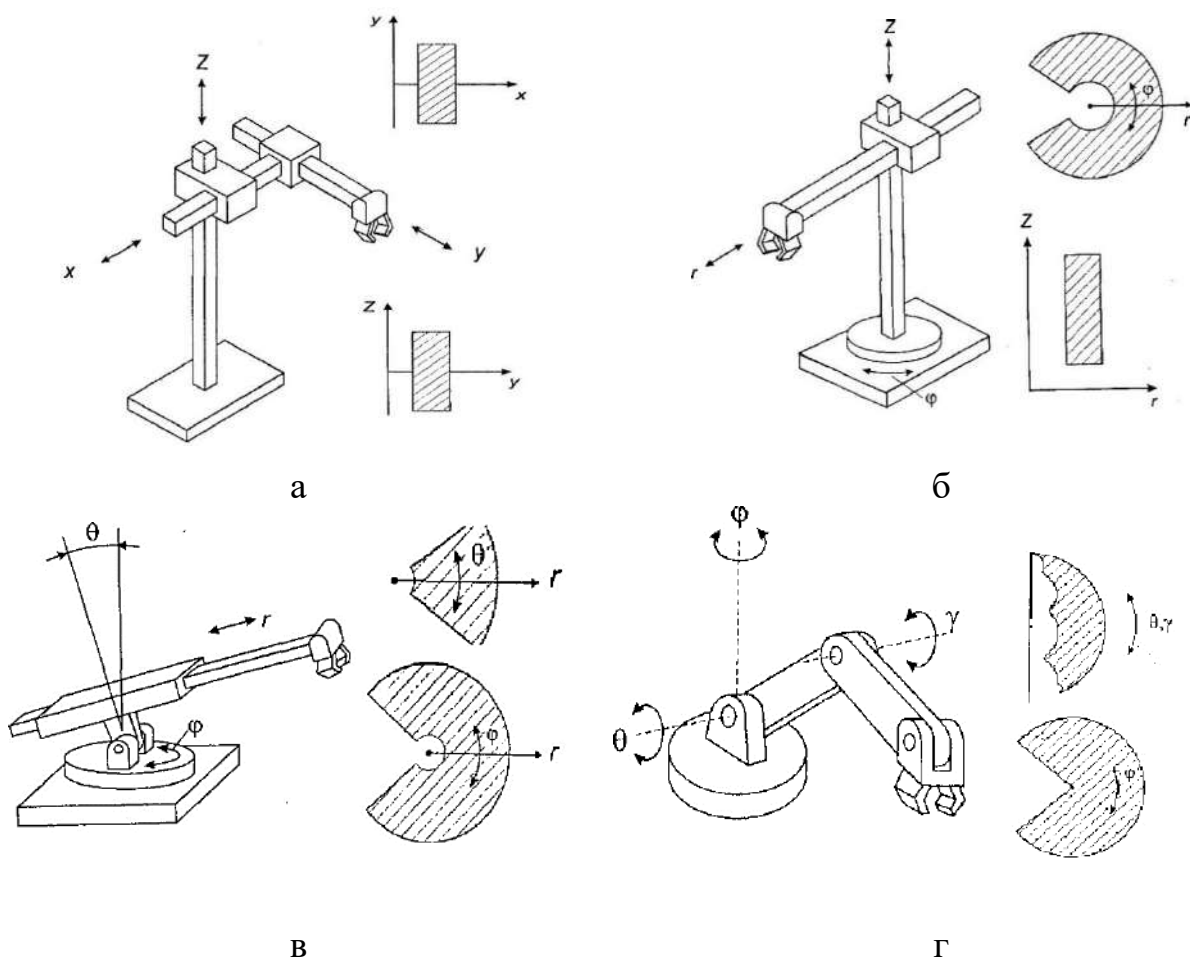


Рис. 1. Типові схеми маніпуляторів (класифікація за системою координат): а)прямокутний; б) циліндричний; в) сферичний; г) ангулярний

З огляду на переваги використання маніпуляторів, які працюють в кутовій системі координат, можна зробити висновки про доцільність розробки та впровадження такого типу роботів для обслуговування навантажувально-розвантажувальних процесів в сільськогосподарському виробництві.

Основні стадії та етапи, які передбачені при проектуванні та виготовленні промислово-придатних роботів-маніпуляторів представлені на рис.2., з якого видно, що останнім етапом, який передує їх впровадженню є проведення випробувань для вже виготовленого дослідного зразка, коригування робочої документації та усунення виявлених помилок, відмов працездатності та інших недоліків. Такий варіант виробничої перевірки на завершальних стадіях проектування, характеризується непродуктивною витратою матеріальних та трудових ресурсів, при цьому усунення відмов іноді потребує багато часу.

Тому, з огляду на високу вартість виготовлення експериментально-дослідного зразка робота-маніпулятора, а також з метою застосування альтернативного варіанту виявлення і коригування можливих конструктивних недоліків на ранніх етапах проектування, доцільним та виправданим кроком стане створення та відпрацювання помилок на фізичній моделі створеної із застосуванням більш дешевих адитивних технологій[5].



Рис. 2. Основні етапи проектування промислових роботів-маніпуляторів

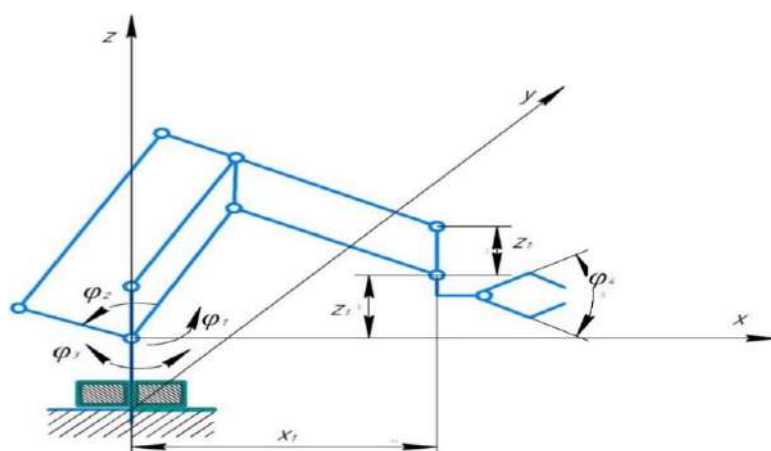


Рис. 3. Кінематична схема ангулярного маніпулятора: φ_1 – кутова координата положення плеча; φ_2 – кутова координата положення руки; φ_3 – кутова координата повороту тіла маніпулятора; φ_4 – кут затискання об'єкта захватним пристроєм

Для досягнення поставленої мети було запропоновано кінематичну схему виконавчого пристрою ангулярного робота-маніпулятора (рис. 3).

Проектування складових частин та об'єднання їх у активну комп'ютерну 3D-модель здійснювали в САПР КОМПАС 3D v19. Деталі виготовляли шляхом адитивного нарощування шарів спеціального полімерного матеріалу на основі даних цифрових моделей на 3D-принтері KLEMA 180 (3DDevice, м. Київ, Україна). Витратний матеріал – пластик PET G 1,75 мм (Devil Design, Польща). Програмне забезпечення для формування профілю цифрової моделі – CURA 15.04.6.

Основні параметри процесу 3D-друку: висота шару нанесення – 0,25 мм; товщина зовнішньої стінки – 1,2 мм; товщина верхнього та нижнього шарів – 0,2 мм; щільність заповнення – 100 %; швидкість друку – 30 мм/с; температура друку – 210 °С; температура стола – 70 °С; текучість матеріалу – 100 %; діаметр сопла екструдера – 0,4 мм[6].

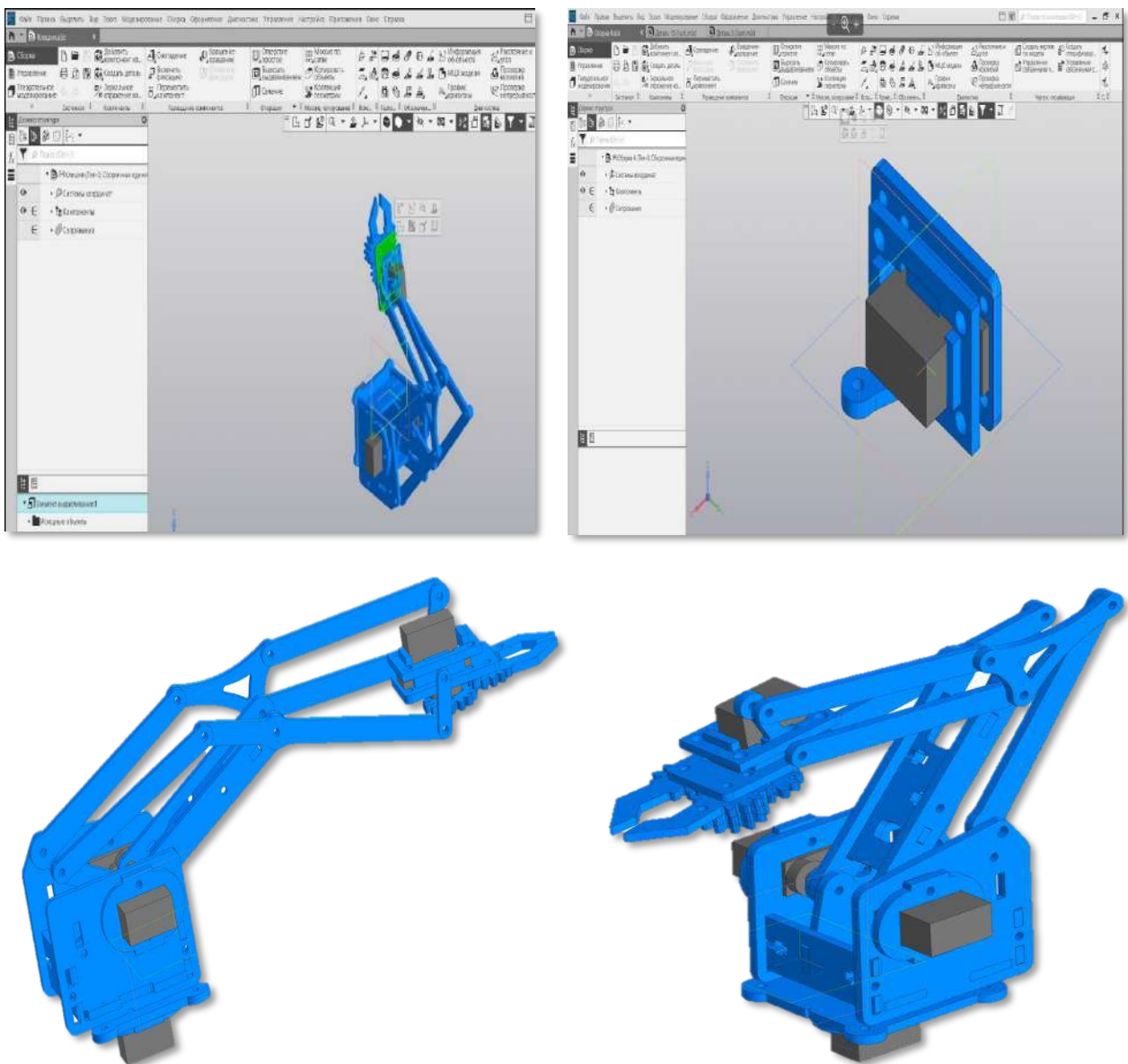


Рис.4. Проектування складових частин та об'єднання їх у активну комп'ютерну 3D-модель здійснювали в комп'ютерній програмі САПР КОМПАС 3D v19

Висновок. Таким чином в результаті проведених досліджень нами була побудована в 3D модель маніпулятора, що дозволило перевірити точність розмірів ланок та усунути деякі недоліки на ранній стадії проектування, а також, аналіз комп'ютерної моделі в середовищі КОМПАС 3D v19 дозволив визначити конструктивні обмеження, а саме діапазони кутів повороту ланок та скоригувати геометричні розміри.

Використовуючи цифрові моделі оптимізованих розмірів, нами було надруковано на 3D-принтері комплект деталей та зібрано повністю функціональний прототип – фізичну модель ангулярного маніпулятора, який в подальших дослідженнях буде використовуватися для відпрацювання та усунення помилок. Таким чином застосування САПР та використання технологій адитивного прототипування дозволяє отримати інформацію про порушення функціональності робота та вносити корективи в проект на початкових стадіях, мінімізуючи непродуктивну витрату ресурсів.

Список використаних джерел

1. Kaletnik H., Adamchuk V., Bulgakov V., Kyurchev V., Nadykto V. Main problems in the field of agricultural mechanization in Ukraine. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2016. № 3. С. 6-12.

2. Солоня О.В. Застосування сучасних мехатронних систем та роботизованих комплексів у АПК України. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2020. № 3 (110). С. 71-76.

3. Калетнік Г.М., Черниш О.М., Березовий М.Г. Використання сучасних методів механіки для сільського господарства. Збірник наукових праць ВНАУ: 184 Вінниця, 2011.Т1 (65). С.8-18.

4. Стаднік М. І. Оптимізація функціональної структури системи автоматизації однорідних об'єктів. Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. 2016. № 3. С. 62–65.

5 . Aliev E.B., Bandura V.M., Pryshliak V.M., Yaropud V.M., Trukhanska O.O. Modeling of mechanical and technological processes of the agricultural industry. INMATEH - Agricultural Engineering. 2018. Vol. 54, No1. P.95-104.

6. Arduino. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.arduino.cc>.

Олександр ЖОМІР*,
студент 2 курсу,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

КОНСТРУКТИВНА ОПТИМІЗАЦІЯ ЛІНІЙНИХ РОЗМІРІВ РОТОРА ЦЕНТРИФУГИ

***Анотація.** Використання регенованого мастила зменшує витрату свіжого мастила для доливки, а фільтруюче масло в роботі подовжує термін його служби та зменшує витрату замінного. Для відновлення відпрацьованого мастила використовуються різні технічні операції, засновані на фізичних, фізико-хімічних і хімічних процесах, включаючи обробку мастила для видалення старіючих і забруднених продуктів. Дослідження показали, що найефективнішим способом відновлення якості відпрацьованого масла є малогабаритні установки. Основна складність створення невеликого переробного заводу полягає у виборі дуже ефективного, екологічно чистого та економічно доцільного способу переробки відпрацьованого мастила та його апаратної конструкції.*

***Abstract.** The use of regenerated oil reduces the consumption of fresh oil for topping up, and the filter oil in operation prolongs its service life and reduces the consumption of replacement oil. Various technical operations based on physical, physicochemical and chemical processes are used to recover spent oil, including oil treatment to remove aging and contaminated products. Studies have shown that the most effective way to restore the quality of waste oil are small installations. The main difficulty in creating a small processing plant is to choose a very efficient, environmentally friendly and economically feasible method of recycling waste oil and its hardware design.*

Вступ. Моторні масла, що широко використовуються в автотракторних двигунах, під час роботи піддаються так званому «старінню» - зміні експлуатаційних властивостей в результаті контакту з металами (тобто при дотику олій з нагрітими частинами двигуна відбувається їх термічне розкладання (крекінг), в результаті якого утворюються легкі леткі та важкі продукти), впливи навколишнього повітря, високої температури, тиску та інших факторів. Під їх впливом відбувається розкладання, окислення, полімеризація та конденсація вуглеводнів, неповне згоряння, розрідження паливом, забруднення сторонніми речовинами та обводнення олій. Внаслідок старіння утворюються такі продукти, як органічні кислоти, жири, сажа, шлам, продукти розпаду присадок [1].

*Науковий керівник: Бурлака С.А. доктор філософії старший викладач кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв.

При експлуатації двигунів в маслах накопичуються асфальтосмолисті сполуки, колоїдальні кокс і сажа, різні солі, кислоти, а також металевий пил і стружка, мінеральний пил, волокнисті речовини, вода та інші компоненти, що погіршують якість моторного масла, тому масла підлягають заміні, внаслідок чого на підприємствах, що експлуатують автомобілі та трактори, накопичується значна кількість відпрацьованих масел [2].

Відпрацьовані нафтопродукти токсичні, мають невисокий ступінь біорозпаду (10-30%). Вони здатні накопичуватися в навколишньому природному середовищі і можуть спричинити зсув екологічної рівноваги. Речовини, що містяться у відпрацьованому маслі, накопичуючись у ґрунті та атмосфері, можуть негативно впливати на імунну систему людини, роботу печінки та нирок.

Утилізація відпрацьованих нафтопродуктів як небезпечних відходів виробництва нині регламентується наказом міністерства.

Насправді можна виділити три шляхи руху відпрацьованого масла.

Перший – це неконтрольована утилізація. Це величезна екологічна проблема.

Очевидно, що такий шлях утилізації є абсолютно неприйнятним, так як завдає величезних непоправних збитків навколишньому середовищу.

Другий шлях - спалювання відпрацьованої олії або використання її у вигляді палива.

Цей спосіб утилізації також є екологічно небезпечним. Викиди продуктів згоряння не менш небезпечні для людини, ніж сама відпрацьована олія. Продукти згоряння надають нервово-паралітичну дію, сприяють розвитку хвороби серцево-судинної системи та рухового апарату, викликають шкірні та онкологічні захворювання.

Третій шлях - регенерація відпрацьованої олії з метою відновлення її властивостей.

Відпрацьовані масла з автотракторних двигунів, що підлягають обов'язковій регламентній заміні при технічному обслуговуванні, мають достатній запас експлуатаційних властивостей і можуть бути відновлені та повторно використані. Іноді достатньо видалити продукти зношування двигунів, механічні забруднення, що потрапили в двигун разом з повітрям, паливом і маслом, і продукти старіння самої олії, щоб отримати базове масло досить високої якості [3].

Виклад основного матеріалу. Одним із шляхів використання відпрацьованих мастил є застосування спрощеної технології відновлення, заснованої на глибокому очищенні відпрацьованого масла від продуктів старіння в відцентровому полі високої напруженості та видалення водно-паливних фракцій методом випаровування.

Технологія полягає у наступному. У масляному баку установки відпрацьована олія зазвичай нагрівається електричним нагрівачем до робочої температури 85-90 °С. Після досягнення олією робочої температури в роботу включається насос і під тиском подає олію у високошвидкісну центрифугу, де

відбувається очищення від забруднень. Очищений потік масла з центрифуги зливається в бак на наявну в ньому випарну площину (таким чином, відбувається випаровування води і паливних фракцій з масла, що очищається). Очищення від домішок досягається багаторазовим пропуском масла через високошвидкісний відцентровий очисник (частота обертання ротора близько 10000-12000 об/хв).

Працездатність відновленого відпрацьованого масла доведена численними експлуатаційними випробуваннями, проведеними в різних сільськогосподарських підприємствах. Вирішальним фактором для оцінки стану моторної олії та визначення можливості її подальшого використання є граничні значення показників якості, таких як вміст нерозчинного осаду, в'язкість, щільність, лужне число, температура спалаху та інші. Кожен із перелічених вище показників характеризує цілком певні властивості, і загальна оцінка працездатності масла може здійснюватися за допомогою запропонованого у низці робіт, комплексного показника якості CQ, величина якого визначається з урахуванням вмісту нерозчинного осаду та лужного числа [4].

Час досягнення граничних значень комплексного показника якості і, відповідно до необхідності заміни масла, залежить від величини початкових значень окремих показників якості, а також від швидкості зміни цих показників якості при роботі відновленого масла в двигуні [5]. Враховуючи, що початкові значення показників якості відновленої олії дещо відрізняються від значень тих же показників свіжої моторної олії, час роботи відновленої олії до її зміни виходить менше, ніж у свіжої. Це може призвести до зміни планово-попереджувальної системи технічного обслуговування автомобілів, при якій заміна моторного масла проводиться при другому технічному обслуговуванні, періодичність якого, залежно від умов експлуатації, становить 10-12 тис. км.

Величина початкових значень показників якості відновленої олії значною мірою залежить від ступеня очищення і, отже, від напруженості відцентрового поля очисника, тому підвищення ефективності очищення відпрацьованої моторної олії є актуальним завданням [6].

Для розрахунку гідроприводу реактивних центрифуг було використано методику, яка дозволяє проектувати високошвидкісні центрифуги, що відрізняються високою сепараційною ефективністю. Розрахунок гідроприводу центрифуг дозволяє визначити оптимальний радіус вильоту сопла та діаметр прохідного перерізу сопел, що забезпечують максимальну кутову швидкість ротора та побудувати швидкісну ($\omega = \varphi(\Delta\rho)$) та витратну характеристику ($Q = \varphi(\Delta\rho)$) [7]. Результати розрахунків у поєднанні з розробленими принципами проектування відцентрових очисників рідин дозволяють отримати високоефективні центрифуги, що дозволяють здійснювати глибоке очищення відпрацьованих олій від продуктів старіння.

Сутність методики розрахунку зводиться до розв'язання системи рівнянь (1), що описують процес роботи гідроприводу.

$$\left\{ \begin{array}{l} 1. \eta_r = \varphi(M_c, \omega, \Delta\rho, Q) \\ 2. \Delta\rho = \varphi(\omega, r_c, \xi, W, U) \\ 3. d_c = \varphi(Q, \omega, r_c) \\ 4. M_c = \varphi(\omega, R, H, \nu, \rho) \\ 5. \xi = \varphi(Q, d_c, r_c \omega, \Delta\rho, L_i) \end{array} \right. \quad (1)$$

У системі рівнянь (1) фігурують:

η_r - гідравлічний коефіцієнт приводу центрифуги, що представляє відношення потужності витрачається на подолання сил опору обертанню ротора до потужності потоку приводного масла, що розташовується;

$\Delta\rho$ - перепад тисків приводного масла на вході та виході центрифуги;

d_c - діаметр вихідного поперечного перерізу сопла реактивного гідроприводу;

M_c - момент опору обертанню ротора при даній кутовій швидкості ротора, що визначається як сума опорів окремих елементів, що чинять опір обертанню (аеродинамічного)

опори, опори у підшипниках, ущільненнях тощо);

ξ - коефіцієнт гідравлічного опору проточної частини обертового ротора;

L_i - розміри каналів проточної частини ротора;

W - абсолютна швидкість закінчення приводної рідини з сопел; U – переносна швидкість вихідного перерізу сопел.

Кожна з цих величин, своєю чергою, є функцією лінійних розмірів ротора (діаметра D , висоти H , радіуса вильоту сопла r_c , конфігурації та розмірів проточної частини), витрати приводного масла Q , кутової швидкості ротора, показників фізичних властивостей – щільності ρ та в'язкості ν приводної рідини та середовища (у загальному випадку повітря), в якому обертається ротор. Найбільш складними є залежності моменту опору обертанню ротор $M_c = \varphi(\omega)$ та коефіцієнта гідравлічного опору проточної частини обертового ротора $\xi = \varphi(\omega)$. Це пов'язано із змінами режимів руху середовища навколишнього ротора при зміні розмірів і кутової швидкості ротора (ламінарне, ламінарне з вихорами Тейлора, турбулентне) і складністю руху приводної рідини в проточній частині ротора, що обертається. При обертанні ротора циліндричної форми, залежно від кутової швидкості та діаметра можуть існувати ламінарний режим руху біля дискової частини та турбулентний біля циліндричної та навпаки, що вимагає застосування іншої формули для визначення опору обертанню. Для визначення коефіцієнта гідравлічного опору ротора, що обертається, отримано емпіричне рівняння, що вимагає дослідного уточнення емпіричного коефіцієнта, проте наявне узагальнене значення дозволяє зробити попередній розрахунок.

Ефективність очищення відпрацьованого масла високошвидкісними центрифугами з реактивним гідроприводом залежить від багатьох факторів [8],

але визначальним є фактор поділу $F_r = \frac{\omega^2 \cdot D}{2 \cdot g}$,

де ω - кутова швидкість ротора (c^{-1}),

D - діаметр поверхні осадження ротора (м),

g - прискорення вільного падіння (m/c^2).

Найбільший ефект підвищення напруженості відцентрового поля, як наслідок, підвищення ефективності очищення, досягається зі збільшенням частоти обертання ротора.

Підвищення ефективності очищення відпрацьованого масла можна досягти збільшенням радіуса ротора, і, як наслідок, збільшенням фактору, що розділяє відцентрового поля, однак, збільшення радіуса ротора центрифуги призводить до збільшення моменту опору обертанню і, як наслідок, зниження кутової швидкості ротора [9]. Таким чином, функція фактор поділу в залежності від радіуса ротора двічі звертається в нуль, що говорить про наявність екстремуму – існування ротора певної форми (при постійному обсязі ротора із співвідношенням висоти та діаметра) при якій напруженість відцентрового поля і, отже, ефективність очищення буде максимальною.

Оскільки рішення системи рівнянь (1) у загальному вигляді утруднене, спробуємо знайти форму ротора, що забезпечує максимальне значення фактору поділу як напруженості відцентрового поля, віднесеної до прискорення вільного падіння $\frac{\omega^2 \cdot D}{2 \cdot g}$ чисельними методами. Задаючись при постійному обсязі ротора різними значеннями діаметра та висоти ротора, визначимо чисельними методами величину кутової швидкості та побудуємо залежність $\frac{\omega^2 \cdot D}{2 \cdot g} = \varphi\left(\frac{D}{H}\right)$.

При розрахунку робимо такі припущення:

1. Постійна потужність потоку на привід центрифуги (фіксоване значення витрати приводної рідини та перепаду тиску).
2. Постійні радіус вильоту та поперечний переріз сопла;
3. Ефективність очищення визначається величиною $\frac{\omega^2 \cdot D}{2 \cdot g}$;
4. Конфігурація та розміри проточної частини центрифуг не залежать від відносини $\frac{D}{H}$;

Розрахунок проводився для трьох типорозмірів роторів центрифуг встановлених на шарикопідшипниках надлегкої серії з ущільненням у вигляді коаксіальних циліндрів: з об'ємом ротора відповідно 0,5 л, 1,0 л, 2,0 л.

Результати розрахунку для ротора об'ємом 2,0 л представлені на малюнку

1. Як видно з рис. 1 при $\frac{D}{H} = 0,26$ розділяючий фактор має максимальне значення дорівнює 13982. Якщо врахувати, що зазвичай центрифуги виготовлялися із ставленням $\frac{D}{H} = 0,5$, тобто. висота ротора була більша за діаметр в 2 рази, то виготовлення ротора з ставленням $\frac{D}{H} = 0,26$ дозволить збільшити поділяючий фактор майже на 46%.

Для ротора об'ємом 0,5 л оптимальне відношення $\frac{D}{H} = 0,29$, а для ротора об'ємом 1,0 л $\frac{D}{H} = 0,23$. Слід розуміти, що отримані оптимальні відносини $\frac{D}{H}$ отримані при прийнятій потужності приводного потоку, а інших значень перепаду тисків і витрати приводної рідини можуть змінитися.

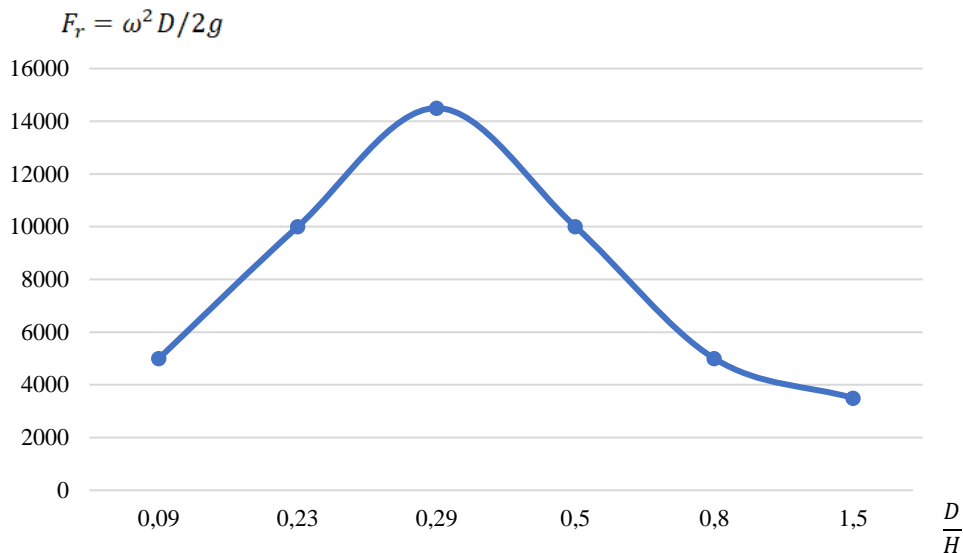


Рис. 1. Залежність фактору поділу від відношення $\frac{D}{H}$

Висновки. Таким чином, можна зробити висновок, що існує оптимальна форма ротора центрифуги для очищення відпрацьованого масла проектуванні центрифуги необхідно визначати величину $\frac{D}{H}$ забезпечує максимальний фактор поділу. Збільшення ефективності очищення залежить від багатьох факторів і, як у цьому прикладі, може перевищувати 40%. Збільшення напруженості відцентрового поля дозволить більш ефективно проводити очищення від забруднень відпрацьованої моторної олії та отримувати відновлену олію з вищими значеннями показників якості, що, у свою чергу, продовжить її термін служби.

Список використаних джерел

1. Корчемний М.О., Федорейко В.С., Щербань В.В. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. Тернопіль: Підручник та посібник, 2001. 984 с.
2. Калетнік Г.М., Климчук О.В. Екологічна енергетика – основа розвитку економіки держави. Збалансоване природокористування. Науково-практичний журнал. 2013. № 23. С. 14-17.
3. Mahmudul H. M., Nagos F. Y., Mamat R., Adam A.A., Ishak W.F.W., Alenezi R. Production characterization and performance of biodiesel as an alternative fuel in diesel engines – A review. Renewable and Sustainable Energy. Reviews. 2017. № 72. Pp 497–509.
4. Малаков О.І., Бурлака С.А., Михальова Ю.О. Математичне моделювання та основи конструювання вібраційних змішувачів. Вісник Хмельницького національного університету. 2019. № 5 (277). С. 30-33.
5. Реферат Перемішування. Види і конструкції мішалок. URL: <https://ukrbukva.net/117379-Peremeshivanie-Vidy-i-konstrukcii-meshalok.html> (дата звернення 10.09.2021)

6. Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник; за ред. Д. Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2005. 446 с.

7. Бурлака С.А. Розробка змішувача біодизельного палива та моделювання процесу змішування. Вісник машинобудування та транспорту. 2020. №1 (11). С. 11-17.

8. Symak D., Gumnitsky J., Atamaniuk V., Nagursky O. Investigation of physical dissolution of benzoic acid polydisperse mixture. Chemistry and Chemical Technology. 2017. Volume 11. Issue 4. Pp. 469–474.

9. Блезнюк В.М., Козаченко О.В., Блезнюк О.В. Практикум з технічної експлуатації і обслуговування машин. Харків: ХНТУСГ, 2006.

Дмитро КОВАЛЬЧУК*,
Магістрант 2-го курсу,
інженерно-технологічний факультету,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ STRIP-TILL ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

***Анотація.** В останні роки у світі зароджується новий напрямок формування землеробства, фактично це нова стратегія, заснована на застосуванні сучасних інноваційних технологій обробітку ґрунту та розробкою комбінованих агрегатів для їх реалізації. За таких новітніх тенденцій у землеробстві світу, відповідних змін повинні набути і дії в Україні, зокрема впровадженням ґрунтозберігаючих та ресурсозберігаючих технологій обробітку ґрунту.*

Роботу присвячено розробці математичної моделі процесу роботи ґрунтообробного агрегату для технології обробітку ґрунту як Strip-till. З метою досягнення зменшення енергозатрат на обробіток ґрунту, збереження основного показника родючості ґрунту та раціонального агрегування енергетичних засобів із ґрунтообробними агрегатами.

***Ключові слова:** теоретичні дослідження, агротехнічно-допустимі показники, зберігаючі технології, родючість, ґрунтообробний агрегат.*

***Abstract.** In recent years, a new direction in the formation of agriculture is emerging in the world, in fact, it is a new strategy based on the use of modern innovative tillage technologies and the development of combined units for their implementation. With such the latest trends in agriculture in the world, appropriate changes should be made in Ukraine, in particular the introduction of soil-saving and resource-saving tillage technologies.*

*Науковий керівник – к.т.н., професор Серeda Л.П., кафедра агроінженерії і технічного сервісу.

The work is devoted to the development of a mathematical model of the process of operation of the tillage unit for tillage technology as Strip-till. In order to achieve reduction of energy consumption for tillage, preservation of the main indicator of soil fertility and rational aggregation of energy resources with tillage units.

Key words: *theoretical researches, agrotechnical-admissible indicators, preserving technologies, fertility, tillage unit.*

Вступ. Актуальність проблеми. Сьогодні в країні домінує незбалансована дефіцитна система землеробства, в наслідок чого відбувається стрімка втрата гумусу. Внесення добрив органічного походження не забезпечує відтворення родючого потенціалу ґрунтів. Притримуючи надалі таку тенденцію призведе до подальшого загострення проблеми, яка має неминучі наслідки.

Ефективний розвиток сільського господарства України не обходиться без впровадження інновацій у землеробстві. А саме, застосування раціональних технологій із мінімізацією обробітку ґрунту та нових конструктивних рішень ґрунтообробних агрегатів, орієнтованих на збереження та підвищення потенційної родючості земель країни, що є запорукою високоефективного процесу виготовлення сільськогосподарської продукції.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Основною метою теоретичних досліджень процесу роботи ґрунтообробного агрегату для Strip-till технології обробітку ґрунту є встановлення закономірностей його руху та визначення на цій основі параметрів технологічного процесу, які забезпечують оптимальні показники обробітку ґрунту. З точки зору раціонального підходу при виборі параметрів ґрунтообробних агрегатів в складі машинно-тракторних агрегатів є комплексний ймовірно-статистичний метод [1,2,6].

В загальному, функціонування машинно-тракторних агрегатів (МТА) розглядається як реакція на зовнішні впливи, що має вигляд складної динамічної системи, яка здійснює перетворення змінних за типом «вхід-вихід». Вхідна змінна величина приймається як характеристика умов роботи ґрунтообробного агрегату, а вихідна величина – сукупність параметрів, які визначають безпосередньо агротехнічні, енергетичні та техніко-економічні показники.

Постановка проблеми. На сьогодні виробники сільськогосподарських агрегатів мають достатньо широкий спектр продукції, виходячи з цього, виникає необхідність у теоретичному дослідженні параметрів енергетичних засобів та ґрунтообробних агрегатів, в аспекті оптимальних умов експлуатації та раціонального агрегування [3, 4].

Враховуючи стратегічно важливий напрямок формування матеріально-технічної бази землеробства агропромислового комплексу України для забезпечення високоефективного та ґрунтозберігаючого обробітку ґрунту, а також високі енергозатрати, які затрачаються на обробіток ґрунту за традиційною технологією, виникає потреба в проведенні досліджень спрямованих на вирішення проблеми енергоефективного обробітку ґрунту, у тому числі з раціональним агрегування енергетичних засобів із

грунтообробними агрегатами, при цьому, зберігаючи потенційну родючість ґрунту країни, що і обумовлює **актуальність** даної статті.

Виклад основного матеріалу. Механічний вплив на ґрунт за промисловою технологією із значною кількістю внесення мінеральних добрив призводить не лише до погіршення агрогідрологічних властивостей ґрунту та ущільнення кореневмісного шару, а й, втрати продуктивності земель.

Сьогодні необхідно проводити дослідження ґрунтообробних агрегатів, які спрямовані на реалізацію інноваційних ґрунтозберігаючих технологій обробітку, які одночасно зберігають родючість ґрунту [3, 5, 6].

Все більшого застосування в АПК України набувають комбіновані ґрунтообробні агрегати для обробітку ґрунту, застосування яких дає позитивні результати роботи. Перевагами яких є розширення функціональних можливостей використання, висока продуктивність, економія паливних ресурсів, але саме головне – зниження техногенного впливу на ґрунт [5].

Тензометричні вимірювання ґрунтообробних агрегатів із різними тяговими класами енергетичних засобів показують зміну енергетичних параметрів в умовах їх функціонування. На основі математичної моделі ґрунтообробного агрегату, можна визначити математичні очікування вихідних величин, та режимів роботи із врахуванням вимог технологічного процесу обробітку ґрунту за технологією Strip-till, які можна оптимізувати [4, 6].

Для збереження потенційної родючості ґрунтів країни, пропонуємо конструкцію ґрунтообробного агрегату для Strip-till технології обробітку ґрунту, яка має наступні конструктивні особливості:

1) Ґрунтообробна лапа конструктивно виконана таким чином, що дозволить одночасно за один прохід підрізати бур'яни так і вносити органічні добрива до кореневої системи рослин, тим самим покращуючи доступ поживних речовин;

2) На стійку ґрунтообробної лапи вмонтований верхній поверхневий леміш, який зрізає наземну частину бур'янів та використовується для стабілізації руху лапи, на потрібну глибину обробітку ґрунту;

3) Внесення органічних добрив відбувається внутрішньоґрунтово та проводиться перед фрезеруванням ґрунту, що дає можливість якісно та інтенсивніше перемішувати його з органічним добривом, а також розпушувати ґрунт, що є важливим при впровадженні технології Strip-till.

Загальний вигляд конструкції комбінованого ґрунтообробного агрегату для технології Strip-till зображено на рисунку 1.

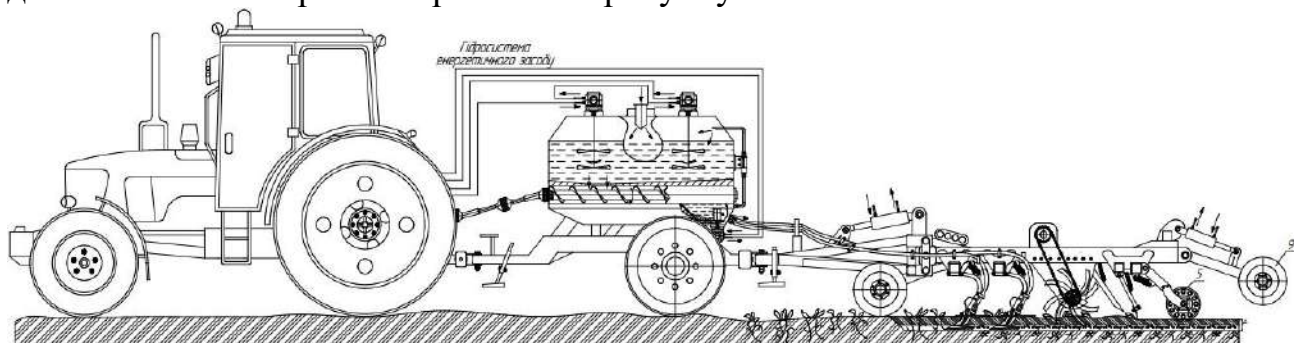


Рис. 1. Загальний вигляд машинно-тракторного агрегату для технології Strip-till

Рациональні параметри та режими роботи агрегату залежать від визначення необхідної маси та потужності енергетичного засобу і ґрунтообробного агрегату, що забезпечить по можливості більше механічної енергії по відношенню до необхідних енергозатрат ґрунту конкретними робочими органами для створення необхідної структури оброблюваної поверхні ґрунту.

В загальному енергетична потужність агрегату пропорційна добутку тяговому зусиллю енергетичного засобу на робочу швидкість руху. Маса агрегату, яка бере участь в процесі обробітку ґрунту, змінюється, тим самим впливає на завантаження робочих органів та визначає величину опору [4].

Для стійкого виконання технологічного процесу обробітку ґрунту за технологією Strip-till відповідно до визначено тягового класу енергетичного засобу необхідно визначитись з оптимальною шириною захвату ґрунтообробного агрегату.

При рівномірному русі спроектованого ґрунтообробного агрегату по горизонтальній поверхні на нього діють наступні сили (рис. 2) [5, 6]:

- сила тяжіння агрегату, (G_{agr}), Н;
- тягове зусилля трактора, ($P_{тр}$), Н;
- опір ґрунту переміщення стрічатої лапи, ($P_{л}$), Н;
- опір ґрунту переміщення ґрунтообробної фрези, ($P_{фр}$), Н;
- опір ґрунту переміщенню вирівнювальної планки ($P_{план}$), Н;
- опір ґрунту переміщенню прикочувального катку, ($P_{при.кат}$), Н.

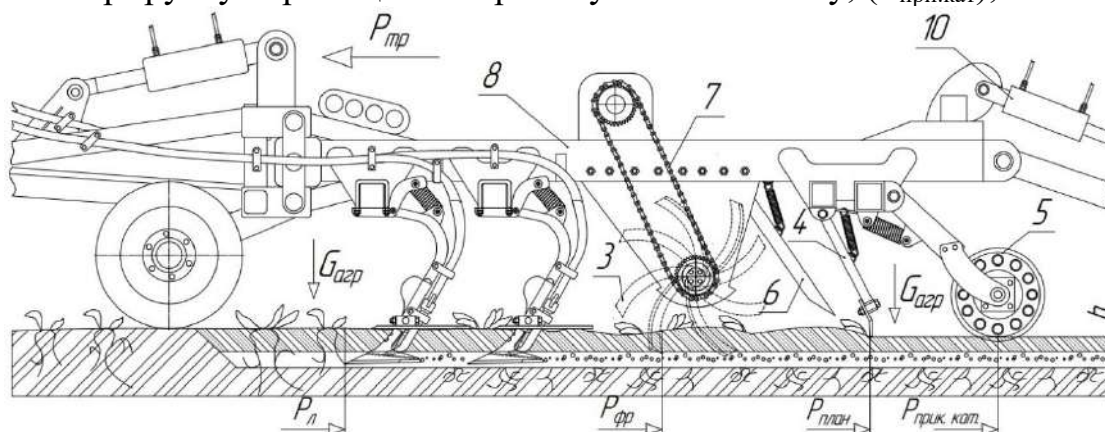


Рис. 2. Схема дії сил на ґрунтообробний агрегат для технології Strip-till.

Виходячи з цього, кінематична енергія ґрунтообробного агрегату визначається з формули:

$$T_A = \frac{m_a \cdot V_a^2}{2} + \frac{I_a \cdot \omega^2}{2}, \quad (1)$$

де m_a – маса комбінованого агрегату, кг; V_a – швидкість руху комбінованого агрегату, м/с; I_a – момент інерції обертючих частин комбінованого агрегату, кг·м²; ω^2 – кутова швидкість обертання відносно центру мас, с⁻¹.

Для забезпечення рівноваги у вертикальній площині дія вертикальних складових реакцій ґрунту на робочі органи компенсується вагою ґрунтообробного агрегату, окрім цього питомий опір ґрунту та глибина обробітку ґрунту – постійні.

Вхідною величиною в системі прийнята величина, яка приведена до постійної робочої швидкості руху та тяговому опору ґрунтообробного агрегату, закон розподілу прийнято нормальним на підставі чисельних реалізацій процесів. При великій кількості вхідних та вихідних значень, змінність їх в часі або не стаціонарність є відмінною особливістю функціонування ґрунтообробного агрегату [1, 2, 6].

Особливо важливою умовою ефективної експлуатації машинно-тракторного агрегату є оптимально-правильний підбір агротехнічних допустимих швидкостей руху для вибраного прийому обробітку та із врахуванням стану ґрунту і найбільш повної реалізації номінальної потужності двигуна енергетичного засобу [6].

Робоча швидкість руху енергетичного засобу залежить від коефіцієнту використання зчіпної ваги та інших показників, з високим ступенем точності, які визначається шляхом апроксимації експлуатаційних значень швидкості енергетичного засобу по передачам.

Виходячи з цього швидкість руху машинно-тракторного агрегату визначається з формули:

$$V_p = \frac{N_n \cdot \lambda_N \cdot \eta_{тр} \cdot \eta_\delta}{G_{тр} \cdot (\varphi + f)}, \text{ км/год} \quad (2)$$

де N_n , λ_N – відповідно номінальна потужність двигуна трактора і коефіцієнта використання; $\eta_{тр}$ – ККД трансмісії трактора; φ - математичне очікування коефіцієнта використання зчіпної ваги трактора, яка визначається за формулою:

$$\varphi = \frac{P_{гк}}{G_{тр}}, \text{ кг} \quad (3)$$

$G_{тр}$ – експлуатаційна вага трактора, кг; η_δ – коефіцієнт опору кочення трактора.

Для висвітлення зміни поточних математичних очікувань тягового зусилля на гаку енергетичного засобу в залежності від робочої швидкості руху при агрегуванні із різними агрегатами застосовуємо рівняння другого порядку:

$$P_{гк} = P_0 \cdot [1 + \varepsilon_0 \cdot (V_p^2 + V_0^2)], \text{ Н} \quad (4)$$

де $P_{гк}$, P_0 – відповідно математичне очікування тягового зусилля на гаку енергетичного засобу при швидкості руху V_p і V_0 ; ε_0 – коефіцієнт, що враховує приріст тягового опору при збільшенні робочої швидкості руху машинно-тракторного агрегату.

Динамічний вплив P робочих органів агрегату із ґрунтом та його кінцевою масою m_n за час t повідомляє про швидкість руху V :

$$P \cdot \Delta t = \Delta m_n \cdot V, \quad (5)$$

Виходячи з рівняння (5) середня величина тягового опору P буде пропорційна квадрату швидкості руху агрегату, так як маса ґрунту, яка піддається впливу робочого органу в одиницю часу, пропорційна швидкості руху. Рівняння руху при умові сталої роботи агрегату, із зміною швидкості руху від 0 до V поступово, при цьому забезпечуючи неперервний прохід робочого

органу через ґрунту:

$$P = \Delta m_n \cdot \frac{dV}{dt}, \quad (6)$$

Основним оцінюючим показником використовується математична величина очікування витрати пального двигуном енергетичного засобу, яка визначає потрібну потужність для заданого технологічного процесу обробітку.

При цьому, виходячи із рівняння (6) витрати потужності на обробіток ґрунт, визначається з формули:

$$N = P \cdot V = \Delta m_n \cdot V \cdot \frac{dV}{dt} = \Delta m_n \cdot \frac{V^2}{2}, \quad (7)$$

Виходячи з цього, поєднуючи рівняння (1-7) буде описуватись фізична сутність процесу обробітку ґрунту.

Результати випробування агрегатів показали, що застосовуючи до реальних умов роботи машинно-тракторного агрегату витрата палива двигуна енергетичним засобом є взаємозв'язок між ширини захвату агрегату, глибини агрегату та швидкості руху [4,6]. Апроксимація цього має наступний вигляд:

$$G_{\Pi} = G_{\text{то}} + E_o \cdot B_p \cdot h \cdot V_p^2, \text{ г/с} \quad (8)$$

де $G_{\text{то}}$ – математичне очікування витрати палива на самопересування агрегату та витрати в передавальних механізмах системи, г/с; h – математичне очікування глибини обробітку ґрунту, м; E_o – коефіцієнт пропорційності, що враховує вплив стану ґрунту, параметрів трактора та типу робочих органів ґрунтообробного агрегату при інтенсивності приросту витрати палива двигуном енергетичного засобу від збільшення B_p , V_p і h .

Виходячи з цього, отриманий вираз представляє собою енергетичну характеристику ґрунтообробного агрегату в цілому при впливі його на ґрунт.

Виходячи з цього, після перетворення рівняння, отримуємо рівняння для визначення продуктивності ґрунтообробного агрегату:

$$W = \frac{G_{\text{т max}} - G_{\Pi}}{E_o \cdot h \cdot V_p \text{ max}}, \quad (9)$$

Витрати пального двигуна енергетичного засобу можна розділити на дві складові: продуктивна складова – витрачаються на корисну роботу руху ґрунтообробного агрегату; не продуктивні – втрати, на самопересування ґрунтообробного агрегату та втрати в передавальних механізмах системи [6].

Виходячи з аналізу виразу (9) бачимо, що величина непродуктивних енерговитрат на ґрунт пропорційна експлуатаційній масі ґрунтообробного агрегату в цілому, а витрати палива на корисну роботу пропорційні тяговому опору, по відношенню до щільності ґрунту.

Витрата палива, ґрунтообробного агрегату на одиницю площі, яка піддається обробітку визначається за формулою:

$$g_{\text{га}} = \frac{G_{\Pi}}{B_p + V_p} + E_o \cdot h \cdot V_p, \quad (10)$$

Виходячи з рівнянь слідує, що пріоритетним шляхом підняття продуктивності, відповідно і зниження витрат палива є зменшення витрат пального на пересування ґрунтообробного агрегату, глибини обробітку ґрунту і

застосування робочих органів агрегату з меншим питомий тяговим опором, а також не менш важливим є збільшення завантаження енергетичного засобу по тязі, за допомогою збільшенні ширини захвату ґрунтообробного агрегату при зниженні робочої швидкості руху ґрунтообробного агрегату.

В якості головного показника машинно-тракторного агрегату пропонуємо використати значення коефіцієнта корисної дії ґрунтообробного агрегату, що характеризує частку енерговитрат, затрачену агрегатом на корисну роботу, від загальної величини. Коефіцієнт корисної дії ґрунтообробного агрегату визначається згідно із рівнянням:

$$\eta_a = \frac{G_g - G_2}{G_{\text{ТН}}} = \frac{E_o \cdot B_p \cdot h \cdot V_p}{G_{\text{ТН}}}, \quad (11)$$

Висновки. Підводячи підсумки, можна сказати, що конструкція запропонованого ґрунтообробного агрегату в загальному за один робочий прохід виконує всі необхідні операції для передпосівного обробітку ґрунту за технологією Strip-till: формує смуги для посіву та розпушує ґрунт з одночасним змішуванням рослинних залишків із ґрунтом; локально вносить органічні добрива до кореневої системи рослини, тим самим покращуючи доступ поживних речовин; створює якісне насінневе “ложе” на потрібну глибину обробітку; обробляє ґрунт без перевертання пласту, тим сам зберігаючи вологу та гумус у ґрунті.

Окрім цього, математична модель дозволить на основі результатів оцінки основних параметрів машинно-тракторного агрегату визначати та встановлювати оптимальний склад та режими роботи ґрунтообробного агрегату для технології Strip-till. Математичні залежності, дозволяють проаналізувати застосування тягових агрегатів на базі енергетичних засобів із різними параметрами під час виконання обробітку ґрунту стосовно до реальних умов експлуатації.

Список використаних джерел

1. Яропуд В. М., Твердохліб І. В., Спірін А. В. Машини та обладнання і їх використання в рослинництві: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2020. 401 с.
2. Середа Л. П. Технологія Strip-till в рослинництві. *Перспективність впровадження в Україні. Сучасні проблеми землеробської механіки : матеріали ХХ міжнародної наукової конференції, присвяченої 119 - й річниці з дня народження академіка П.М. Василенка*, 17-19 жовтня 2019 р. Миколаїв : МНАУ, 2019. С. 70–74.
3. Середа Л.П., Ковальчук Д.А. Розробка комбінованого ґрунтообробного пристрою для ресурсощадних технологій обробітку ґрунту, Матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Інноваційні технології в АПК». м. Луцьк, 20-21 травня 2021 р. С. 116-118.
4. Середа Л.П., Купчук І.М., Ковальчук Д.А., Замрій М.А., Розробка пристрою для фрезерного обробітку ґрунту з одночасним внесенням добрив, *Техніка, енергетика, транспорт в АПК*. Вінниця. 2021, С. 152-161.

5. Серета Л.П., Труханська О.О., Швець Л.В. Розробка і дослідження ґрунтообробної машини для технології Strip-till з активними робочими органами, *Вібрації в техніці і технологіях*. Вінниця. 2019 С. 65-71.

6. Серета Л.П., Ковальчук Д.А., Обґрунтування параметрів ґрунтообробного агрегату для технології Strip-till. *Всеукраїнський науково-технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК»*. – 2021. – №3 (114). – С. 30-40.

Андрій МАЛАЧИНСЬКИЙ*¹,
магістр 1 року навчання,
Інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ГВИНТОПОДІБНИХ ТРУБ ПРИ ПРОФІЛЮВАННІ

***Анотація.** Робота присвячена дослідженню процесів пластичного формування однозахідних та трьохзахідних гвинтоподібних труб роликівим обкочуванням. Розроблені рекомендації з проектування технології і оснащення. Застосовуючи внутрішній протитиск розроблено спосіб і технології отримання гвинтоподібних труб без оправки. В процесі обробки труб із нержавіючої сталі та алюмінієвого сплаву чисельним моделюванням здійснено оцінку впливу внутрішнього протитиску на напружено-деформований стан. Для наближеного визначення напружено-деформованого стану, зусилля деформування та питомого тиску при втискуванні ролика в трубу запропонована послідовність отримання аналітичних залежностей.*

***Annotation.** The work is devoted to the study of the processes of plastic formation of one- and three-way helical pipes by roller rolling. Developed recommendations for technology design and equipment. Using internal back pressure, a method and technology for obtaining helical pipes without a mandrel have been developed. In the process of processing pipes made of stainless steel and aluminum alloy by numerical simulation, the influence of internal back pressure on the stress-strain state was evaluated. Analytical dependences were obtained for the approximate determination of the stress-strain state, strain force and specific pressure when pressing the roller into the pipe.*

Вступ. Для дослідження процесу обкочування труби розглядався схожий на нього процес поперечно-гвинтової прокатки труби [1]. При дослідженні процесу обкочування труби встановлено, що процес поперечно-гвинтової

*Науковий керівник - Сивак Р.І., д.т.н., доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці.

прокатки схожий на процес поперечного кування з малими обтисками. Відмінність між процесом поперечно-гвинтової прокатки і процесу поперечного кування з малими обтисками полягає в тому, що крім нормальних компонентів напружень в тілі додатково діють дотичні компоненти напружень. Дотичні компоненти напружень виникають внаслідок тангенціальних зусиль. Але у зв'язку із зосередженим характером прикладених навантажень, дотичні компоненти напружень локалізуються біля поверхні контакту і практично дорівнюють нулю в центральній частині суцільної циліндричної заготовки.

На основі теоретичних досліджень [1] і допущень сформульовані теоретичні основи розрахунку напружено-деформованого стану обкочування труби [2].

Виклад основного матеріалу. При обкочуванні верхній шар матеріалу розкочується на нижньому. Довжина верхнього шару прагне збільшитись. Пластичне деформування розпочнеться тоді, коли напруження створять зусилля стиску в тангенціальному напрямку, достатні для видавлювання верхнього шару. Механізм деформацій описується наступним чином. Під дією зовнішнього навантаження периферійна частина заготовки обтискається, намагаючись збільшити свій периметр. Через суцільність тіла подовженню заважають внутрішня зона та необтиснені частини елементарного кільця. Тому осьова частина тіла відчуває тангенціальні напруження та напруження розтягу, а периферійна стискаючі [1, 2]. Якщо осьовий отвір в тілі малий (товщина стінки значна), то ступінь нерівномірності деформації по перерізу велика. Тому хоч радіальні розтягувальні напруження на внутрішній поверхні порожнистого тіла по умовам статички рівні нулю, але вже біля внутрішньої поверхні радіальні розтягувальні напруження можуть мати значну величину.

Значні за величиною радіальні розтягувальні напруження у внутрішній зоні приводять до потовщення елементарних концентричних циліндрів. У зв'язку з потовщенням циліндри прагнуть зменшитись по довжині. З іншого боку, на периферії концентричні циліндри не тільки обтискаються по товщині, але і довжина циліндрів збільшується. Периферія, що подовжується, тягне за собою внутрішню зону. Внутрішня зона прагне скоротитися. У внутрішній зоні виникають осьові напруження розтягу, і як реакція по відношенню до осьових напружень розтягу на периферії виникають осьові стискаючі напруження [1].

Периферійні шари, які інтенсивно обтискуються, розкочуються в тангенціальному напрямку більш інтенсивно, ніж внутрішні. Завдяки суцільності матеріалу периферійні шари розтягують внутрішні в тангенціальному напрямку. Внутрішні шари чинять опір цьому розтягуванню. Тому у внутрішній зоні виникають розтягувальні тангенціальні напруження і як реакція по відношенню до розтягувальних тангенціальних напружень в периферійних шарах виникають стискаючі тангенціальні напруження [1].

В роботі [1] також вказується, що при поперечній прокатці тонкостінного циліндра відбувається осадка тонкостінного циліндра від стискування при одночасному згині. Напруження згину отримують більший розвиток ніж

напруження стиску в порівнянні із обкочуванням товстостінної труби. Напруженнями згину для даної задачі є σ_θ .

При обкочуванні тонкої труби шари стінки, що вигинається не тиснуть один на одного, а зсуви шарів відносно один одного в тангенційному напрямі відсутні. Це рівносильно припущенню про те, що напруження σ_r та $\tau_{r\theta}$ рівні нулю по всій товщині стінки. Тоді для зон поза валками отримаємо наступні умови пластичності [2]

- у зовнішніх (розглянутих) шарах $\sigma_\theta = +K$
- у внутрішніх (стиснутих) шарах $\sigma_\theta = -K$

В [3] розглянуті теоретичні дослідження профілювання трьохзахідних спіральних труб вузькими роликками при втискуванні роликів на глибину втискування до 10 % від діаметра труби та кута підйому гвинтової лінії 15...60°. Для визначення напружено-деформованого стану використовувався принцип віртуальних переміщень. Виведені вирази для приросту тангенціальних та осьових переміщень. Деформований стан визначався по функції. Функція описує серединну поверхню стінки труби. Для описання серединною поверхні стінки труби використовувались сплайн-функції з варіативними параметрами. Варіативні параметри задовольняють граничним умовам [3].

В роботі [4] розглянуто пружно-пластичну деформацію оболонок з невеликою ступеню деформації. Для розрахунку тонкостінних оболонок можливе використання гіпотези недеформованих нормалей, для оболонок середньої товщини використовують різні уточнюючі моделі, а визначення напружено-деформованого стану товстостінних оболонок необхідно вести на основі рівнянь теорії пружності. В теорії оболонок розглядається проста задача осередку деформації при спрощених рівняннях лінійної теорії пружності оболонок. Внаслідок простої задачі рівняння рівноваги призводять до одного рівняння з оператором Лапласа восьмого порядку [5]. Оцінку результатів розрахунків та розходження результатів розрахунків, що виконані за різними моделями, виконані в роботах [6].

Пружно-пластичне кручення труб розглянуто в [4], де задача зведена до рішення рівнянь емпіричного виду з частковими похідними відносно функції кручення Прандля.

У розробленому алгоритмі розрахунку операцій ротаційного видавлювання деталей типу «сильфон» з трубчастої заготовки, заготовка розбивається на елементи рівної довжини по внутрішній і зовнішній поверхні (на кожній поверхні по n_p елементів). Далі обчислюються координати вузлів елементів і записуються в масиви.

Умовно вважається, що формоутворення здійснюється на оправці. Оправка має форму необхідної деталі. При формоутворенні геометрія цієї фіктивної оправки може змінюватися в залежності від номера проходу p .

Якщо геометрії оправок на проходах $p-1$ і p відрізняються одна від одної, то має місце деформування матеріалу за межами ділянки до вузла $n_z(j)$ і після вузла $k_z(j)$, що не перебуває в контакті з новою оправкою, і підтягування вузла в

зону деформації. У цій ситуації необхідно S_p^j і S_{p-1}^j розраховувати в межах $n_z(j) \dots k_z(j)$.

Для обчислення ε_ϕ потрібно задати закон розподілу ε_m . Порівняння графіків розподілу деформацій впадини і виступу сільфона показало подібність графіків. В цьому випадку використовувався закон розподілу ε_m .

Однією із передових технологій виготовлення ободів коліс є процес радіально-ротаційного профілювання. Процес радіально-ротаційного профілювання протікає, як і у випадку обкочування труби, локально. Вирішується задача радіально-ротаційного профілювання за допомогою складання рівняння рівноваги для елемента оболонки обертання де напруження залежать від двох координат.

Сума двох меридіональних розподілів напружень σ_x та σ_x' дає можливість розглядати деформування оболонки як просторової конструкції. Розподіл меридіональних напружень в тангенційному напрямі має знакоперемінний характер з ділянками розтягуючих та стискаючих напружень. Знакоперемінний характер розподілу меридіональних напружень в тангенційному напрямі викликає деформацію оболонки. Оболонка пов'язана з викривленням форми поперечних перерізів.

Висновки. Відомі роботи по теоретичним дослідженням процесів поперечно-гвинтової прокатки та обкочування кільцевих канавок на трубах, а також отримані аналітичні залежності для розрахунку напружень, що виникатимуть в трубі в процесі її профілювання, засновані на припущенні, що в таких процесах на внутрішніх елементарних шарах труби відбувається розкатка зовнішніх шарів. Також розроблений алгоритм розрахунку операції обкочування деталей типу «сільфон» за методом скінчених елементів, в якому заготовка розбивається на елементи рівної довжини по зовнішній і внутрішній поверхні. Шляхом складання рівняння рівноваги для елемента оболонки обертання отримані залежності для розрахунку напружень при радіально-ротаційному профілюванні ободів коліс. Розглянуто пружно-пластичне кручення труб, яких задача зведена до рішення рівнянь емпіричного виду з частковими похідними відносно функції кручення Прандля. Проте, на сьогоднішній день не має аналітичних рішень та чисельних розрахунків для поетапного (втискування ролика та обкочування канавок) невісесиметричного процесу роликового обкочування гвинтових канавок на трубі.

Список використаних джерел

1. M Bobyr, Y Borodii, P Protsenko, E Uhlmann, J Thalaу, P Lypovka. Створення трибологічної моделі контактного зношування залізничних рейок залежно від параметрів процесу шліфування. *Mechanics and Advanced Technologies*, 2019. P. 16-25

2. D. Sokhan, V. Makovei, P. Protsenko. Моделювання прокатування шариків в гвинтоподібних валках. *Mechanics and Advanced Technologies*, 83 (2), 2018. P. 24-30

3. V. A. Makovei, P. Y. Protsenko, V. S. Melnik. Profiling helical heat exchanger tubes by spinning operation. Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением, 2016. С. 16-24

4. В. А. Маковей, П. Ю. Проценко, В. С. Мельник. Производство винтообразных труб теплообменников обкаткой роликами. Metallurgical and mining industry, 2016. С. 71

5. V. Makovej, V. Melnik, P. Protsenko. Production Of Helical Heat Exchanger Tubes By Roller Spinning. *Metallurgical and mining industry*, 2016. P. 104-110.

6. P. Protsenko, Y. Borodii, A. Petryshyn, J. Thalau, P. Lypovka, E. Uhlmann. The research of the railway rail for analysis of surface initiated rolling contact fatigue cracks. *Mechanics and Advanced Technologies*, 2020. P. 19-28

Дмитро СТРАТІЙЧУК*,
студент 1 курсу магістратури,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕРОБКИ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ТА ОТРИМАННЯ ФУРФУРОЛА

***Анотація.** У роботі досліджені процеси отримання фурфуролу в неізотермічних умовах, а також переробка відходів рослинної сировини з отриманням фурфуролу. Проведене експериментальне дослідження процесу одностадійного отримання фурфуролу з пшеничної соломи, кукурудзяного качана, соснової тирси, бурякового жому та плодкових оболонки вівса з застосуванням різних видів каталізаторів. Досліджено температурну залежність виходу фурфуролу при переробці пшеничної соломи, кукурудзяного качана, соснової тирси, бурякового жому та плодкових оболонки вівса.*

***Annotation.** The processes of obtaining furfural in non-isothermal conditions, as well as processing of vegetable raw material waste to obtain furfural are investigated in the work. An experimental study of the process of one-stage production of furfural from wheat straw, corn cob, pine sawdust, beet pulp and fruit shells of oats using different types of catalysts. The temperature dependence of furfural yield in the processing of wheat straw, corn cob, pine sawdust, beet pulp and oat fruit shells was studied.*

Вступ. Переробка рослинної біомаси - перспективний напрямок в отриманні різних органічних речовин і матеріалів, оскільки біомаса є

*Науковий керівник: Севостьянов І.В. д.т.н., професор завідувач кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв ВНАУ.

поновлюваною сировиною, на відміну від викопних видів сировини, таких, як газ, нафта і вугілля. Серед сільськогосподарських культур по врожайності в Україні лідируючі позиції займають пшениця та цукровий буряк.

Збирання та переробка сільськогосподарських культур, деревопереробка тягнуть за собою утворення відходів, часто в досить великих обсягах. При збиранні та переробці цукрових буряків обсяг відходів становить близько 80%, а при збиранні пшениці або переробці деревини - до 60%. Велика частина відходів залишається незатребуваною, однак, їх переробка є економічно доцільною з точки зору зниження забруднення навколишнього середовища та організації біотехнологічного кластера. Ці відходи, як і інші лігноцелюлозні матеріали, складаються в основному з лігніну, геміцелюлози та целюлози. Вуглеводні фракції можуть бути деполімеризовані в цукор, який використовується в якості основного джерела вуглецю при виробництві ксиліту, етанолу, органічних кислот, промислових ферментів і т.д. Зважаючи на істотну варіацію хімічного складу вихідної біосировини, важливо вибрати відповідний метод її переробки, що забезпечує найбільш ефективне використання [1, 2].

Метою роботи є дослідження процесів отримання фурфуролу в неізотермічних умовах, а також переробки відходів рослинної сировини з отриманням фурфуролу.

Виклад основного матеріалу. Гідроліз геміцелюлози розведеними кислотами є простим та швидким способом переробки рослинної сировини, що веде до утворення фурфуролу.

Фурфурол - ароматичний альдегід з хімічною формулою $C_5H_4O_2$. У чистому вигляді він являє собою рідину із запахом житнього хліба або мигдалю [2, 3].

Сфера застосування фурфуролу досить широка, він використовується в ливарному виробництві, у виробництві пластмас, пестицидів, фурациліну та інших продуктів. В даний час загальний обсяг виробництва фурфуролу в світі складає понад 300 тис. т в рік. Лідерами виробництва фурфуролу є Китай, Південна Америка, США. В Україні виробництво фурфуролу практично відсутнє. Таким чином, відновлення вітчизняного фурфурольного виробництва є актуальним завданням.

В роботі досліджували такі види рослинної сировини: солома пшениці, кукурудзяний качан, соснова тирса, буряковий жом та плоді оболонки вівса. Кожен з видів сировини подрібнювали на лабораторних млинах Cemotec 1090 (FOSSTECATORAB, Швеція) та QC-114 (LaborMIM, Угорщина), потім фракціонували за допомогою набору сит [3]. У роботі використовувалася фракція, розмір частинок якої не перевищував 3 мм. Подрібнену сировину просушували при кімнатній температурі.

Фурфурольне варіння рослинної сировини проводилася на реакторі періодичної дії ChemRe Sys R-201 Series (Республіка Корея) з мішалкою рамного типу (рис. 1) в присутності різних каталізаторів. Технологічна схема лабораторної установки наведена на рис. 2.



Рис.1 - Лабораторна установка з реактором періодичної дії ChemRe Sys R-201 Series

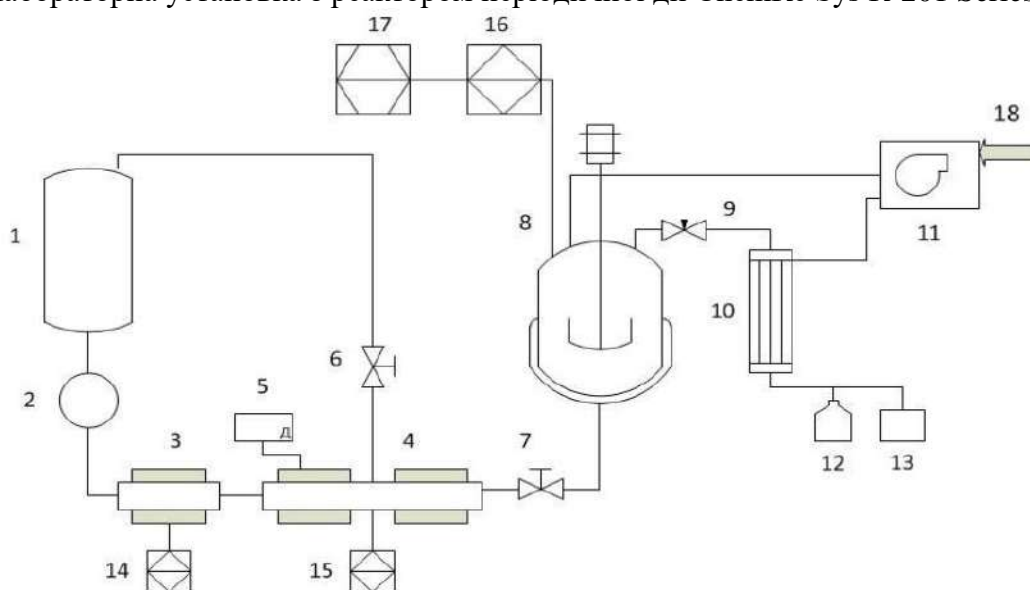


Рис. 2 - Технологічна схема лабораторної установки: 1 - резервуар з дистильованою водою, 2 - насос високого тиску, 3 - водонагрівач, 4 - парогенератор, 5 - манометр, 6 - різьбовий вентиль, 7 - шаровий кран, 8 - реактор періодичної дії, 9 - голчастий вентиль, 10 - холодильник, 11 - термостат, 12 - збірник фурфуролу (колба Ерленмейера зі шліфом), 13 - збірник летючих речовин, 14, 15 – пропорційний інтегрально-диференціувальний регулятор (ПІД-регулятор) ОВЕН ТРМ-210, 16 - пропорційний інтегрально-диференціувальний контролер (ПІД-контролер) високої точності TS4 Series, 17 - комп'ютер, 18 - водопровідна вода

Сировину (помел пшеничної соломи, кукурудзяного качана, сушеного бурякового жому, соснової тирси та плоді оболонки вівса) зважували на аналітичних вагах, після чого отримане навішення змочували в розчині каталізатора, який готували заздалегідь. Гідромодуль при завантаженні суміші в реактор для всіх експериментів становив 1: 8.

Потім суміш занурювали в реактор, після чого туди ж доливали розчин каталізатора, що залишився. Після завантаження сировини реактор герметично закривався, потім вмикався нагрів. Температурна залежність виходу фурфуролу досліджувалася при 180 °С і 190 °С. Під час нагрівання спостерігалася зміна температури. Фіксувалися тимчасові інтервали, за які суміш нагрівалася на

кожні 10 °С. В той момент, коли реактор досягав робочої температури, вмикався таймер, який вів відлік часу гідролізу.

Отримання фурфуролу з пшеничної соломи є перспективним напрямком переробки відходів сільського господарства, з врахуванням високого вмісту в ній пентозанів. Більш низький вміст пентозанів в пшеничній соломі в порівнянні з кукурудзяним качаном або плодовими оболонками вівса компенсується високими обсягами пшеничної соломи, доступної для переробки.

У роботі використовувалася пшенична солома, заготовлена після закінчення вегетаційного періоду у 2020 році у Вінницькій області; її обсяг склав близько 2 млн. т (обсяг зібраної пшениці склав 1,6 млн. т).

Пшенична солома піддавалася подрібненню, фракціонуванню і просушуванню, після чого її зберігали в герметичних пластикових ємностях (пакетах) [3].

Для дослідження впливу каталізаторів на вихід фурфуролу, в роботі застосовували різні види кислот та солей з різними концентраціями. У серії експериментів в присутності 0,5% розчину сірчаної та фосфорної кислот навішення 133 г пшеничної соломи змочували в розчині каталізатора, об'єм якого становив 1064 мл. Потім отриману суміш поміщали в реактор ChemRe Sys R-201 Series і доливали залишки каталізатора.

Відбір проб проводився через 2 години і 4 години після початку відгону фурфуролу, після чого зразки заморожували для зберігання перед проведенням хроматографічного аналізу. Температура фурфурольного варіння становила 180 °С.

З наведених даних випливає, що ефективність фурфурольного варіння з сірчаною кислотою вища, ніж з ортофосфорною, що пояснюється більшою каталітичною активністю H_2SO_4 . Таким чином, при інших рівних умовах використання сірчаної кислоти є більш бажаним.

Аналогічно було проведене фурфурольне варіння пшеничної соломи 1% сірчаною кислотою. Маса наважки сировини становила 100 г. Варка проводилася при температурах уставки 180 °С і 190 °С.

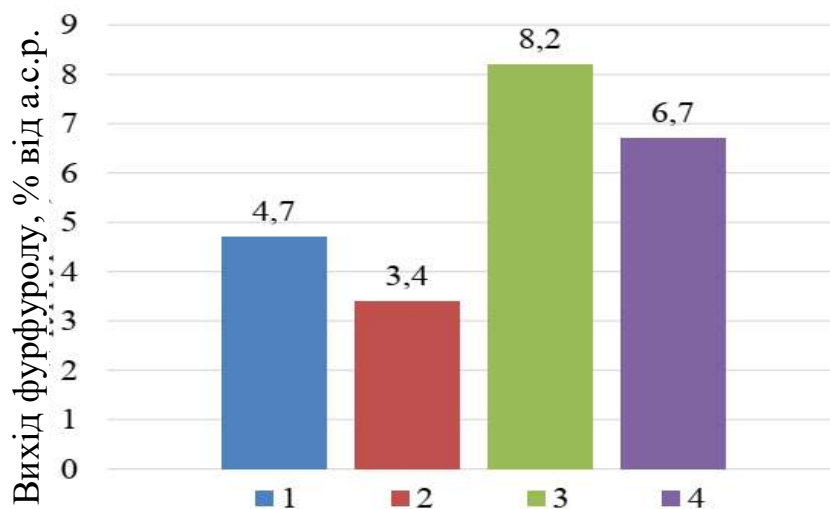
При проведенні експериментів проводилося вимірювання температури реактора під час нагрівання. Фіксувалися тимчасові інтервали, за які реакційна суміш нагрівалася на кожні 10 °С. (рис. 3).

Рис. 3 - Вихід фурфуролу з пшеничної соломи при температурі 180 °С: 1 - 0,5% сірчана кислота, 240 хв; 2 - 0,5% ортофосфорна кислота, 240 хв; 3 - 1% сірчана кислота, 240 хв; 4 - 1% ортофосфорна кислота, 180 хв

Для дослідження виходу фурфуролу з пшеничної соломи при обробці 1% розчином ортофосфорної кислоти навішення 100 г пшеничної соломи заливали 800 мл 1% розчину кислоти і піддавали гідролізу протягом 150 хв. Гідроліз сировини та відгону фурфуролу проводили при температурі 180 °С. Час нагріву реактора представлено на рис. 5.

Як і у випадку з сірчаною кислотою, при збільшенні концентрації фосфорної кислоти значно збільшився вихід відігнутого фурфуролу (рис. 3). Максимальна концентрація цільового продукту спостерігалася приблизно на 120

хв. відгону. Оцінка впливу концентрації кислотного каталізатора на вихід фурфуролу представлена на рис. 3.



Підвищення температури також призводить до збільшення концентрації фурфуролу при цьому час досягнення максимальної концентрації виходу фурфуролу практично не змінився (рис. 4).

Максимальна концентрація фурфуролу при температурах 180 °C і 190 °C досягалася на 90 хв відгону. Збільшення температури призвело до зниження виходу фурфуролу у % а.с.р. (рис. 5). Це можна пояснити тим, що зі збільшенням температури прискорюється розпад фурфуролу до мурашиної кислоти та гумінових речовин.

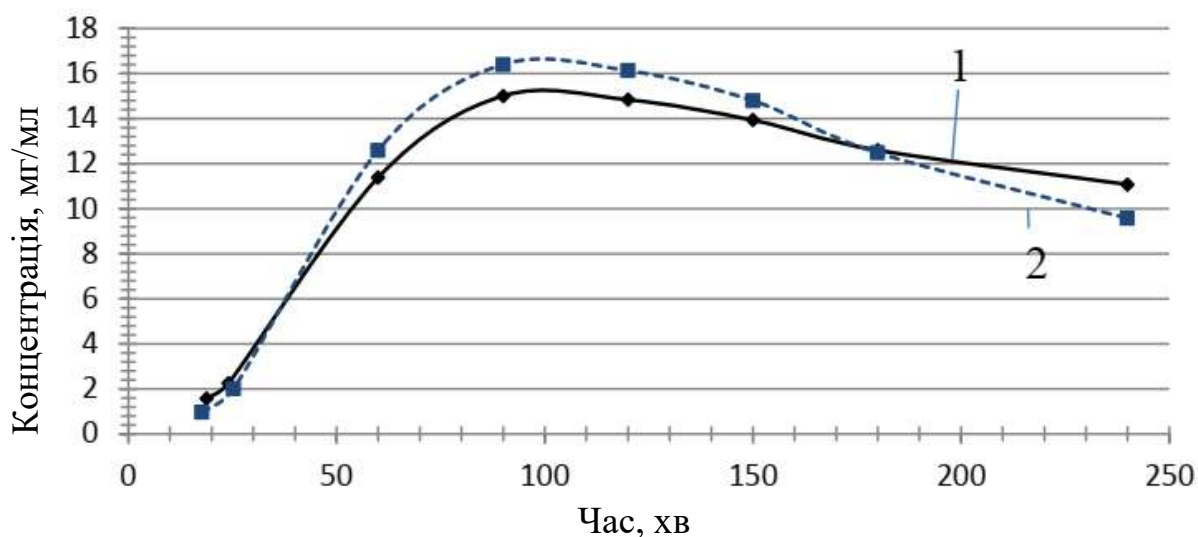


Рис. 4 - Динаміка зміни концентрації фурфуролу з пшеничної соломи при 1% H_2SO_4 і температури: 1 - 180 °C; 2 - 190 °C

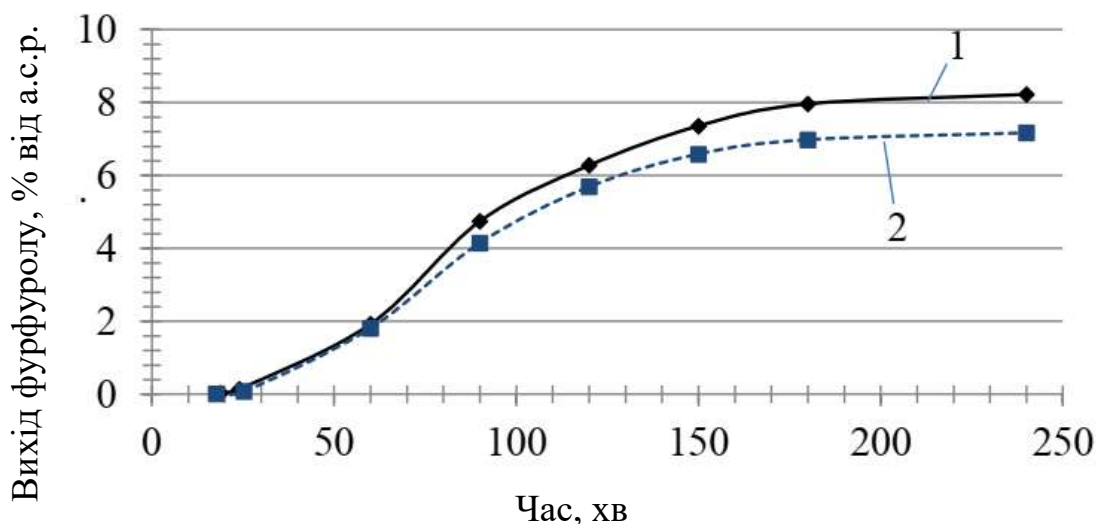


Рис. 5 - Динаміка виходу фурфуролу з пшеничної соломи при гідролізі при температурі: 1 - 180 °С; 2 - 190 °С і концентрації H_2SO_4 1%.

Дослідження виходу фурфуролу проводилося також і при використанні в якості каталізатора розчину 1% H_2SO_4 з додаванням $ZnCl_2$ в кількості 1% від загального об'єму каталізатора. Час гідролізу склав 130 хв.

При безкислотному методі (автогідролізі) отримання фурфуролу спостерігається більш низька швидкість протікання реакції і ступінь конверсії сировини (рис. 6, 7).

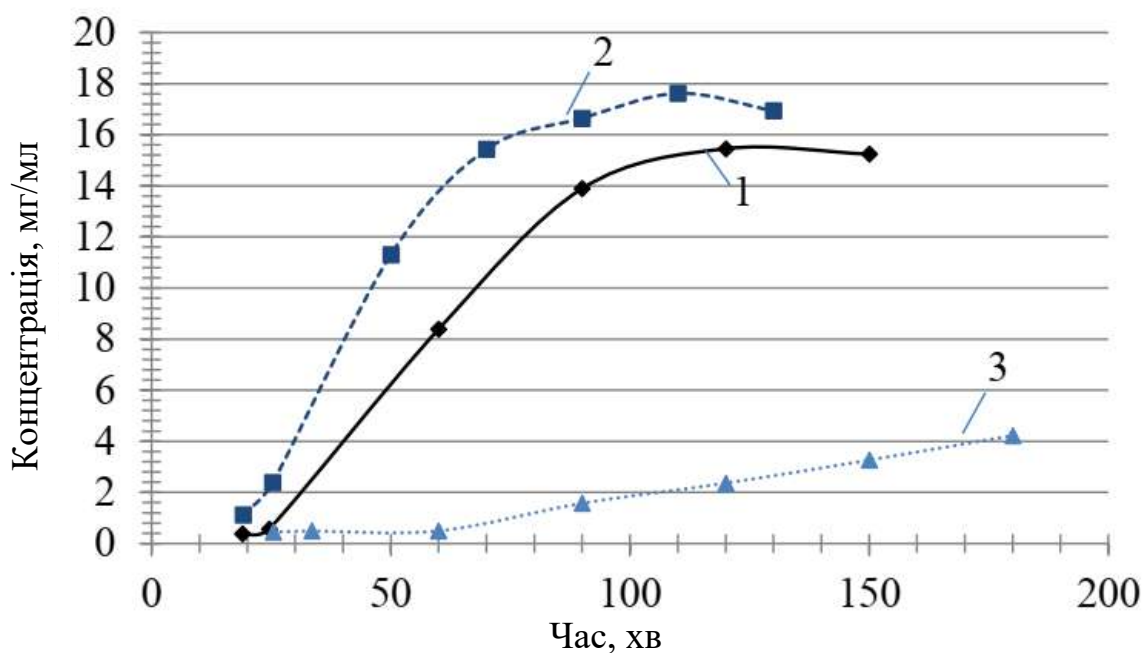


Рис. 6 - Динаміка зміни концентрації фурфуролу з пшеничної соломи при наступних умовах: 1 - 1% H_3PO_4 , 2 - розчин 1% H_2SO_4 і $ZnCl_2$; 3 - автогідроліз

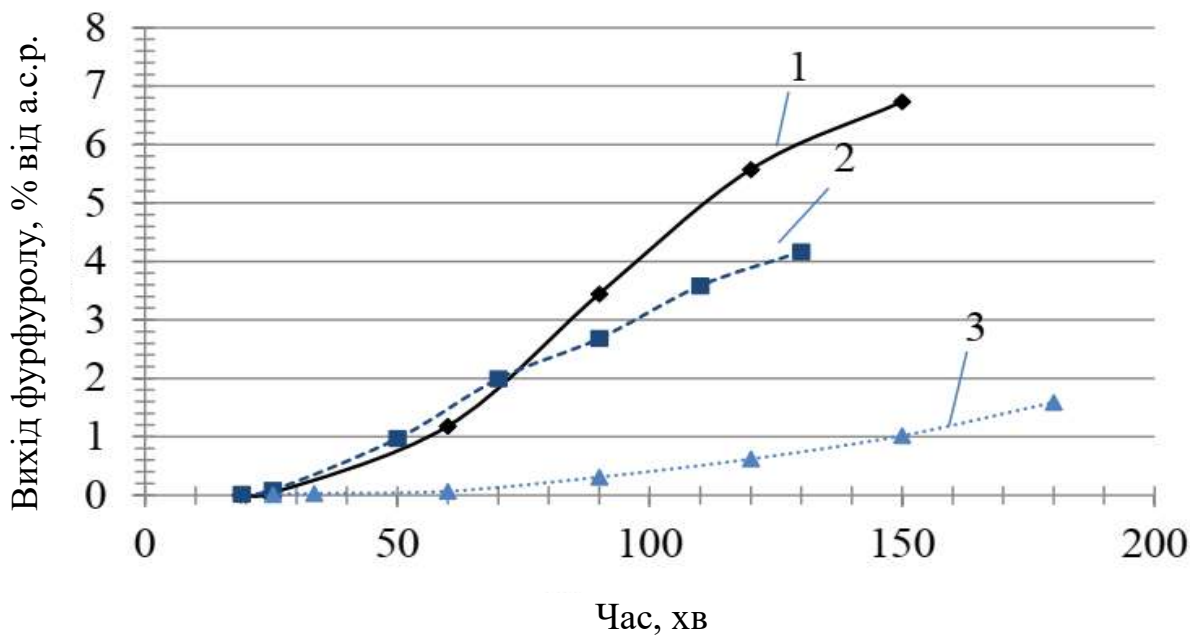


Рис. 7 - Динаміка виходу фурфуролу при варінні пшеничної соломи з різними каталізаторами: 1 - 1% H_3PO_4 , 2 - розчин 1% H_2SO_4 і ZnCl_2 ; 3 - автогідроліз .

При використанні ZnCl_2 вихід фурфуролу був трохи вищий, ніж при обробці пшеничної соломи 1% розчинами H_3PO_4 і H_2SO_4 за інших рівних умов. Максимальна концентрація фурфуролу в реакційному середовищі спостерігалася також на 120 хв, як і у випадку з фосфорною кислотою (рис. 6). Однак за кількістю цільового продукту результат виявився гіршим (рис. 7). Ймовірно, це пов'язано з тим, що за даних умов процесу ZnCl_2 досить суттєво впливає на розпад фурфуролу.

Висновки

В роботі експериментально доведено, що серед досліджених видів сировини, а саме пшеничної соломи, кукурудзяного качана, соснової тирси, бурякового жому, плодкових оболонки вівса, максимальний вихід фурфуролу виявився у кукурудзяного качана та у пшеничної соломи при використанні 1% H_2SO_4 в якості каталізатора. Вихід склав близько 50% від теоретичного за 3 і 4 години гідролізу відповідно. У соснової тирси вихід склав 30%, у бурякового жому – 15% і у плодкових оболонки вівса - 25% від теоретичного. Вихід фурфуролу з пшеничної соломи при використанні 1% H_3PO_4 склав 33%, при 1% H_2SO_4 + ZnCl_2 – 25% і при автогідролізі – 8% від теоретичного.

Список використаних джерел

1. Черевко О. І., Поперечний А. М. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник. Х.: Світ Книг, 2014. 495 с.
2. Бойко В.С., Самойчук К.О., Тарасенко В.Г., Верхоланцева В.О., Паляничка Н.О., Михайлов Є.В., Червоткіна О.О. Процеси і апарати. Механічні та гідромеханічні процеси: Підручник. Мелітополь:, 2021. 445 с.
3. Севостьянов І. В., Зозуляк І. А. Технологічне обладнання цехів переробки продукції тваринництва. Навчальний посібник. Вінниця : ВНАУ, 2020. 127 с.

Микола ТРИНЧУК*,
студент 4-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПІСЛЕРЕШІТНОЇ АСПІРАЦІЇ ДВОАСПІРАЦІЙНОЇ ЗЕРНООЧИСНОЇ МАШИНИ

***Анотація.** Робота присвячена вирішенню актуальної практичної задачі, яка полягає в підвищенні ефективності роботи системи післярешітної пневмосепарації двухаспіраційної повітряно-решітної зерноочисної машини.*

Провівши аналіз технологій післязбиральної обробки зерна, пневмосистем зерноочисних машин та робіт по пневмосепарації теоретично і практично встановлено: найбільш перспективною технологією післязбиральної обробки зерна є фракційна технологія, що дозволяє мінімізувати механічні дії на зернівки. Застосування сучасних універсальних повітряно-решітних сепараторів дозволяє знизити кількість машин в зерноочисній лінії і вести підготовку як товарного, так і насінневого зерна.

Ключові слова: зерновий ворох, сепарація, повітряний потік, робоча камера, пневмосепаруючий канал.

***Annotation.** The work is devoted to solving an urgent practical problem, which is to increase the efficiency of the system of post-sieve pneumoseparation of two-aspiration air-sieve grain cleaning machine.*

Having analyzed the technologies of post-harvest processing of grain, pneumatic systems of grain cleaning machines and works on pneumoseparation, it is theoretically and practically established: the most promising technology of post-harvest processing of grain is fractional technology that minimizes mechanical action on grains. The use of modern universal air-sieve separators allows to reduce the number of machines in the grain cleaning line and to prepare both marketable and seed grain.

Keywords: grain heap, separation, air flow, working chamber, pneumatic separating channel.

Вступ. Головним завданням АПК, на сьогоднішній день, є нарощування виробництва зерна. Основною умовою отримання високого валового збору врожаю є своєчасна і якісна післязбиральна обробка зерна.

На сьогоднішній день основу післязбиральної обробки зерна становлять двухаспіраційні повітряно-решітні зерноочисні машини. Дані машини отримали широке поширення в нашій країні через свою універсальність. Такі сепаратори можуть застосовуватися як для попередньої очистки зерна, так і для основної. На них успішно готується як товарне зерно, так і насінневий матеріал при певних умовах.

*Науковий керівник: Солона О.В. к.т.н., доцент, завідувач кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці.

Сучасні повітряно-решітні сепаратори мають дві аспірації. Перша аспірація здійснює попередню очистку вороха від найбільш легковісних домішок (лушпиння, листя, подрібнена солома тощо), полегшуючи подальшу роботу решітного стану і другої аспірації.

Обробка зернового вороху в каналі другої аспірації є кінцевою операцією, після якої зерно повинно відповідати вимогам до якості товарного зерна. Підвищити ефективність роботи другої аспірації можна шляхом більш рівномірного розподілу матеріалу, що очищається по площі перетину аспіраційного каналу, ніж в існуючих зерноочисних машинах. У зв'язку з цим, теоретичне обґрунтування і практична розробка способу введення сипучої суміші в аспіраційний канал є актуальним завданням вдосконалення зерноочисних машин.

Виклад основного матеріалу. У ситуації, що склалася на світовому ринку зерна, коли наша країна зайняла лідируючу позицію з експорту пшениці, гостро стоїть питання про інтенсифікацію виробництва зерна в аграрних підприємствах [2].

Для забезпечення своєчасної обробки зерна зараз в Україні застосовують двоетапну, періодичну, потокову і фракційну технології післязбиральної обробки зерна [2].

Двоетапна технологія складається з таких етапів, як попередня обробка зерна в збиральний період і остаточна обробка, з доведенням до базових кондицій. Використання даної технології дозволяє знизити потребу в робочій силі і обладнанні в пікові періоди виробництва, використовуючи техніку меншої продуктивності. Недоліком цієї технології є потреба в додаткових зерносховищах і багаторазовий вплив робочих органів машин на зерно [1].

При такій технології використовуються самопересувні або стаціонарні машини, що приводить до додаткових витрат ручної праці, втрат зерна і зниження його якості.

При потоковій технології обробки зерновий ворох пропускається через лінію послідовно встановлених машин різного призначення. При проходженні зернового вороху через кожен машину з нього виділяється частина сміттєвих домішок і фуражної фракції. Оброблений матеріал виділяється на останній машині зерноочисної лінії [4].

Потокову технологія зайняла лідируючу позицію у сільсько-господарських виробників. При сучасному рівні техніки зерновий ворох з комбайнів в ряді випадків надходить на післязбиральну обробку очищений від більшості великих і дрібних домішок. Такий матеріал можна довести до кондиційних значень, пропустивши через мінімальну кількість машин. Найчастіше поточкові лінії не дозволяють направити опрацьований ворох з нагрібною ями безпосередньо в сепаратор кінцевої очистки, проганяючи його через кілька машин. Зайвий вплив робочих органів на зерно призводять до зниження товарної та посівної якості кінцевого продукту [3].

Сучасні технології післязбиральної обробки зернових культур спрямовані на мінімізацію витрат і підвищення якості кінцевого матеріалу.

Пневмосепарація зернового вороху в вертикальному повітряному потоці є

складним процесом з безліччю змінних. На траєкторії польоту частинок в вертикальному пневмоканалі впливають різні сили [5]. При теоретичному аналізі неможливо врахувати всі можливі параметри. Виходячи з цього, відомі математичні описи процесу взаємодії повітряного потоку із зерною сумішшю ґрунтуються на законах класичної механіки з більшою кількістю спрощень і припущень. Такий підхід вимагає великої кількості чисельних розрахунків і часу, що часто призводить до неточних результатів. Проте, вчені теоретично визначили параметри, що впливають на процес пневмосепарації зернового вороху в вертикальному повітряному потоці.

Беручи до відомостей відомі теорії по пневмосепарації в вихідному повітряному потоці [5], для математичного моделювання вивели систему диференціальних рівнянь 1.1, що описують траєкторію політу частки зернового вороху в зоні пневмосепарації.

$$\begin{cases} \ddot{x} = -k\dot{x}\sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2} \\ \ddot{y} = -k\dot{y}\sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2} - g + kV^2 \end{cases} \quad (1.1)$$

де x і y - переміщення частинки по осях координат, м;

k - коефіцієнт парусності частки, m^{-1} ;

V - швидкість частинки відносно повітряного потоку, м/с.

Для більш точного визначення параметрів процесу сортування зернової суміші в вертикальному пневмоканалі з висхідним повітряним потоком розрахунки проводили за допомогою програмного забезпечення Maple 14. Чисельне рішення даної системи за допомогою програмного забезпечення Maple 14 дозволяє побудувати траєкторії польоту часток, що мають різні характеристики і початкові умови введення.

Відзначимо той факт, що в залежності від початкової швидкості траєкторії руху частинок в аспіраційному каналі можуть бути двох типів. Першим з них є звичайна траєкторія руху тіла в полі сили тяжіння. Друга - рух з відбиттям від дальньої стінки каналу. Алгоритм визначення траєкторій руху досить простий і полягає в наступному. Для виділеного з процедури вирішення рівняння залежності $y(t)$ вирішується рівняння, з якого визначається час польоту T при $y(t)=y_n$, де y_n - вертикальна координата нижньої частини аспіраційного каналу. Потім цей час підставляється в виділену з процедури вирішення рівняння залежності $x(T)$. Якщо ж $x(T)$ виявляється більше значення горизонтальної координати задньої частини аспіраційного каналу x_k , то вирішується рівняння $x(t)=x_k$, з якого визначається час польоту T_1 до задньої частини аспіраційного каналу. Це значення підставляється в функцію $y(t)$ і визначається вертикальна координата точки попадання на задню стінку, а також горизонтальну і вертикальну складову швидкості. З цього моменту система (1.1) вирішується заново для визначення відображеної траєкторії руху. Початкові параметри польоту при цьому враховують коефіцієнти відображення.

Можливі траєкторії польоту представлені на рис. 1.1.

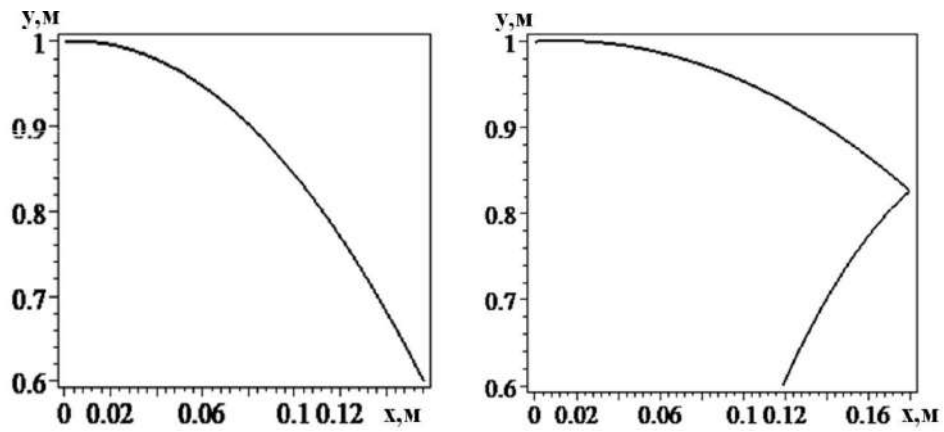
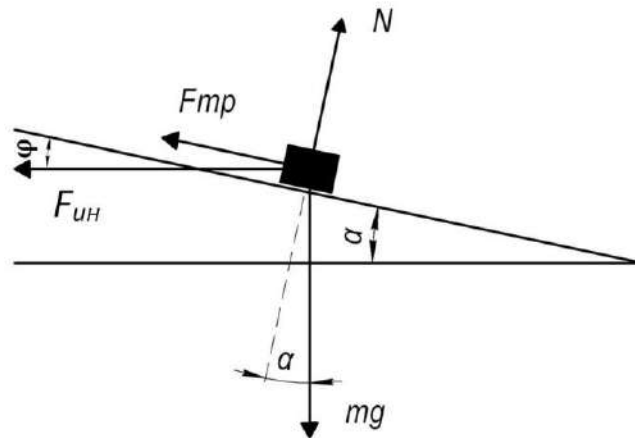


Рис. 1.1. Траєкторії руху частинки в повітряному каналі

Для моделювання пневмосепарації зернового вороху в вихідному повітряному потоці був обраний процес з подачею оброблюваного матеріалу в пневмоканалі з коливальною площиною (решета).

Розглянемо абсолютний рух зерна що сепарується по решеті, яке коливається за законом $z = r \sin \omega t$, Розташованому під кутом α до горизонту (Рис. 1.2).



Чинними силами є: вага mg ;

сила інерції $F_{ин} = mr\omega^2 \sin \omega t$;

нормальна реакція $N = mg \cos \alpha + mr\omega^2 \sin \omega t \cdot \sin \alpha$;

сила тертя $F_{тр} = fN = f(mg \cos \alpha + mr\omega^2 \sin \omega t \cdot \sin \alpha)$,

де: g - прискорення вільного падіння;

N - сила нормальної реакції;

f - коефіцієнт тертя;

m - маса частинки зернового вороху;

r - радіус кривошипа;

ω - кутова швидкість кривошипа;

t - час.

Для спрощення розрахунків кут спрямованості коливань ϕ прирівнюємо до кута нахилу решета α .

Запишемо теорему про зміну кількості руху матеріальної точки зернового вороху в проекції на вісь, збігається з напрямком його руху:

$$\frac{d(mv)}{dt} = mg \sin a \pm f(mg \cos a + mr\omega^2 \sin \omega t \cdot \sin a). \quad (1.2)$$

Знак сили тертя залежить від напрямку відносної швидкості руху зернівки. Після диференціювання отримаємо:

$$m \frac{dv}{dt} = mg \sin a \pm f(mg \cos a + mr\omega^2 \sin \omega t \cdot \sin a) - \frac{dm}{dt} v. \quad (1.3)$$

У процесі руху по сепаруючій поверхні решета маса зернового вороху змінюється за законом:

$$m = m_0 e^{-\mu x},$$

де m_0 – вихідна маса вороху;

μ - коефіцієнт втрати маси на решеті (аналог коефіцієнта сепарації), 1/м;

x - координата по напрямку руху.

$$\text{Тоді, } \frac{dm}{dt} = -m_0 \mu e^{-\mu x} \cdot \frac{dx}{dt} = -m_0 \mu e^{-\mu x} \cdot v,$$

Підставляючи значення маси і її похідної в рівняння (2.3), отримаємо:

$$\frac{dv}{dt} = g \sin a \pm f(g \cos a + r\omega^2 \sin \omega t \cdot \sin a) + \mu v^2. \quad (1.4)$$

Додаючи до рівняння (1.4) початкова умова $v(0) = v_0$, Отримуємо задачу Коші для звичайного диференціального рівняння першого порядку.

Особливістю даного завдання є факт зміни величини нормальної реакції і напрямки сили тертя в залежності від знака відносної швидкості частинок зернового вороху. У зв'язку з цим, це завдання необхідно вирішувати покроковим способом, використовуючи кінцево-різницевий аналог рівняння (1.4). Похідну $\frac{dv}{dt}$ представимо у вигляді:

$$\frac{dv}{dt} \approx \frac{v(t_{i+1}) - v(t_i)}{h}, \text{ де } h = t_{i+1} - t_i \text{ - крок за часом.}$$

Тоді рівняння (2.4) набуде вигляду:

$$\frac{v(t_{i+1}) - v(t_i)}{h} = g \sin a \pm f(g \cos a + r\omega^2 \sin \omega t \cdot \sin a) + \mu v(t_i)^2, \quad (1.5)$$

А для обчислювального алгоритму:

$$v(t_{i+1}) = v(t_i) + h[g \sin a \pm f(g \cos a + r\omega^2 \sin \omega t \cdot \sin a) + \mu v(t_i)^2]. \quad (1.6)$$

Якщо відносна швидкість зерна $v(t_i) - r\omega \cos \omega t_i > 0$, то рівняння (1.6) прораховується зі знаком «-», в іншому випадку - зі знаком «+».

Перейдемо до чисельної реалізації цього завдання.

Для розрахунків кутової швидкості прийняли $\omega = 40 \text{ с}^{-1}$, яку можна порівняти з режимом роботи решетного стану більшості сучасних зерноочисних машин.

Нехай радіус кривошипа $r = 0,015 \text{ м}$,

кутова швидкість $\omega = 40 \text{ с}^{-1}$,

кут нахилу решета $\alpha = 90$,

крок часу для розрахунку $h = 0,0002 \text{ с}$,

коефіцієнт втрати маси на решеті $\mu = 0,25 \text{ 1/м}$,

прискорення вільного падіння $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Перш за все, визначимо величину нормальної реакції (рис. 1.3)

$$N = mg \cos a + mr\omega^2 \sin \omega t \cdot \sin a.$$

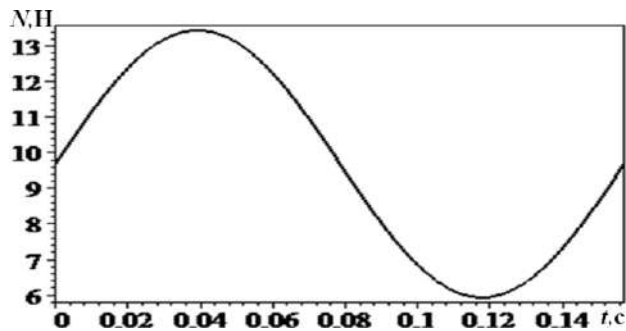


Рис 1.3. Зміна нормальної реакції за період коливань

Як видно з рис. 1.3, значення нормальної реакції залишаються позитивними за весь час руху зернової маси по решету, що означає відсутність відриву його від поверхні решетного стану.

Далі формується оператор циклу, який в поєднанні з умовним оператором, перевіряючим знак відносної швидкості руху, послідовно визначає абсолютну швидкість руху зернового вороху.

На рис. 1.4 представлена залежність абсолютної швидкості від часу при початковій швидкості руху $v(0) = 0,3$ м/с. Як видно з цього графіка, через проміжок часу менше 1 секунди характер зміни швидкості стабілізується в діапазоні 0,33-0,5 м/с.

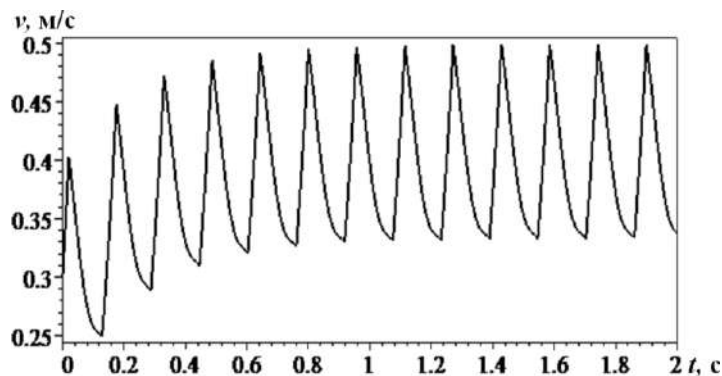


Рис 1.4. Залежність абсолютної швидкості руху від часу

Визначивши швидкість руху зерна по хиткому решету в залежності від часу, ми підставили її у вигляді діапазону в програму і зробили розрахунок. В результаті чисельного рішення системи диференціальних рівнянь 1.1 польоту частки з урахуванням опору повітря при наявності висхідного потоку, що має швидкість V , отримали траєкторії руху частинок зі знайденим розкидом швидкостей 0,33-0,5 м/с (Рис. 1.5)

На рис. 2.5 показані траєкторії руху частинок зі знайденим розкидом швидкостей 0,33-0,5 м/с і коефіцієнтом парусності з інтервалу 0,07-0,14 1/м при швидкості висхідного потоку повітря 9 м/с. Розрахунки показали, що частинки з коефіцієнтом парусності більше 0,12 видувуються в верхню частину аспіраційного каналу.

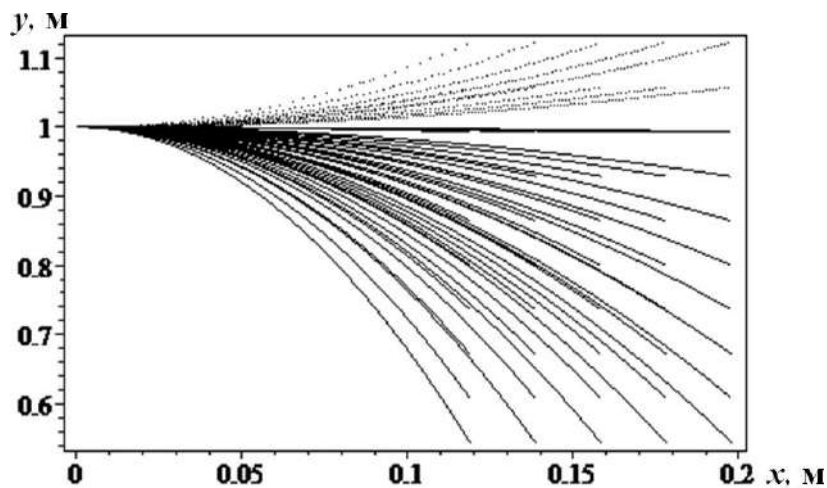


Рис 1.5. Політ масиву частинок

На рис. 1.5 видно, що частинки зернового вороху, що подаються в пневмосепаруючий канал сходом з поверхні решета, розподіляються більш рівномірно тільки в області, протилежній точці введення. А безпосередньо в зоні завантаження маса надходить в канал концентрованим потоком, свого роду струменем, яка буде перешкоджати роботі висхідного повітряного потоку.

Виходячи з вищевикладеного можна зробити висновок, що для підвищення ефективності пневмосепарації в системах післярешітних повітряних очисток більшості серійних сепараторів, в яких подача оброблюваної вороху на другу аспірацію здійснюється сходом з коливальної поверхні, можна за рахунок більш рівномірного розподілу зернового вороху по площі пневмоканалу.

Більшість дослідників прийшли до висновку, що на траєкторію польоту частинок зернового вороху в пневмоканалі впливають такі параметри як парусність компонентів суміші, початкові швидкість і кут введення оброблюваного матеріалу в зону сепарації і швидкість висхідного повітряного потоку [5]. Швидкість висхідного повітряного потоку обмежена якістю оброблюваного матеріалу і величиною втрат повноцінних зерен в фураж. Парусність компонентів вороху, в свою чергу, залежить від складу оброблюваної суміші, на яку ми не можемо вплинути.

Для того, щоб траєкторії частинок заповнювали пневмоканал рівномірно по глибині, необхідно змінювати один або кілька параметрів введення матеріалу в зону пневмосепарації.

Можна змінювати кут введення, але це доставить деякі труднощі при модернізації наявних машин, та й механізм подачі матиме складну конструкцію, що негативно позначиться на надійності зерноочисної машини в цілому.

Для того, щоб підвищити рівномірність розподіл зернового вороху по глибині пневмосепаруючого каналу в системі післярешітної аспірації сучасних зерноочисних машин, необхідно подавати частки оброблюваної вороху в зону пневмосепарації з різною швидкістю, як показано на рис. 1.6.

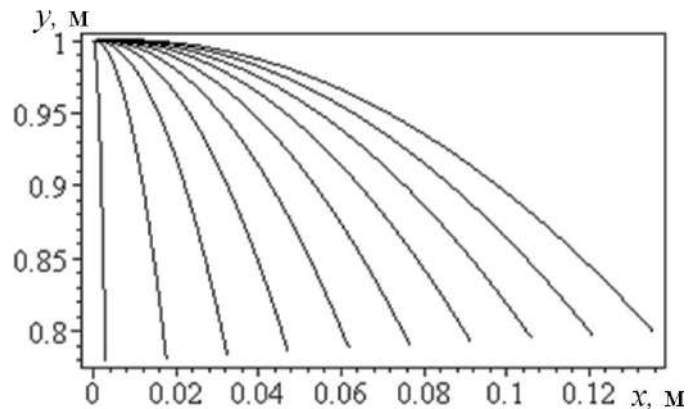


Рис 1.6. Розрахункові траєкторії частинок зернового вороху, які подаються в пневмоканал при початкових умовах: парусність 0,06, швидкість повітряного потоку 9 м / с, кут введення 9° , початкова швидкість від 0,1 до 0,5 м / с з кроком 0,05 м / с

Висновки:

- В результаті моделювання встановлено, що швидкість часток зернового вороху, що сходять з поверхні, що коливається разом з решітним станом повітряно-решітної зерноочисної машини, знаходиться в діапазоні 0,3 - 0,5 м/с. Такого розкиду швидкостей частинок, які подаються недостатньо для забезпечення рівномірності завантаження вертикального пневмосепаруючого каналу по глибині.
- Рівномірність розподілу зернового вороху по глибині пневмосепаруючого каналу в системі післярешітної аспірації можна збільшити за рахунок подачі частинок з різними швидкостями.
- Для досягнення раціональних швидкостей частинок зернового вороху, що забезпечують рівномірне заповнення каналу оброблюваного вороху, необхідно змінити конфігурацію подаючої поверхні.

Список використаних джерел

1. Алієв Е.Б., Яропуд В. М. Результати чисельного моделювання процесу роботи блока подачі насіння фотоелектронного сепаратора. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2017. №4 (99). С. 18–24.
2. Берник І. М. Інтенсифікація процесу екстрагування рослинної сировини з використанням ультразвукової кавітації. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2017. №2 (98). С. 69–73.
3. Денісов П.Д., Берник П.С., Солона О.В. Дослідження поведінки завантаження в сполучених помельних камерах вібраційних млинів безперервної дії. *Машинознавство*. 1999. № 12 (30). С. 49–52.
4. Дейнека К.Ю., Науменко Ю.В. Вплив дрібної фракції полізернистого завантаження обертового барабана на розмах автоколивань. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2019. № 4(95). С. 31–37.
5. Солона О.В., Ковбаса В.П. Статика та динаміка взаємодії абсолютно твердих конкрецій із сипучим середовищем. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2019. №1(92). С. 12–22.

Микита МОРОЗЮК*,
Олександр ПАСТУШЕНКО*,
Олександр УСТИМЕНКО*,
студенти 3-го курсу,
факультет галузеве машинобудування,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНОГО ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ КУЗОВА АВТОМОБІЛЯ

Анотація. На підставі отриманих результатів моделювання і розрахунку реального кузова автомобіля-самоскида марки КамАЗ-55111, в програмі APM Structure3D були отримані картини напружено-деформованого стану, що дозволили оцінити вплив ударних навантажень на кузов автомобіля-самоскида при віброударному розвантаженні вантажу.

Annotation. Research stress-strain state of a car body dumper at vibroudarnomu unloading. Based on the results of modeling and calculating the real body of the car-truck KAMAZ-55111, the program APM Structure3D received pictures of the stress-strain state, allowed to assess the impact of shock loads on the body of the car dumper unloading cargo at vibroudarnomu

Вступ. На сучасному етапі ріст перевезень насипних вантажів автомобілями, автомобільним транспортом, самоскидами потребує підвищення рівня механізації і автоматизації вантажно-розвантажувальних робіт. У зв'язку з цим гідроімпульсний привод віброударного пристрою для розвантаження автомобілів [1], який задовольняє вимоги до параметрів розвантаження різних видів вантажів (гармонійні коливання та ударні імпульси), так і до технічних і конструктивних параметрів гідравлічних навісних пристроїв викликає багато цікавих ідей щодо удосконалення. Дослідження процесу ударної взаємодії гідроімпульсного ²привода віброударного розвантажувального пристрою з кузовом-самоскидом, зокрема дослідження напружено-деформованого стану кузова автомобіля-самоскида при віброударному розвантаженні вантажу являється актуальною науково-практичною задачею і дозволяє визначити шляхи для підвищення ефективності розвантаження вантажів кузовів транспортних засобів.

В основу розробки покладена ідея використання корисних вібраційних та віброударних збуджень від гідроімпульсного привода віброударного розвантажувального пристрою 1, які передаються на днище кузова 2 в процесі розвантаження автомобіля-самоскида [2, 3].

*Науковий керівник: Веселовська Н.Р. д.т.н., професор, завідувач кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва ВНАУ.

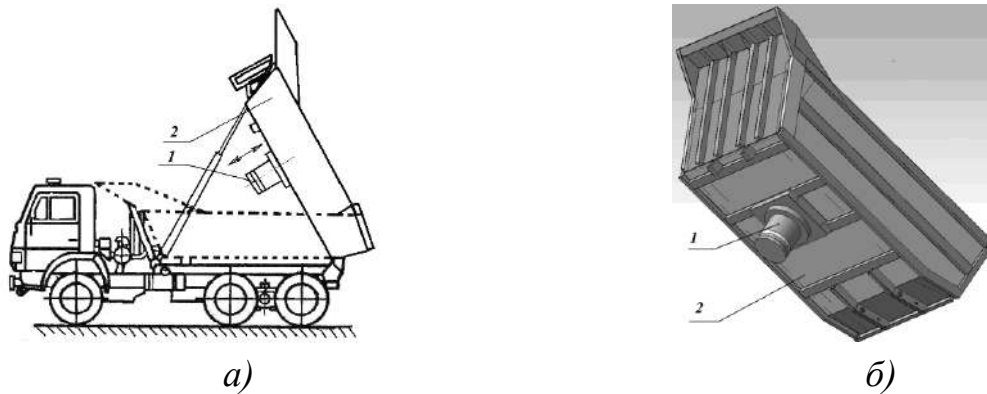


Рис.1. Схема розміщення гідроімпульсного віброударного пристрою розвантажувача на кузові автомобіля-самоскида (а) та загальна модель монтування пристрою на днищі кузова (б)

Для дослідження напружено-деформованого стану кузова автомобіля-самоскида, при віброударному розвантаженні вантажу бокові стіни кузова будемо розглядати, як пластини 1, що зв'язані стержневою рамою 2 (рис. 2,а) і закріплені шарнірами в точках N і M (рис. 2). Розрахунок такої схеми вимагає застосування теорії оболонок і теорії стержневих систем в комплексі. При виконанні розрахунків напружено-деформованого стану, коли конструкція і навантаження симетричні відносно вертикальної повздовжньої площини, що проходить через точки $ABCDE$ (площина симетрії кузова), достатньо розглянути тільки половину системи (рис.2,а). Зі сторони відкинutoї частини введені зв'язки, що відповідають згинальним моментам M_{zx_i} , M_{zy_i} . Розглянемо просторову схему навантаження кузова автомобіля-самоскида на рисунку 2. До навантажень кузова, що симетричні відносно середньої вертикальної площини, відносяться наступні:

1) Сила ударної взаємодії, що діє на дно кузова від гідроімпульсного віброударного пристрою розвантажувача: $q_y = F_y / 2(2l_y + l_x)$,

де l_y , l_x – довжина ребер жорсткості по яким прикладена ударна сила від гідроімпульсного віброударного пристрою.

2) Сила тяжіння від частини кузова, що розподілена по площі днища кузова $ABCDEFGHKL$: $q_k = M_k / S_{ABCDEFGHKL}$,

де M_k – маса частини кузова $ABCDEFGHKL$;

$S_{ABCDEFGHKL}$ – площі днища кузова $ABCDEFGHKL$.

3) Сила тяжіння від бортів кузова, що розподілена по площі днища кузова $ABCDEFGHKL$: $q_b = M_b / l_b$, де M_b , l_b – маса і довжина бортів кузова автомобіля-самоскида.

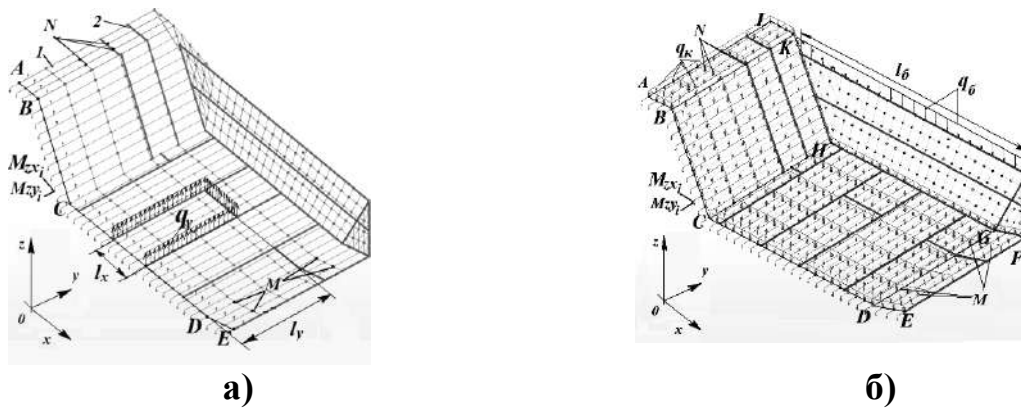


Рис.2. Схема навантаження кузова:
а) – схема навантаження кузова від гідроімпульсного віброударного пристрою розвантажувача на дно кузова автомобіля-самоскида; б) – схема навантаження кузова від сили тяжіння кузова

Для розрахунку напружено-деформованого стану кузова автомобіля-самоскида скористаємось методом сил [4, 5, 6], в матричному виді, із застосуванням ЕОМ. Для цього складаємо матрицю B_I ординат одиничних епюр. Цей етап складається із вибору основної системи і невідомих X_i , розрахунку ординат епюр внутрішніх сил ($M_z, M_y, M_x, Q_y, Q_z, N$) від $X_i=1$ і запису цих ординат у визначеному порядку у виді матриці B_I . Пластини 1 і стержні 2 кузова (рис. 2) розбивають на малі ділянки t , в межах яких епюри від усіх $X_i=1$ прямолінійні (рис. 3). Ординати епюр розраховують по кінцях А і В ділянок t . Середнє значення ділянки t позначимо буквою С (рис. 3).

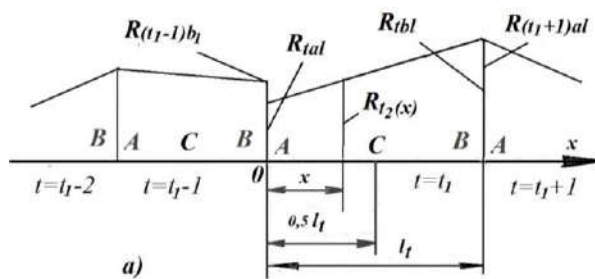


Рис. 3. Схема позначення малих ділянок пластин і стержнів, а також епюр внутрішніх сил

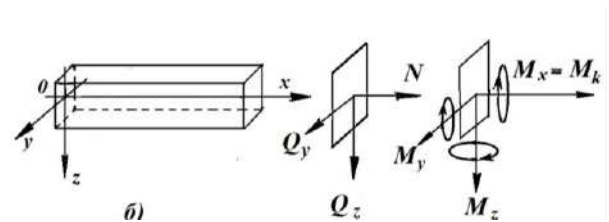


Рис. 4. Схема позначення малих ділянок пластин і стержнів, і напрямлення внутрішніх сил які діють на них

Формуємо універсальну матрицю B_I , для якої прийнята загальна форма, що включає ординати одиничних епюр усіх видів внутрішніх сил $M_z, M_y, M_x, Q_y, Q_z, N$ (рис. 4).

$$B_I = \begin{Bmatrix} L_{Mz} \\ L_{My} \\ L_{Mx} \\ L_{Qz} \\ L_{Qy} \\ L_N \end{Bmatrix} = \begin{matrix} & \begin{matrix} X1 & X2 & \dots & X3 & \dots & Xn & t \end{matrix} \\ \begin{matrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1i} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2i} & \dots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{t1} & c_{t2} & \dots & c_{ti} & \dots & c_{tn} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{h1} & c_{h2} & \dots & c_{hi} & \dots & c_{hn} \end{matrix} & \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ t \\ \vdots \\ h \end{matrix} \end{matrix},$$

де $L_{Mz}, L_{My}, L_{Mx}, L_{Qz}, L_{Qy}, L_N$ - матриці-блоки, що містять ординати епюр тільки одного виду сил у відповідності з індексом;

c_{ii} - матриці-блоки (стовбці), що містять по два елементи (ординати на кінцях А і В ділянки t епюри від $X_i=I$ (рис.3)).

Якщо на ділянці t розташована епюра згинальних моментів M_z , тоді:

$$c_{ii} = \begin{Bmatrix} M_{z\ ai} \\ M_{z\ bi} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} R_{t\ ai} \\ R_{t\ bi} \end{Bmatrix},$$

де $M_{z\ ai}, M_{z\ bi}$ - згинальні моменти $M_z=R$ відповідно на кінцях А і В ділянки t від $X_i=I$. R - буква, що замінює позначення внутрішньої сили у відповідності з номером t ($M_z, M_y, \dots N$).

Наступним етапом являється побудова матриці податливості, яка повинна містити геометричні характеристики ділянок стержнів розрахункової схеми і модулі пружності. Така матриця повинна мати структуру, що відповідає вибраній матриці B_I і формулі, що визначає матрицю D , коефіцієнтів при невідомих в канонічних рівняннях.

Крім матриць B_I, \bar{B}_p і U , для розрахунку розглядаємої конструкції на дію заданих груп зовнішніх сил необхідно скласти матрицю P зовнішніх навантажень, пропорційних величинам $P_1, P_2, P_3, \dots, P_m$. В матриці P кожний стовпець відповідає варіанту поєднання одночасно діючих сил:

$$P = \begin{Bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \vdots \\ P_m \end{Bmatrix}.$$

Кінцевий результат розрахунку у виді матриці S внутрішніх сил в перерізах А і В усіх ділянок t заданої статично невизначеної системи визначається загальною матричною формулою:

$$S = (\bar{B}_p - B_I D^{-1} \bar{D}_p) P. \quad (4)$$

Розрахунки на основі формули (4) виконують на ЕОМ по стандартним програмам. Матриця S містить стільки ж стовпців, скільки і матриця P . Невідомі

ординати епюр внутрішніх сил $P_1, P_2, P_3, \dots, P_m$ для кожної комбінації зовнішніх сил розташовуються в окремому стовпці по порядку номерів t .

На основі вище викладеного метода розрахунку кузова автомобіля-самоскида, в програмі APM Structure3D був змодельований і розрахований реальний кузов автомобіля-самоскида марки КамАЗ-55111 і отримані картини напружено-деформованого стану кузова автомобіля-самоскида (рис. 5).



Рис. 5. Результати дослідження напружено-деформованого стану кузова автомобіля-самоскида марки КамАЗ-55111 при віброударному розвантаженні:

а) картина розподілення напружень в кузові при ударі розвантажувального пристрою по днищу кузова; б) картина переміщення ділянок кузова при ударі розвантажувального пристрою по днищу кузова.

Висновок

На основі отриманих результатів моделювання і розрахунку реального кузова автомобіля-самоскида марки КамАЗ-55111 (рис. 5) можна зробити наступні висновки:

- 1) Основні концентрації напружень в кузові виникають в місцях з'єднання ребер жорсткості з пластинами кузова.
- 2) Максимальний прогин днища кузова знаходиться в місті найбільшого накопичення вантажу.

Список використаних джерел

1. Пат. 22795 Україна, МПК В 65 G 67/32. Вібраційний високочастотний пристрій для розвантаження і очищення кузовів автомобілів-самоскидів / Р. Д. Іскович-Лотоцький, Р.Р. Обертюх, Я. В. Іванчук. № u200613724; заявл. 25.12.2006; опубл. 25.04.2007, Бюл. №5.

2. Іскович-Лотоцький Р.Д., Веселовська Н.Р. Гнатюк О.Ф. Перспективний віброударний пристрій для розвантаження транспортних засобів. *Вібрації в техніці та технологіях*. Вінниця. 2021. №3(102). С. 43–51.

3. Веселовська Н.Р., Ялина О.О., Янішевський В.Ю. Розробка алгоритму діагностування дефектів зубозабезпечення у редукторах самохідних сільськогосподарських машин. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. Вінниця. 2020. № 3(110). С. 16-23.

4. Веселовська Н. Р., Терещенко О. П., Малаков О. І. Процес зрізу

рослинності різальними апаратами сегментно-пальцевих косарок. *Вісник машинобудування та транспорту*. Вінниця. 2020. №2 (12). С.19-24.

5. Веселовська Н. Р., Шаргородський С. А. Методика оцінки ефективності та надійності функціонування вібраційних машин. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. Вінниця. 2019. № 4 (107). С. 47–53.

6. Веселовська Н.Р., Зелінська О. В., Іванчук Я. В., Гнатюк О.Ф. Моделювання робочих режимів вібраційних та віброударних машин. *Техніка, енергетика, транспорт в АПК*. Вінниця. 2019. № 1(104). С. 56–64.

Роман ХАРЧЕНКО*³,
студент 2-го року навчання,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛІННЯ КОЛІСНИМИ МАШИНАМИ

***Анотація.** Розглянута необхідність підвищення ефективності роботи класного машинно-тракторного агрегату на основі застосування електромеханічної системи управління рухом. При розробці електромеханічної системи управління рухом колісними сільськогосподарськими машинами доцільно використовувати моделі управління, які прогнозують положення трактора.*

***Anotation.** The need to increase the efficiency of the class machine-tractor unit based on the use of electromechanical motion control system is considered. When developing an electromechanical control system for wheeled agricultural machinery, it is advisable to use control models that predict the position of the tractor.*

Вступ. Останнім часом в конструкторсько-дослідній роботі широко використовується ідеологія математичного моделювання поведінки механічних систем. Суть її полягає в тому, що велика частина механічної системи, за винятком досліджуваного вузла, описується механіко-математичною моделлю. Це дозволяє значно знизити фінансові та часові витрати, а також виявити недоліки системи на ранній стадії розробки, до початку стадії експериментів на реальній техніці. При розробці математичної моделі в більшості випадків приймається ряд припущень або спрощень: заміна коліс однієї осі одним еквівалентним, не враховуються дії аеродинамічних сил і гіроскопічних моментів обертючих коліс, рух автомобіля приймається тим, що відбувається з однаковою швидкістю і ін.

*Науковий керівник: к.т.н., доцент, завідувач кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці Солон О.В.

Виклад основного матеріалу. При розробці моделі управління рухом колісної машини застосовують теорію автоматичного управління [1,2] Або спрощені напівемпіричні підходи [3,4]. Крім того, сучасною тенденцією є використання алгоритмів, заснованих на нечіткій логіці [5,6].

Багато ранніх моделей ґрунтуються на тому, що поведінка водія може бути апроксимувати лінійною і незалежною від часу динамікою. Вони відомі як моделі з функцією передачі [7,8]. Найбільш пізня модель з цієї групи STI (Systems Technology Incorporation). STI використовує в якості входу не тільки поперечне зміщення транспортного засобу від задається траєкторії, але і кривизну траєкторії руху. Сигнали зворотного зв'язку включають помилку кривизни, помилку відхилення від заданої траєкторії і кутову швидкість. Моделі з функцією передачі застосовуються для опису поведінки водія при малих збуреннях.

До іншої групи напівемпіричних моделей відносяться прогностні моделі [9]. У таких моделях відбувається оцінка (прогнозування) розташування колісної машини через певний проміжок часу. Однією з найпоширеніших і ефективних прогностних моделей управління є модель Макадама. В основі управління лежать спрощені лінійні рівняння руху автомобіля з двома ступенями свободи. Кут повороту рульового колеса обчислюється виходячи з мінімізації відхилення прогнозованої траєкторії екіпажу від заданої бажаної траєкторії (рисунок 1.1).

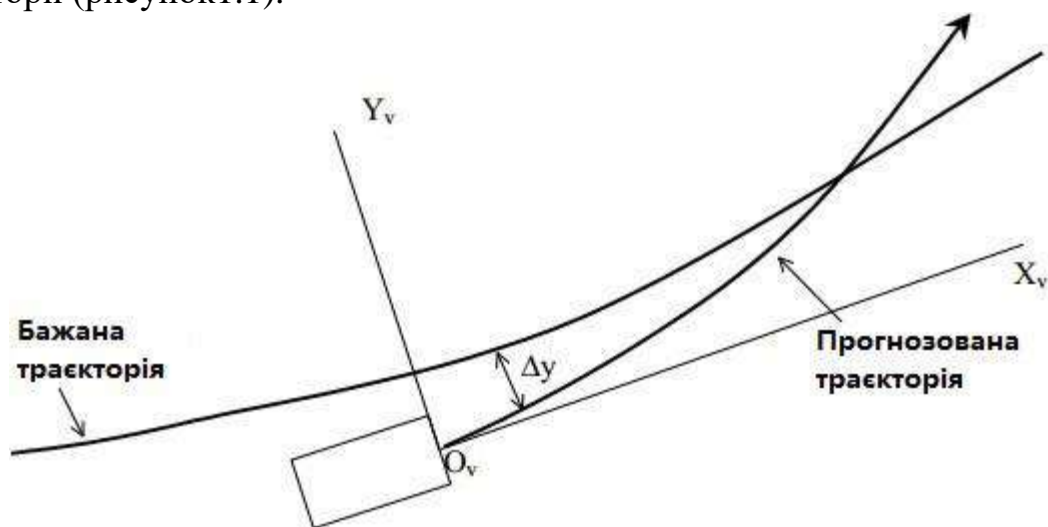


Рис. 1.1 - Прогнозована і бажана траєкторії руху

При заданому значенні кута повороту ψ керованого колеса, спрощена велосипедна модель автомобіля (Рис. 1.2) має два ступені свободи: поперечне відхилення центру мас y і кут повороту ψ навколо вертикальної осі.

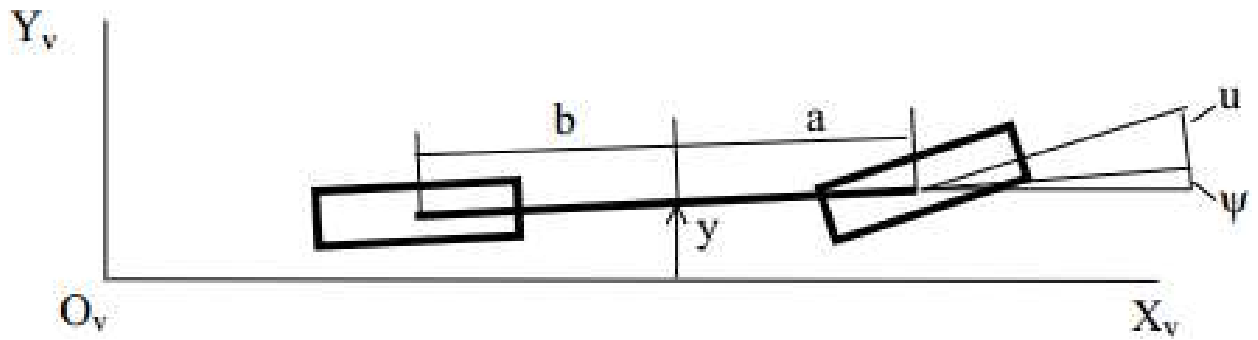


Рис. 1.2 - Велосипедна модель автомобіля

Лінійні рівняння руху в цих змінних мають вигляд:

$$\begin{aligned}
 \dot{y} &= v_x \psi + v_y, \\
 \dot{\psi} &= \omega_z, \\
 M v_y &= \frac{C_f - C_r}{v_x} y + \left(\frac{C_r b - C_f a}{v_x} - M v_x \right) \omega_z + C_f u, \\
 L_z \omega_z &= \frac{C_f b - C_r a}{v_x} y + \frac{C_f a^2 - C_r b^2}{v_x} \omega_z + C_f a u,
 \end{aligned} \tag{1.1}$$

де v_x, v_y - проекції швидкості центру мас на поздовжню і поперечні осі екіпажу; ω_z - кутова швидкість щодо вертикальної осі; a, b - відстань від центру мас до передньої і задньої осі; M, I_z - маса і момент інерції екіпажу щодо вертикальної осі; C_f, C_r - наведені (сумарні) коефіцієнти опору бічному відведенню передніх і задніх коліс.

Визначають величиною, яка є поперечна координата центру передньої осі, що визначається виразом:

$$y_v = y + a\psi \tag{1.2}$$

У матричній формі з урахуванням(1.1)і(1.2):

$$\begin{aligned}
 \dot{x} &= Ax + Bu, & y_v &= C T x, \\
 x &= \begin{pmatrix} y \\ \psi \\ v_y \\ \omega_z \end{pmatrix}, & A &= \begin{pmatrix} 0 & v_x & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -\frac{C_f - C_r}{M v_x} & \frac{C_r b - C_f a}{M v_x} - v_x \\ 0 & 0 & \frac{C_f b - C_r a}{I_z v_x} & -\frac{C_f a^2 + C_r b^2}{I_z v_x} \end{pmatrix}, \\
 & & B &= \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ C_f / M \\ C_f a / I_z \end{pmatrix}, & C &= \begin{pmatrix} 1 \\ a \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}.
 \end{aligned} \tag{1.3}$$

З припущенням $u = const$ спільне рішення системи рівнянь(1.3)має

вид:

$$x(t) = e^{At}x_0 + \int_0^t e^{A(t-\tau)} B d\tau, \quad y_v(t) = F(t)x_0 + g(t)u \quad (1.4)$$

де x_0 - матриця стовпець початкових умов, $F(t)$ - матриця-рядок розміром 1×4 , $g(t)$ - скалярна функція(1.5):

$$F(t) = CeAt, \quad g(t) = \int F(\tau) B \quad (1.5)$$

Управління u_{opt} , яке мінімізує відхилення прогнозованої траєкторії $\Delta y(t) = y_d(t) - y_v(t)$ від бажаної $y_d(t)$, на інтервалі часу прогнозу.

$$u_{opt} = \frac{\int_0^{T_p} (y_d(\tau) - F(\tau)x_0)g(\tau)d\tau}{\int_0^{T_p} g^2(\tau)d\tau}$$

Подальшим розвитком моделі Макадама є модель з прогнозуванням другого порядку. У моделі управління рульового колеса розраховується безперервно на кожному кроці інтегрування рівнянь руху. Передбачається, що водій «дивиться» вперед на відстань L_p , залежне від поздовжньої швидкості руху автомобіля v , $L_p = vT_p$, T_p - час прогнозування. Схема управління зі зворотним зв'язком представлена на малюнку 1.3.

Блок прогнозування $P(s)$ дозволяє визначити поперечну координату точки на бажаній траєкторії руху на відстані L_p від центру передньої підвіски. Водій прогнозує поперечне зміщення автомобіля y_p за час T_p з використанням поточних значень поперечної швидкості та поперечного прискорення.

У операторній формі передавальні функції мають вигляд: $P(s) = e^{T_p s}$ - прогнозування; $H(s) = K e^{-t_d s}$, $LH(s) = \frac{k}{l_p} e^{-t_d s}$, $L_p = vT_p$ -управління; $B(s) = 1 + T_p s + \frac{T_p^2 s^2}{2}$ - зворотній зв'язок.

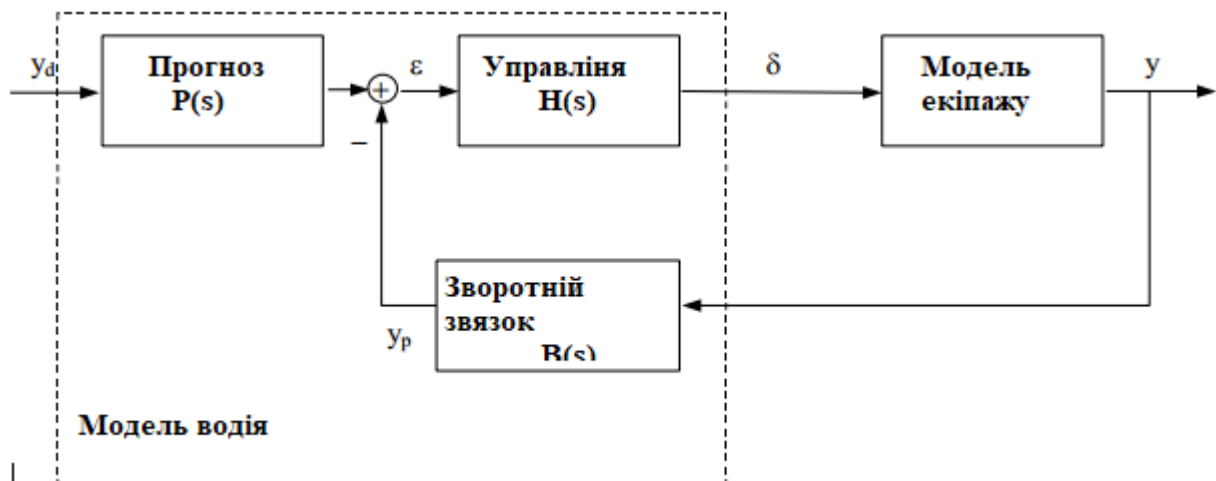


Рис. 1.3 - Схема управління для моделі з прогнозуванням другого порядку

Після перетворення в тимчасову область отримаємо:

$$\varepsilon(t) = y_d(t - T_p) - y_p,$$

$$y_p = T_p y(t) + \frac{T_p^2 y(t)}{2},$$

$$\delta(t) = \frac{K}{L_p} \varepsilon(t - t_a).$$

де y, y_p, y_d - реальна, прогнозована і бажана поперечні координати; δ - кут повороту рульового колеса; K - коефіцієнт посилення.

Таким чином, управління обчислюється:

$$\delta(t) = \frac{K}{L_p} \left(y_d(t + T_p - t_a) - T_p y(t - t_a) - \frac{T_p^2 y(t - t_a)}{2} \right),$$

Наведенні результати математичного моделювання керованого руху з управлінням по методиці з прогнозуванням положення колісної машини та результати моделювання руху при використанні регулювання, заснованого на використанні математичної моделі машини, при русі по криволінійній траєкторії дозволяють зробити висновок, що порядок відхилень машини від заданої траєкторії приблизно однаковий.

Отже, можна припустити, що використання обох методик для управління рухом по відносно рівній поверхні забезпечує однакову якість керованого руху

Висновки. Математична модель управління дозволяє значно знизити фінансові та часові витрати, а також виявити недоліки системи на ранній стадії розробки, до початку стадії експериментів на реальній техніці.

Список використаних джерел

1. Броварець О.О. Високоєфективна реалізація технологій точного землеробства на базі систем точного позиціонування та моніторингу стану сільськогосподарських угідь у сучасних технологіях. 2014. № 10(187).
2. Аніскевич Л.В. Войтюк Д.Г., Захарін Ф.М. Навігація і управління рухом безпілотних польових машин. Ніжин: Видавець ПП Лисенко. 2012.
3. Адамчук В.В., Мойсеєнко Землеробство майбутнього і техніка для нього. *Вісник аграрної науки*. 2001. № 1194.
4. Дэн Эсс, Марк Морган Руководство по точному земледелию (The Precision-Farming Guide for Agriculturist), John Deer Publishing, 2004.
5. Огійчук В. Скільки коштує якість. *The Ukrainian Farmer*. 2019.
6. Олійник В. Помічники точного землеробства. *The Ukrainian Farmer*. 2016. № 1.
7. Горда О. Польоти дронів лише починаються. *The Ukrainian Farmer*. 2014. № 12.
8. Броварець О.О. Високоєфективна реалізація технологій точного землеробства на базі систем точного позиціонування та моніторингу стану сільськогосподарських угідь у сучасних технологіях. *Хранение и переработка зерна*. 2014. № 10(187).

9. Жолобецький Г. Інновацій багато не буває. *Пропозиція*. 2014. № 6.

10. Кашаєв І.О., Пугачов Р.В., Шуба І.В., Кашаєв Є.І. Оцінка можливості використання супутникової навігаційної системи Weidou для потреб України. *Системи обробки інформації*.

Катерина ЧМИХ^{4*},
студентка 6 курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

РОЗРОБКА МІКРОПРОЦЕСОРНОГО КОНТРОЛЕРА ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ЛІНІЙНОГО ПЕРЕМІЩЕННЯ РУХОМИХ ОРГАНІВ ВИКОНАВЧИХ МЕХАНІЗМІВ

Анотація. В статті представлена розробка мікропроцесорного контролера, призначеного для вимірювання лінійного переміщення рухомих органів виконавчих механізмів. Представлена електрична принципова схема, розроблене програмне забезпечення.

Ключові слова: мікропроцесорний пристрій, контролер, елементні бази, аналогова комутація.

Abstract. The article presents the development of a microprocessor controller designed to measure the linear movement of moving parts of actuators. The electric schematic diagram, the developed software are presented.

Keywords: microprocessor device, controller, element bases, analog switching.

Вступ. Контрольно-вимірювальна техніка займає одне з перших місць по широті й ефективності застосування МП-засобів. Вбудований у вимірювальний прилад мікропроцесорний пристрій (МПП) розширює його можливості, додає нові якості. Такий прилад називається програмувальним (ПрВП); МПП може виконувати наступні функції:

- керування (видача керуючої інформації всім компонентам приладу, реконфігурація структури приладу при відмовленнях окремих блоків, формування керуючих сигналів для відображення інформації, переключення різних алгоритмів керування);

- контроль працездатності, вірогідності результатів, діагностику і локалізацію несправностей;

*Науковий керівник – к.т.н., доцент Возняк О.М., кафедри елетроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

- обробку інформації в цифровій формі (калібрування приладу, розрахунок погрішностей, визначення мінімальних і максимальних значень параметрів, перерахування параметрів, розрахунок миттєвої потужності й енергії сигналу, лінеаризація, стиск інформації, апроксимація, масштабування, нормування, корекція, обчислення допусків, середнього значення, логарифмів, зведення в ступінь, добуття кореня, перетворення форми з фіксованої коми у форму, що плаває і назад);

- організацію зв'язку з людиною-оператором (звільнення від рутинних операцій, наприклад настроювання, обчислення відхилень і інших; представлення інформації в зручній і доступній для огляду для людини формі; програмна підтримка функціональної клавіатури, що заміняє окремі ручки керування; забезпечення вибору безконфліктного положення перемикачів у приладах зі складним керуванням);

- сполучення із системою й іншими приладами (реалізація різних інтерфейсних функцій, перетворення форматів даних, адаптація до різних вхідних сигналів).

Для виконання перерахованих функцій необхідна розробка відповідної структури і програмного забезпечення МПУ. Можна реалізувати наступні структури:

- універсальної мікро-ЕОМ зі стандартною чи спеціальною системою програмування; при цьому блоки вимірювального засобу підключаються як зовнішні пристрої – з використанням адресного простору, відведеного для зовнішніх пристроїв;

- мікро-ЕОМ з обмеженими можливостями (наприклад, обмежений адресний простір – частина шин адреси віддається під адреси блоків вимірювального засобу, при цьому ємність оперативної пам'яті скорочується);

- спеціального призначення – на базі програмувальних БІС чи секційних МП-комплектів зі спеціальним програмним чи мікропрограмним забезпеченням.

Структура першого типу доцільна при розробці складного багатофункціонального вимірювального засобу. Друга має менші можливості, але вимагає і менших апаратних витрат, вона доцільна при побудові вимірювальних засобів з малим числом блоків і вимірювальних функцій. Структура третього типу спрямована на оптимальне рішення вимірювальної задачі, вимагає розробки програмного забезпечення (системи команд, мікрокоманд).

Метою даної роботи являється розробка мікропроцесорного контролера, призначеного для вимірювання лінійного переміщення рухомих органів виконавчих механізмів.

Розробка перетворювача частота-напруга. Розробленні спеціальні мікросхеми, які відносяться до високоточних АЦП, що здійснюють перетворення напруги в частоту і навпаки. Мікросхема КР1108ПП1 перетворює позитивні та негативні рівні напруги ± 10 В в імпульси прямокутної форми з каліброваною тривалістю, а також служить для перетворення частоти в напругу.

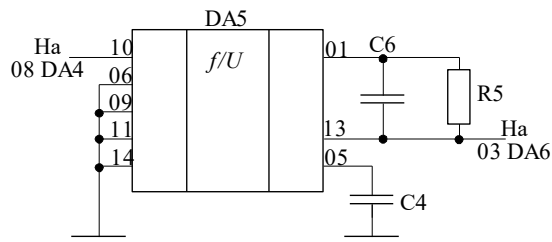


Рисунок 1 – Схема включення мікросхеми КР1108ПП1 в режим перетворювача частота-напруга.

В даному курсовому проекті мікросхема КР1108ПП1 використовується в якості перетворювача частота-напруга. Значення номіналів навісних елементів при різних значеннях частоти вхідного сигналу наведена в таблиці

Таблиця 1 – Номінали навісних елементів КР1108ПП1

f_c , КГц	10	100	500
$R5$, КОм	40,2	40,2	20,1
$C4$, пФ	3600	300	2x47
$C6$, мкФ	0,1	0,1	0,1

Згідно технічного завдання вихідний сигнал датчика змінюється в діапазоні $0 \div 100$ КГц. Отже номінали навісних елементів, приведені до ряду E24, будуть наступними: $R5 = 39 \text{ КОм}$, $C4 = 300 \text{ пФ}$, $C6 = 0,1 \text{ мкФ}$.

Напруга на виході $DA5$ змінюється від 0 до

$$U = K \cdot R5 \cdot C4 \cdot f_c, \quad (1)$$

де $K=7 \div 8$.

Отже

$$U = 7 \cdot 39000 \cdot 300 \cdot 10^{-12} \cdot 100 \cdot 10^3 = 8.19 \text{ (В)} \quad (2)$$

Конденсатори в пристрої використаємо типу К21-9, К10У-5.

Розробка модулю аналого-цифрового перетворення. В модулі АЦП використано інтегральний АЦП послідовного наближення, у склад якого входять всі вузли, необхідні для реалізації аналого-цифрового перетворення, типу К1108ПВ1.

Десятирозрядний АЦП К1108ПВ1 (рисунок 2) може працювати як із зовнішнім, так і з внутрішнім тактовим генератором. У першому випадку на вхід С подаються тактові імпульси з виходу ЕЗЛ інвертора (рівні -0,9; -1,7 В), а в другому цей вхід з'єднується з загальним проводом ємністю 25 пФ. Ця ємність може бути збільшена у випадку, якщо потрібно знизити частоту тактового генератора і відповідно збільшити час перетворення. Замість ємності може бути

включений кварцовий резонатор, що має резонансну частоту, приблизно рівну 13,6 МГц.

Усі цифрові входи АЦП К1108ПВ1, за винятком входів С і V, розраховані на роботу з цифровими ТТЛ-схемами. Вхід С, як уже згадувалося, оперує із сигналами, характерними для ЕЗЛ-схем. Вхід V дозволяє використовувати АЦП як у повному десятирозрядному режимі (час перетворення 0,9 мкс), так і в укороченому вісьмирозрядному (час перетворення 0,75 мкс). У першому випадку вхід V слід з'єднати з цифровою землею, а в другому - із джерелом живлення U_{n2}^- , що видає напругу $-5,2$ В. Мікросхема має два виводи, що відповідають напрузі живлення $-5,2$ В: вивід 15 - живлення аналогової частини і вивід 12 - живлення цифрової частини АЦП.

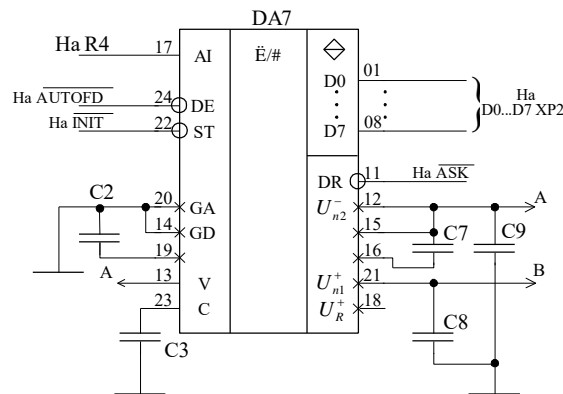


Рисунок 2 – Включення АЦП типу К1108ПВ1. Схема електрична принципова.

У розглянутому перетворювачі мається внутрішнє джерело опорної напруги $2,5 \pm 0,1$ В. Для частотної корекції цього джерела потрібно включити конденсатор ємністю $0,47$ мкФ між виводом 19 мікросхеми і землею. Опорна напруга U_R можна зняти з виводу 18 і використовувати, наприклад, для зсуву початкового рівня вхідного підсилювача, але споживаний цим ланцюгом струм не повинний перевищувати 1 мА. Внутрішнє джерело U_R має відносний температурний коефіцієнт напруги $\pm(30 \div 100) \cdot 10^{-6}$.

Якщо точність внутрішнього джерела U_R виявляється недостатньою, то можна використовувати зовнішнє, більш точне джерело, що приєднується до виводу 18 мікросхеми. При цьому для відключення внутрішнього джерела необхідно з'єднати вивід 19 через резистор $0,1$ КОм з землею. Кодові виходи АЦП можуть бути переведені у високоомний стан подачею одиничного сигналу на вхід \overline{DE} . Для частотної корекції внутрішнього ОП і для зниження вихідного опору джерел живлення необхідно приєднати конденсатори до виводів мікросхеми 12, 15, 16, 21. Для циклічної роботи перетворювача слід вхід запуску \overline{ST} з'єднати з землею. Вихід «готовність даних» \overline{DR} використовується для синхронізації системи зчитування вихідного коду АЦП. У процесі чергового перетворення на кодовому виході АЦП присутній код, що відповідає результату

попереднього перетворення. Вхідна напруга АЦП К1108ПВ1 може змінюватися в діапазоні від 0 до $\frac{8U_R}{7}$, тобто від нуля до приблизно трьох вольт. Вхідний струм АЦП складає 5 мА.

Для більш простого спряження АЦП із комп'ютером через 8-ми розрядну шину даних паралельного порту, використаємо властивість даного АЦП переключатись в 8-ми розрядний режим перетворення. Для цього під'єднаємо вивід 13 до джерела напруги $-5,2$ В. Для роботи АЦП застосуємо внутрішній тактовий генератор, для чого вивід 23 через ємність 25 пФ з'єднаємо із землею.

Розробка пристрою вибірки зберігання. В якості схеми вибірки-зберігання можна використати мікросхему К1100СК2 – пристрій вибирання та зберігання аналогового сигналу, який запам'ятовує за командою, що надходить на логічний вхід C_1 , миттєве значення $U_{ВХ}$ та підтримує постійне значення на виході $U_{ВИХ}$. Схема включення К1100СК2 наведена на рисунку 8. Логічна одиниця рівня ТТЛ на вході керування C_1 відповідає режиму вибирання, логічний нуль – режиму зберігання. Ємність конденсатора C_5 вибирається рівною 1000 пФ.

На виході пристрою вибірки зберігання стоїть резистивний подільник напруги, зібраний на елементах R_4, R_6 . Коефіцієнт підсилення подільника визначається як

$$K_{II} = \frac{R_6}{R_4 + R_6} \quad (3)$$

Застосування подільника викликано необхідністю узгодження за рівнем сигналу пристрою перетворення частота напруга ($U_{\max} = 8.19$ В) і входом АЦП ($U_{\max} = 2.85$ В). Таким чином коефіцієнт підсилення повинен дорівнювати:

$$K_{II} = \frac{2.85}{8.19} = 0.35 \quad (4)$$

Прийmemo $R_6 = 10$ КОм. Тоді

$$R_4 = R_6 \frac{1 - K_{II}}{K_{II}} \quad (5)$$

$$R_4 = 10^4 \frac{1 - 0.35}{0.35} \approx 18(\text{КОм}) \quad (6)$$

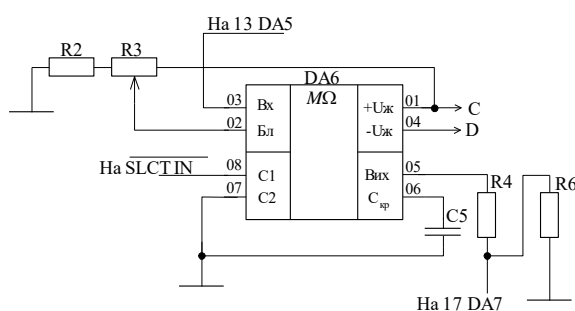


Рисунок 3 – Пристрій вибірки зберігання К1100СК2. Схема електрична принципова.

Розрахунок похибки вимірювання мікроконтролера. Похибка вимірювання мікроконтролера визначається кроком дискретизації АЦП. На вході АЦП напруга змінюється в діапазоні від 0 до 2,85 В, а на 8-ми розрядному виході дискретизується в 255 значень. Зміна напруги на вході при якій на виході АЦП відбувається зміна знаку в молодшому розряді дорівнює:

$$\frac{2.85}{255} = 0.0112(V) \quad (7)$$

Така зміна напруги на вході АЦП викликається зміною частоти імпульсів на вході DA5 рівною:

$$\frac{0.0112 \cdot 100000}{2.85} = 393(\Gamma\text{ц}) \quad (8)$$

Відповідно така зміна частоти на виході датчика зумовлена зміною положення чутливого елемента на:

$$\frac{393 \cdot 1100}{100000} = 4.32(\text{мм}) \quad (9)$$

Отже похибка вимірювання мікроконтролера становить 4,32 мм.

Висновки. В результаті виконання даної роботи було розроблено контролер, призначений для вимірювання лінійного переміщення рухомих органів виконавчих механізмів. За обраною структурою пристрою було побудовано схему електричну принципіву, розроблено програмне забезпечення. Похибка вимірювання складає 4,32 мм. При необхідності зменшення похибки вимірювання можна рекомендувати збільшити розрядність АЦП. Так використання 10-розрядного АЦП зменшує похибку до 1,2 мм. Але при цьому ускладниться розробка пристрою, так як виникне потреба в мультиплексуванні шини даних.

Список використаних джерел

1. Компанець М.М., Мікроелектронні елементи автоматики та вимірювальної техніки: навч. посіб. Вінниця: ВДТУ, 1999. 205 с.
2. Лихтциндер Б.Я. Микропроцессоры и вычислительные устройства в радиотехнике. Вища школа, 1988. 367 с.
3. Проектування мікропроцесорних засобів автоматики. Під загальною редакцією А.Я. Кулика: навч. посіб. Вінниця. ВДТУ, 2001. 235 с.
4. Терещук Р.М., Полупроводниковые приемно-усилительные устройства: наукова думка. 1987. 258 с.

Сергій ЯНІШЕВСЬКИЙ^{5*},
студент 2-го курсу,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ХАРАКТЕРИСТИК ДОЗУЮЧОГО ВУЗЛА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ САМОХІДНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МАШИНИ З ВРАХУВАННЯМ ПОПУТНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА КЕРОВАНІ КОЛЕСА

***Анотація.** Публікація присвячена аналізу результатів дослідження математичної моделі гідростатичної системи рульового керування із використання дозуючого вузла на базі осьового золотника. У результаті проведеного аналізу запропоновані значення параметрів системи при яких забезпечуються вимоги до системи керування сільськогосподарської машини.*

***Abstract.** The publication is devoted to the analysis of the results of the research of the mathematical model of the hydrostatic steering system on the use of the dosing unit on the basis of the axial spool. As a result of the analysis the values of system parameters at which requirements to systems of this type are provided are offered.*

Вступ. Впровадження нових технологій у сільськогосподарське виробництво а саме: комплексна обробка з використанням різних за призначенням робочих органів; застосування технологій точного висіву культур; розробка нових зразків технологічних машин сільськогосподарського призначення – призвело до підвищення вимог до самохідних сільськогосподарських машин. Однією із систем даних машин, яка відповідає за точність і якість переміщення машинно-тракторного агрегату по агрофону є система забезпечення руху машини по заданій траєкторії. На протязі останніх 20 років, виробники сільськогосподарської техніки все більше використовують у складі своїх машин гідростатичні системи керування. Системи цього типу відрізняються від механічних і гідромеханічних систем своєю компактністю, надійністю, легкістю у обслуговуванні. Спроби побудувати гідростатичні системи керування на базі комплектуючих вітчизняного виробництва наштовхнулись на проблеми пов'язані з втратою керованості машиною у випадку виникнення навантаження, яке діє на керуючі колеса у напрямку їх повороту, та інші проблеми конструктивного та технологічного характеру. Тому вирішення даних проблем є актуальною задачею.

Особливої актуальності набуває проблема роботи гідростатичної системи керування для тракторів з рамою, що складається з двох половин, або для технологічних машин з причепом. Даний недолік є характерним не тільки для

*Науковий керівник: Шаргородський С.А. к.т.н., доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

вітчизняних насосів - дозаторів, але й для аналогічних агрегатів, які випускаються закордонними виробниками.

Мета і задачі дослідження. Мета даної роботи - поліпшення характеристик насосів-дозаторів вітчизняного виробництва типу МРГ.01 шляхом проведення дослідження впливу параметрів системи на її роботу при дії попутного навантаження.

Відповідно задачами дослідження є:

1. Проведення дослідження математичної моделі гідростатичної системи керування мобільною машиною.
2. Дослідження впливу навантаження на якість роботи гідростатичної системи керування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні системи гідростатичного рульового керування знайшли широке застосування у сільськогосподарській техніці [1]. Дана робота присвячена питанням математичного моделювання гідростатичної системи рульового керування з позицій зручності і легкості керування сільськогосподарською машиною. Як відмічається у даній роботі системи гідростатичного рульового керування є досить складними і потребують детального аналізу і оптимізації, що досягається розробкою математичної моделі даної системи із високим ступенем деталізації. Тому віртуальне математичне моделювання є зручним і потужним інструментом для моделювання динаміки системи і розуміння її конструкції та можливостей удосконалення. У даній публікації розглянуто систему гідростатичного рульового керування на базі дозуючого вузла із розподільним золотником кранового типу та дозуючим вузлом героторного типу. Побудована математична модель, вхідним сигналом для якої є поворот керма сільськогосподарської машини, а вихідним – переміщення штока гідравлічного циліндра який у свою чергу здійснює відповідний поворот керованих коліс. Отримані результати дозволяють у повній мірі виконати аналіз системи рульового керування, яка містить подібний набір елементів у своєму складі.

Основні результати досліджень. Дослідження проводилось на основі математичної моделі механізму МРГ.01, що складається з 18 диференціальних рівнянь першого порядку і детально описана у роботі [2]. Система рівнянь, за допомогою яких проводився аналіз, розв'язувалась за допомогою метода Рунге-Кутта-Фельдберга з автоматичною зміною кроку інтегрування. За допомогою даної математичної моделі був досліджений вплив на роботу системи таких параметрів, як величина перекриття робочих вікон золотникового розподільника, швидкість обертання валу дозатора, об'єм дозатора, кут кромки золотникового розподільника, збільшення величини попутного зусилля на штоці гідроциліндра.

Результати дослідження впливу указаних параметрів дозатора та гідростатичної системи на граничне значення величини сили, що прикладена до виконавчих органів системи у напрямку їх руху, при якому система втрачає керованість, показані на рис. 1 - 6. На цих рисунках в площині параметрів γ - R_{15} , показані графічні залежності, які показують характер зміни величини сили

попутного навантаження від величини параметра γ , який визначає геометричні параметри золотника.

Рис. 1 містить графічну інформацію про залежність силових факторів від величини кута γ , які визначені для різного співвідношення геометричних параметрів L_1 та L_2 розподільника: $L_1 = L_2 = 0.4\text{мм}$; $L_1 = L_2 = 0.6\text{мм}$; $L_1 = L_2 = 0.7\text{мм}$

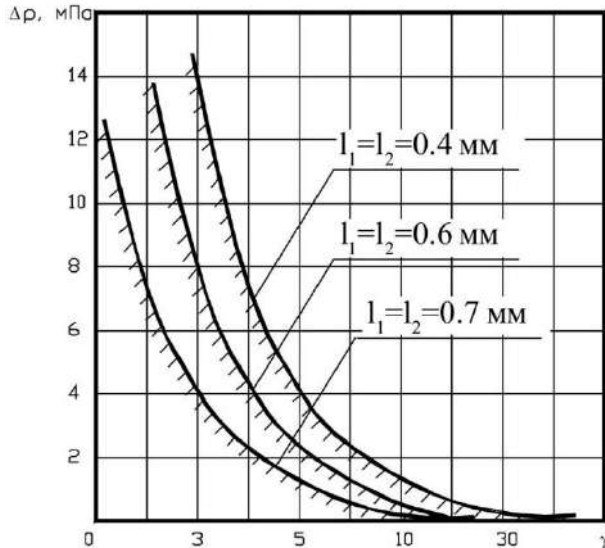


Рис. 1. Залежність області стійкої роботи системи рульового керування від величини перекрытть l_1 та l_2 при: $q = 80\text{ см}^3/\text{рад}$, $F_z = 30\text{ см}^2$, $l_3 = l_8 = 0.6\text{ мм}$, $l_4 = l_7 = 0.9\text{ мм}$, $l_5 = l_6 = -2\text{ мм}$, $l_9 = l_{10} = -0.5\text{ мм}$.

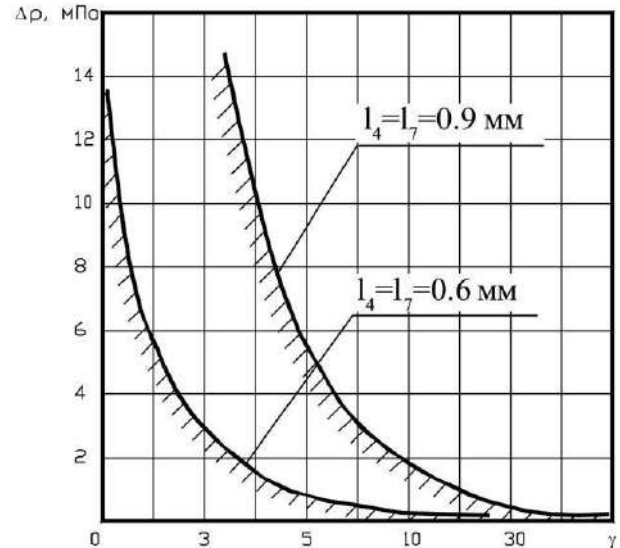


Рис. 2. Залежність області стійкої роботи системи рульового керування від величини перекрытть l_4 та l_7 при: $q = 80\text{ см}^3/\text{рад}$, $F_z = 30\text{ см}^2$, $l_1 = l_2 = 0.6\text{ мм}$, $l_3 = l_8 = 0.6\text{ мм}$, $l_5 = l_6 = -2\text{ мм}$, $l_9 = l_{10} = -0.5\text{ мм}$.

Згідно показаним залежностям при збільшенні кута нахилу робочих поверхонь, гідростатична система рульового керування втрачають здатність утримувати попутне навантаження. Некерований поворот коліс сільськогосподарської машини призводить до виникнення нештатних режимів роботи машини із великою вірогідністю її руйнування. Так при значенні параметра $\gamma > 10^\circ$, межове значення силового впливу, який діє у напрямку руху коліс, має дуже малу величину. З іншого боку зміна кута γ у бік менших значень ускладнює процес виготовлення цього елемента системи та значно збільшує її вартість.

Шляхом зменшення перекрыття кромки першого та другого робочих вікон, які з'єднують канали дозуючого механізму з напірною магістраллю, можливо значно підвищити граничне значення сили, яка діє на виконавчі елементи системи у попутному напрямку (рис. 1). При нахилі кромки золотника під кутом 3° при зменшенні перекрыття кромки від $L_1 = L_2 = 0.7\text{ мм}$ до $L_1 = L_2 = 0.4\text{ мм}$ гранична величина сили зростає від 4 до 14. В останньому випадку граничне значення сили є максимальним на штоці виконавчого гідроциліндра. В той же час при збільшенні кута γ зміна даного геометричного параметра не забезпечує надійної роботи гідростатичної системи з дозуючим вузлом при попутному навантаженні, так як режим некерованої роботи виникає вже при 1.5 .

Рис. 2 містить графічні залежності отримані у результаті дослідження впливу силового фактору на виконавчі органи системи при зміні величини L_4 , та L_7 у широкому діапазоні. При збільшенні перекриття кромок від $L_4 = L_7 = 0.6\text{мм}$ до $L_4 = L_7 = 0.9\text{мм}$ відбувається значне зростання попутного навантаження. Так при значенні $\gamma = 3^\circ$ граничне значення сили попутного навантаження збільшується від 3 до 16. Перекриття $L_4 = L_7 = 0.9\text{мм}$ дозволяє піднести граничне значення до максимальної величини для нормальної роботи системи керування при значенні кута $\gamma = 5^\circ$. При перекритті $L_4 = L_7 = 0.6\text{мм}$ навіть при $\gamma = 3^\circ$ граничне значення попутного навантаження недостатнє для нормальної роботи під попутним навантаженням, тому величину перекриття кромок указаних робочих вікон необхідно збільшувати.

Величина перекриття кромок третього (L_3) і восьмого (L_8) робочих вікон золотникового розподільника не має значного впливу на граничне значення сили попутного навантаження при виконанні робочої кромки з кутом нахилу більшим за $\gamma = 5^\circ$. При такому нахилі кромок золотникового розподільника збільшення перекриття від $L_3 = L_8 = 0.5\text{мм}$ до $L_3 = L_8 = 0.8\text{мм}$ зменшує граничне значення сили попутного навантаження від 6 до 5. При збільшенні кута γ граничне значення сили попутного навантаження суттєво зменшується, обмежуючи можливість нормальної роботи гідростатичної системи рульового керування при попутному навантаженні.

В той же час при нахилі робочої кромки на кут $\gamma = 4^\circ$ граничне значення сили попутного навантаження при зменшенні перекриття L_3, L_8 від 0.8 мм до 0.5 мм збільшується від 8 до 12, що практично перекриває можливі граничні значення сили попутного навантаження для даного типорозміру гідростатичної системи рульового керування.

Таким чином, зменшення величини перекриття L_3, L_8 третього та восьмого робочих вікон дозволяє підвищити граничне значення сили попутного навантаження, хоча вплив даних геометричних параметрів обмежений в порівнянні із попереднім.

На рис. 4 показані залежності граничного значення сили попутного навантаження, розраховані при різних значеннях відкриття кромки п'ятого L_5 і шостого L_6 робочих вікон золотникового розподільника, які утворюють відкритий центр у його нейтральному положенні. Зменшення відкриття даних робочих вікон $L_5 = L_6 = -1.8\text{мм}$ дозволяє забезпечити достатньо високе граничне значення сили попутного навантаження навіть при куті нахилу γ кромки золотника до 10° . При малих значеннях кута γ границя значення сили попутного навантаження значно перевищує можливі для даного типорозміру системи рульового керування величини попутного навантаження. При чому ефект при зменшенні відкриття даних вікон значно перевищує той, що мав місце при зменшенні перекриття третього та восьмого робочих вікон. Використання даного заходу по підвищенню граничного значення сили попутного навантаження

повинно узгоджуватись з негативними наслідками зміни цих параметрів, які розглядалися у попередньому розділі.

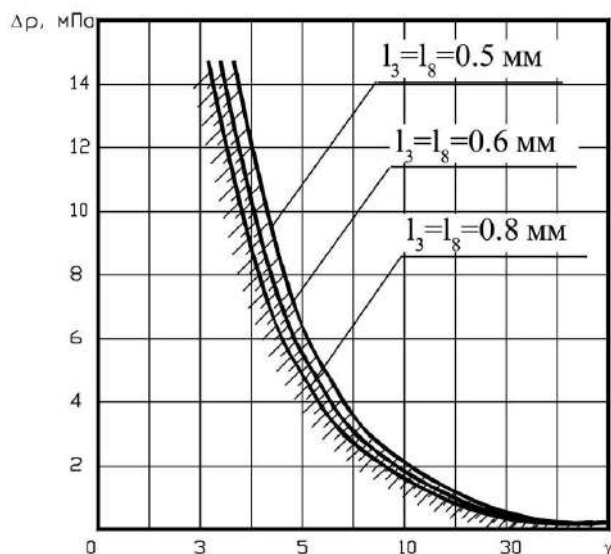


Рис. 3. Залежність області стійкої роботи системи гідрооб'ємного рульового керування від величини перекриття третьої (l_3) та восьмої (l_8) конічних кромки золотникового розподільника, при: $q=80 \text{ см}^3/\text{рад}$, $w_1=20 \text{ об/хв}$, $Fz=30 \text{ см}^2$, $l_1=l_2=0.6 \text{ мм}$, $l_4=l_7=0.9 \text{ мм}$, $l_5=l_6=-2 \text{ мм}$, $l_9=l_{10}=-0.5 \text{ мм}$.

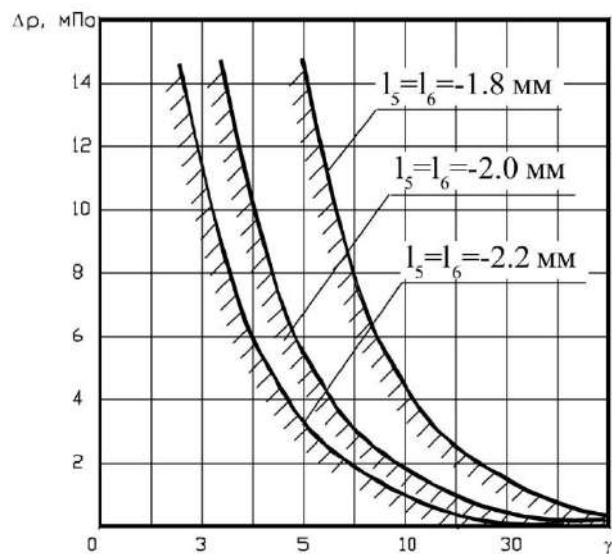


Рис. 4. Залежність області стійкої роботи системи гідрооб'ємного рульового керування від величини перекриття п'ятої (l_5) та шостої (l_6) конічних кромки золотникового розподільника, при: $q=80 \text{ см}^3/\text{рад}$, $w_1=20 \text{ об/хв}$, $Fz=30 \text{ см}^2$, $l_1=l_2=0.6 \text{ мм}$, $l_3=l_8=0.6 \text{ мм}$, $l_4=l_7=0.9 \text{ мм}$, $l_9=l_{10}=-0.5 \text{ мм}$.

Значний вплив на допустиме значення силового впливу на виконавчі органи системи керування має частота обертання ω_1 . Показані графічні залежності (рис. 5) містять залежності межових значень силових факторів від величини кута нахилу γ кромки робочого вікна, для наступного співвідношення параметрів 1 - $\omega_1=10 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$; 2 - $\omega_1=20 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$; 3 - $\omega_1=30 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$. Збільшення кутової швидкості ω_1 , призводить до зменшення граничної сили на виконавчих органах системи, і навпаки, при зменшенні кутової швидкості рульового колеса, гідростатична система керування працює при значних силах попутного навантаження без втрати керованості. В зв'язку з цим, необхідно враховувати, що при визначенні працездатності гідростатичної системи рульового керування граничне значення сили попутного навантаження необхідно визначити при номінальній частоті обертання рульового колеса, яка становить 100 об/хв.

Відомо, що виробником дозуючих вузлів типу МРГ.01 передбачено використання золотникових розподільників 4-ох типорозмірів, а отже конструкція дозуючого вузла дозволяє використовувати розподільник одного типорозміру у сполученні із різними об'ємами насосів. Тому проведено аналіз впливу об'єму насоса на величину граничного значення силового фактора. На рис. 6 показані залежності граничного значення сили попутного навантаження від величини кута нахилу кромки золотника, розраховані при різних значеннях

робочого об'єму дозуючого механізму. При незмінному значенні діаметра золотника робочі об'єми дозуючого механізму були такими: 1 - $q_0 = 80 \text{ см}^3$; 2 - $q_0 = 125 \text{ см}^3$; 3 - $q_0 = 160 \text{ см}^3$. Значення інших параметрів відповідали початковим.

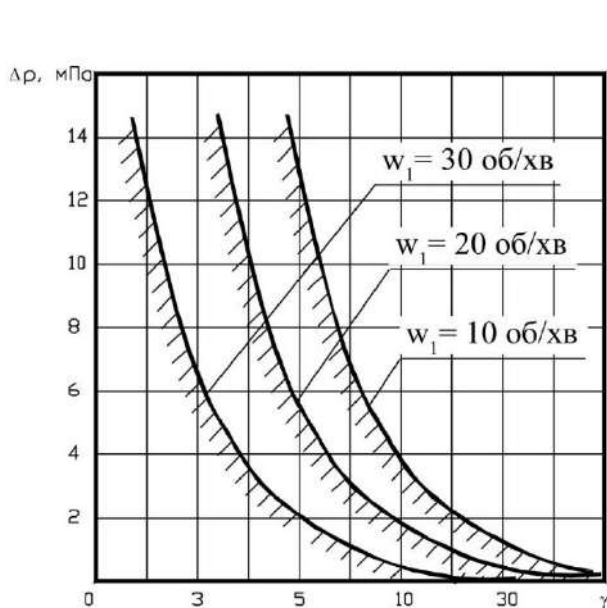


Рис. 5. Залежність області стійкої роботи системи рульового керування від величини кутової швидкості обертання w_1 вхідного валу насоса-дозатора при: $q = 80 \text{ см}^3/\text{рад}$, $Fz = 30 \text{ см}^2$, $l_1=l_2=0.6 \text{ мм}$, $l_4=l_7=0.9 \text{ мм}$, $l_5=l_6=-2 \text{ мм}$, $l_9=l_{10}=-0.5 \text{ мм}$.

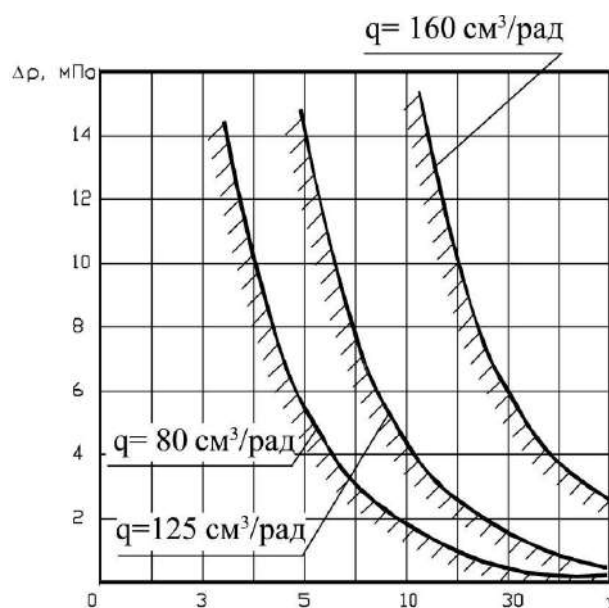


Рис. 6. Залежність області стійкої роботи системи рульового керування від величини перекрыть четвертої та сьомої кромки при: $q = 80 \text{ см}^3/\text{рад}$, $w_1=20 \text{ об/хв}$, $Fz=30 \text{ см}^2$, $l_1=l_2=0.6 \text{ мм}$, $l_3=l_8=0.6 \text{ мм}$, $l_5=l_6=-2 \text{ мм}$, $l_9=l_{10}=-0.5 \text{ мм}$.

Показники роботи гідростатичної системи рульового керування значно погіршуються при зменшенні робочого об'єму дозуючого механізму. Дана обставина є причиною використання в малих типорозмірах насосів-дозаторів кута нахилу кромки золотника, зменшеного до 1.5° .

Висновки. В результаті проведених досліджень виявлено, що на стійкість системи гідростатичного рульового керування на базі насоса – дозатора типу МРГ.01 у найбільшій мірі впливають параметри L_4 , L_5 , L_6 та L_7 , характерний об'єм дозуючого вузла, кут нахилу кромки розподільника та величина навантаження на шток гідроциліндра. Для забезпечення стійкої роботи системи при попутному навантаженні рекомендується збільшувати величину перекрыть L_4 та L_7 кромки розподільника, зменшити величину відкриттів L_5 та L_6 кромки, кут конічної кромки розподільника повинен знаходитись в межах $1.5 \div 5^\circ$ в залежності від типорозміру дозуючого елемента системи.

Список використаних джерел

1. Barbara Zardin, Massimo Borghi, Francesco Gherardini, Nicholas Zanasi. Modelling and Simulation of a Hydrostatic Steering System for Agricultural Tractors. *Energies* 2018, 11(1), 230 DOI: [10.3390/en11010230](https://doi.org/10.3390/en11010230)

2. Casoli, P.; Gambarotta, A.; Pompini, N.; Ricco, L. Hybridization methodology based on DP algorithm for hydraulic mobile machinery - Application to a middle size excavator. *Autom. Constr.* 2016, 61, 42-57. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.09.012>

3. Шмат С.І., Лузан П.Г., Колісник С.В. Тенденції сталого розвитку сучасного сільсько-господарського машинобудування в Україні і за рубежом <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/4971>. (дата звернення:3.03.2021).

4. Руткевич В.С. Адаптивний гідравлічний привод блочно-порційного відокремлювача консервованого корму. *Техніка, енергетика, транспорт АПК.* 2017. №4(99). С. 108–113.

5. Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я., Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: навчальний посібник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. 543 с.

Олександр ОСТАПЧУК*

магістрант 1-го року навчання,
інженерно-технологічний факультет,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ НОРМАЛЬНОЇ РОБОТИ ГІДРОСТАТИЧНИХ ПІДШИПНИКІВ ЛЮЛЬКИ

***Анотація.** В статті наведено результати дослідження роботи підшипникового вузла насоса PVC 1-63. Виявлено залежність навантаження гідростатичних підшипників від тиску, кількості поршнів в зоні високого тиску, величини зсуву осі повороту люльки відносно осі обертання блока циліндрів. Показано, що збільшення величини зсуву до 5 мм поліпшує процес регулювання подачі робочої рідини насосом PVC 1-63.*

***Anotation.** The article presents the results of the study bearing assembly of the PVC pump 1-63. The load dependence is revealed hydrostatic bearings from the pressure, the number of pistons in the area of high pressure, the amount of displacement of the axis of rotation of the cradle relative to the axis of rotation of the cylinder-firewood unit. It is shown that increasing the amount of shear to 5 mm improves the process regulation of supply of working liquid by the PVC 1-63 pump.*

***Вступ.** Ефективна робота насоса PVC1.63 можлива при забезпеченні нормальної роботи підшипникового вузла цапфи, що виключає можливість зупинок та гальмування при повороті люльки [1]. Люлька (похилий диск) перебуває під час роботи під дією значних за своєю величиною сил – сили притискання цапф люльки до лажементу в корпусі, що створюється поршнями*

*Науковий керівник – Руткевич В.С., доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва.

гідроциліндра, а також сили, яку створює поршень системи управління нахилом люльки. Зазначені сили при тискові, наближеному до номінального (25 МПа), створюють значну силу притискання цапф до поверхні лажементу, яка при відповідних умовах – відсутності рідинного тертя, може викликати зупинку люльки.

Виклад основного матеріалу. Рух люльки визначається як зазначеними вище силами, так і силою пружини повернення люльки та реакцією з боку лажементу на притискання цапф люльки. Розрахункову схему до визначення балансу сил показано на рис. 1.

Згідно зазначеної схеми баланс сил визначається рівнянням

$$F_{np} + F_n = F_{пруж} + F_v,$$

(1)

де F_{np} – сила притискання люльки з боку плунжерів блока циліндрів;
 F_n – сила, яку створює поршень системи управління нахилом люльки;
 $F_{пруж}$ – сила, яку створює пружина повернення люльки;
 F_v – сила реакції з боку лажементу.

Згідно з технічною документацією, максимальне значення сили, яку створює пружина повернення люльки, дорівнює $F_{пруж} = 163,7 \text{ Н}$.

Сила притискання люльки з боку плунжерів блока циліндрів залежить від діаметра плунжерів, кількості плунжерів, що знаходяться під тиском, значенням тиску у лінії нагнітання.

Знаючи діаметр плунжера 19,98 мм, отримуємо площу його поперечного перерізу $S_{плунж} = 313,5313 \text{ мм}^2$.

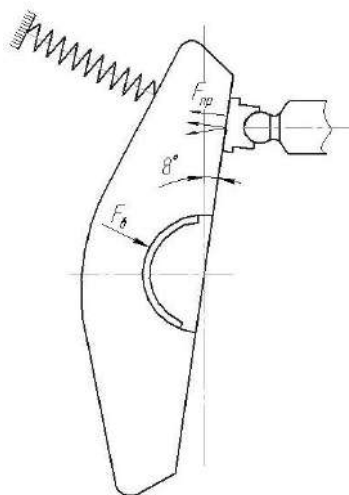


Рис. 1 – Розрахункова схема сил, які притискають люльку

Тиск, який створюється плунжером, змінюється від 5 до 25 МПа. Для зручності розрахунків візьмемо значення тиску від мінімального до максимального з кроком 5. Отже, значення тиску, при яких будемо проводити дослідження, дорівнюють: $p = 5; 10; 15; 20; 25 \text{ МПа}$.

Сила притискання люльки:

$$F_{np} = n \cdot p \cdot S_{\text{плунж}},$$

(2)

де n – кількість завантажених плунжерів.

Завантаженими можуть бути одночасно 4 або 5 плунжерів, тому подальші розрахунки будемо проводити для обох варіантів розташування плунжерів відносно люльки.

За формулою (2) знаходимо силу притискання люльки для обох варіантів розташування завантажених плунжерів та різних значень тиску.

При кількості завантажених плунжерів $n = 4$:

$$p = 5 \text{ МПа}$$

F_{np}

$$= 6270,63 \text{ Н}$$

$$p = 10 \text{ МПа}$$

F_{np}

$$= 12541,25 \text{ Н}$$

$$p = 15 \text{ МПа}$$

F_{np}

$$= 18811,88 \text{ Н}$$

$$p = 20 \text{ МПа}$$

F_{np}

$$= 25082,50 \text{ Н}$$

$$p = 25 \text{ МПа}$$

F_{np}

$$= 31353,13 \text{ Н}$$

При кількості завантажених плунжерів $n = 5$:

$$p = 5 \text{ МПа}$$

F_{np}

$$= 7838,28 \text{ Н}$$

$$p = 10 \text{ МПа}$$

F_{np}

$$= 15676,57 \text{ Н}$$

$$p = 15 \text{ МПа}$$

F_{np}

$$= 23514,85 \text{ Н}$$

$$p = 20 \text{ МПа}$$

F_{np}

$$= 31353,13 \text{ Н}$$

$$p = 25 \text{ МПа}$$

F_{np}

$$= 39191,41 \text{ Н}$$

Сила, яку створює поршень системи управління нахилом люльки, залежить від ефективної площі поршня діаметром $D_n = 25 \text{ мм}$ та тиску в порожнині гідроциліндра системи управління. Як показують результати

експериментального дослідження роботи системи управління нахилу диска, тиск у порожнині гідроциліндра змінювався в межах $p_y = 0,5 - 6,0$ МПа

$$p = 0,5 \text{ МПа}$$

 F_{np}

$$= 245,44 \text{ Н}$$

$$p = 1,0 \text{ МПа}$$

 F_{np}

$$= 490,87 \text{ Н}$$

$$p = 2,0 \text{ МПа}$$

 F_{np}

$$= 981,75 \text{ Н}$$

$$p = 6,0 \text{ МПа}$$

 F_{np}

$$= 2945,24 \text{ Н}$$

Сила реакції з боку лажементу залежить від умов контакту цапф та поверхні лажементу. При умові рідинного розділення контактуючих поверхонь зазначена сила буде визначатися за формулою

$$F_e = p \cdot S_k,$$

(3)

де S_k – визначає ефективну площу карманів гідростатичних підшипників,

$$S_k = S_{k1} + S_{k2}$$

(4)

В формулі (4) S_{k1}, S_{k2} – площа поперечного перерізу відповідно кармана 1 і кармана 2, $S_{k1} = 691,6657 \text{ мм}^2$, $S_{k2} = 89,2633 \text{ мм}^2$. Підставивши значення в формулу (4), отримуємо ефективну площу карманів гідростатичних підшипників $S_k = 780,929 \text{ мм}^2$.

За формулою (3) знаходимо силу відтискання для значень тиску, наведених вище.

При $p = 5 \text{ МПа}$

 F_e

$$= 3904,65 \text{ Н}$$

$p = 10 \text{ МПа}$

 F_e

$$= 7809,29 \text{ Н}$$

$p = 15 \text{ МПа}$

 F_e

$$= 11713,94 \text{ Н}$$

$$p = 20 \text{ МПа}$$

$$= 15618,58 \text{ Н}$$

 F_e

$$p = 25 \text{ МПа}$$

$$F_e = 19523,23 \text{ Н}$$

Момент повороту люльки знаходимо за формулою:

$$M_{нов} = F_{пруж} \cdot L_{нов. л},$$

(5)

де $L_{нов. л}$ – довжина повороту люльки, за рис. 1 $L_{нов. л} = 39,5 \text{ мм} = 0,0395 \text{ м}$.

Для знаходження сили тертя цапфи скористаємося формулою:

$$F_{тр} = k_{тр} (F_{пр} - F_e),$$

(6)

де $k_{тр}$ – коефіцієнт тертя. Для дослідження візьмемо значення коефіцієнту тертя в підшипнику $k_{тр} = 0,00025$ та коефіцієнти тертя ковзання металу по металу при змащуванні $k_{тр} = 0,05; 0,07; 0,08; 0,09; 0,1$ [3].

Момент тертя цапфи знаходимо за формулою:

$$M_{тр} = F_{тр} \cdot R_{ц},$$

(7)

де $R_{ц}$ – радіус цапфи, $R_{ц} = 37,5 \text{ мм} = 0,0375 \text{ м}$.

Для вільного повертання люльки повинна виконуватися умова:

$$M_{тр} \leq M_{віа} \quad (8)$$

Як видно з табл. 1 умова 8 виконується для всіх значень тиску лише при значенні коефіцієнту тертя $k_{тр} = 0,00025$, тобто в умовах гідростатичного підшипника.

За даними табл. 1 побудовано графіки, що представлені на рис. 2 та 3.

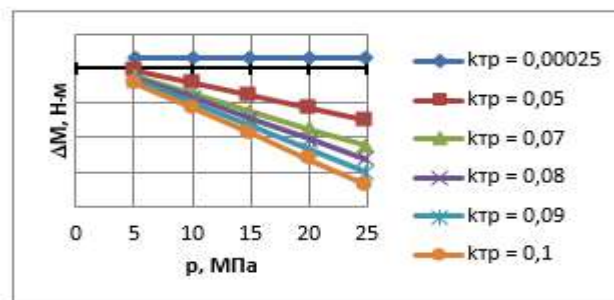


Рис. 2 – Залежність різниці моментів від коефіцієнту тертя при кількості завантажених плунжерів = 4

Результати деяких розрахунків представлено у зведені таблиці 1.

Таблиця 1 - Результати розрахунків

Тиск, який створюється плунжером	Сила відтискання	Сила притискання	Коеф-т тертя	Сила тертя цапфи	Момент тертя цапфи	Різниця моментів
	$F_v = p \cdot S_k$	$F_{пр} = n \cdot p \cdot S_{плунж}$		$F_{тр} = k_{тр}(F_{пр} - F_v)$	$M_{тр} = F_{тр} \cdot R_{ц}$	$\Delta M = M_{пов} - M_{тр}$
$p, \text{ Мпа}$	$F_v, \text{ Н}$	$F_{пр}, \text{ Н}$	$k_{тр}$	$F_{тр}, \text{ Н}$	$M_{тр}, \text{ Н}\cdot\text{м}$	$\Delta M, \text{ Н}\cdot\text{м}$
5	3904,6450	4 плунж. 6270,6260	0,00025	0,5820	0,0218	6,4443
			0,05	118,2991	4,4362	2,0299
			0,07	165,6187	6,2107	0,2554
			0,08	189,2785	7,0979	-0,6318
			0,09	212,9383	7,9852	-1,5190
			0,1	236,5981	8,8724	-2,4063
		5 плунж. 7838,2825	0,00025	0,9677	0,0363	6,4299
			0,05	196,6819	7,3756	-0,9094
			0,07	275,3546	10,3258	-3,8596
			0,08	314,6910	11,8009	-5,3348
			0,09	354,0274	13,2760	-6,8099
			0,1	393,3638	14,7511	-8,2850
10	7809,2900	4 плунж. 12541,2520	0,00025	1,1641	0,0437	6,4225
			0,05	236,5981	8,8724	-2,4063
			0,07	331,2373	12,4214	-5,9553
			0,08	378,5570	14,1959	-7,7297
			0,09	425,8766	15,9704	-9,5042
			0,1	473,1962	17,7449	-11,2787
		5 плунж. 15676,5650	0,00025	1,9353	0,0726	6,3936
			0,05	393,3638	14,7511	-8,2850
			0,07	550,7093	20,6516	-14,1854
			0,08	629,3820	23,6018	-17,1357
			0,09	708,0548	26,5521	-20,0859
			0,1	786,7275	29,5023	-23,0361
15	11713,935	4 плунж. 18811,8780	0,00025	1,7461	0,0655	6,4007
			0,05	354,8972	13,3086	-6,8425
			0,07	496,8560	18,6321	-12,1660
			0,08	567,8354	21,2938	-14,8277
			0,09	638,8149	23,9556	-17,4894
			0,1	709,7943	26,6173	-20,1511
		5 плунж. 23514,8475	0,00025	2,9030	0,1089	6,3573
			0,05	590,0456	22,1267	-15,6606
			0,07	826,0639	30,9774	-24,5112
			0,08	944,0730	35,4027	-28,9366
			0,09	1062,0821	39,8281	-33,3619
			0,1	1180,0913	44,2534	-37,7873

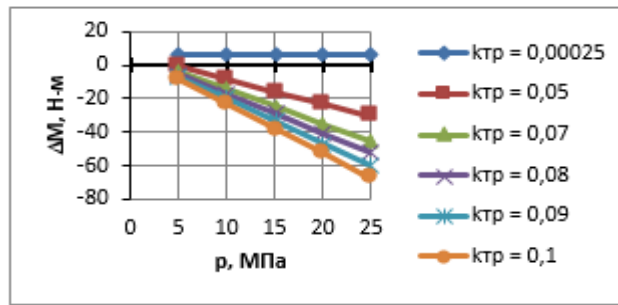


Рис. 3 – Залежність різниці моментів від коефіцієнту тертя при кількості завантажених плунжерів = 5

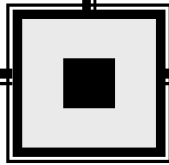
Висновки. Виявлено залежність навантаження гідростатичних підшипників від тиску, кількості поршнів в зоні високого тиску, величини зсуву осі повороту люльки відносно осі обертання блока циліндрів. Доцільно удосконалити конструкцію гідростатичних підшипників з метою гарантованого забезпечення рідинного тертя при роботі підшипника.

Список використаних джерел

1. Shargorodskiy S., Rutkevych V., Zakrevskiy V. Modeling of working processes of an adjustable APN type PVC 1.85 taking into account parametric oscillations. *Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація*. 2021. Вип. 4(35). С. 33–43.
2. Іванов М.І., Руткевич В.С., Закревський В.П. Апроксимація витратної характеристики золотникового розподільника LS-регуляторів. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2017. №2(98). С. 44–48.
3. Ivanov M.I., Rutkevych V.S., Kolisnyk O.M., Lisovoy I.O. Research on the block-portion separator parameters influence on the adjustment range of operating elements speed. *INMATEH - Agricultural Engineering*. 2019. Vol. 57/1. P. 37–44.

НАПРЯМ
5

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РІШЕННЯ
ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ
ТВАРИННИЦТВА.



Юрій БАБІЙ*,
студент магістратури,
факультет технології виробництва
і переробки продукції
тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

**ФОРМУВАННЯ МОЛОЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ПЕРВІСТОК ПІД ВПЛИВОМ
ЖИВОЇ МАСИ ПРИ ОТЕЛЕННІ**

***Анотація.** Метою досліджень було визначення впливу живої маси при першому плідному осіменінні телиць української чорно-рябої молочної породи на подальшу молочну продуктивність первісток. Починаючи з народження і до трьохмісячного віку перевага за живою масою виявлено у другій групі теличок, яких спаровували 16-18 місяців, а у наступні місяці розвитку до отелу нетелей перевага була у тварин третьої групи, в яких плідне парування було у віці 18-21 міс. живою масою 410-430 кг. За надоєм за першу лактацію тварини третьої групи з живою масою при першому плідному осіменінні 410-430 кг у віці 19-21 міс. переважали ровесниць першої та другої груп. найбільше отримано молочного жиру від первісток третьої групи.*

***Annotation.** The aim of the research was to determine the influence of live weight during the first fertile insemination of heifers of the Ukrainian black-spotted dairy breed on the subsequent milk productivity of the first-born. From birth to three months of age, the predominance of live weight was found in the second group of heifers, which were mated for 16-18 months, and in the following months of development before calving, the predominance was in animals of the third group, in which fertile mating was at the age of 18-21 months. . live weight 410-430 kg. By milking for the first lactation of animals of the third group with live weight at the first*

*Науковий керівник: Скоромна О.І. к. с.-г. наук доцент кафедри технології виробництва, переробки продукції тваринництва та годівлі.

fertile insemination of 410-430 kg at the age of 19-21 months. dominated by peers of the first and second groups. most milk fat was obtained from the first-born of the third group.

Вступ. Проблема збільшення виробництва продуктів тваринництва в нашій країні була і залишається одним із першочергових завдань агропромислового комплексу. Основним завданням тваринницької галузі є одержання максимальної кількості продукції тваринництва при найменших затратах на її виробництво.

На даний час переконливо доведено переваги і необхідність інтенсивного вирощування ремонтного молодняка, але питання визначення ефективних термінів і живої маси при першому осіменінні, в значній мірі впливають на наступні продуктивні якості, залишаються невирішеними. У молочному тваринництві прийнято вважати, що осіменяти перший раз телиць необхідно при досягненні ними 70-75% від запланованої живої маси первісток [1, 2].

Ряд вчених і практиків вважають, що парування телиць в більш ранньому віці (14-15 міс.) не позначається негативно на їх подальшій молочній продуктивності. На думку інших авторів, вік першого осіменіння телиць нижче 18-20 місяців недоцільний, так як раннє спаровування телиць чинить негативно впливає не тільки на ріст і розвиток, але й на удій корів [3-10]. Суперечливість отриманих даних за оптимальними термінами запліднення та живою масою телиць пояснюється недостатністю вивчення даної проблеми в залежності від регіону розведення великої рогатої худоби.

Метою дослідження є визначення впливу живої маси при першому плідному осіменінні телиць української чорно-рябої молочної породи на подальшу молочну продуктивність первісток.

Виклад основного матеріалу. Для дослідження за принципом пар-аналогів було сформовано 3 групи ремонтних теличок. При підборі тварин у кожному з груп враховували походження, породність, вік, живу масу теличок, вік при отелах та живу масу.

Відповідно до методики дослідження виконувались у відповідності до схеми (табл. 1).

Таблиця 1

Схема досліджу

Група	При першому плідному осіменінні		Досліджувані параметри
	вік, місяців	жива маса, кг	
I	14-15	340-360	Жива маса теличок Молочна продуктивність первісток
II	16-18	380-400	
III	19-21	410-430	

Одним з головних показників росту і розвитку молодняка тварин є жива маса, яка, перш за все, залежить від віку. При народженні телички у всіх трьох сформованих піддослідних групах різниці за живою масою не мали (табл. 1).

У місячному віці спостерігається незначна перевага за зазначеним показником у теличок другої та третьої піддослідних груп, на рівні 1,1 і 0,4 кг над аналогами першої групи, в яких період парування припав на 14-15 міс. Уже у 3-місячному віці у другій групі молодняк мав живу масу більшу на 1,3 кг та 1,1 кг порівняно з аналогами першої та третьої груп. До шестимісячного віку молодняк першої групи компенсував відставання в рості і майже не відрізнявся за показниками другої і третьої груп. Надалі в наступних місяцях телички інтенсивніше росли і в шість місяців мали вищу живу масу на 4,3 кг проти даних другої групи, а в 9 місяців перевага склала 3,6 кг (1,5%) та 0,5 кг порівняно з другою та третьою групами.

Аналогічна закономірність у розвитку теличок збереглася і в наступні вікові періоди. Так, у віці 12 місяців молодняк першої групи, період парування яких припав на 14-15 місяців, мав живу масу більшу на 3,7 кг та 0,5 кг відповідно інших груп.

Таблиця 2

Вікова динаміка живої маси ремонтного молодняку

Вік	Група		
	I	II	III
При народженні	32,5±0,24	32,8±0,31	32,7±0,44
1 місяць	55,3±0,43	56,4±0,28	55,7±0,17
3 місяці	102,8±0,68	104,1±0,74	103,9±0,92
6 місяців	172,1±1,14	167,8±1,58	172,2±3,45
9 місяців	234,6±2,11	231,0±1,94	234,1±2,04
12 місяців	287,6±3,46	283,9±3,21	287,1±3,64
У період плідного осіменіння	346,2±4,22	387,1±3,11	416,2±4,52
Нетелі на 5-7 місяці тільності	435,9±43,51	476,8±4,83	503,8±4,37
Нетелі перед отелом	479,6±4,57	525,1±6,43	553,4±6,17

У період плідного осіменіння перевага за живою масою виявлена у третій групі, де теличок парували у віці 19-21 місяців, – 416,2 кг. Різниця склала 70 кг порівняно з осіменінням у віці 14-15 міс. та 29,1 кг (парування у 16-18 міс.).

У наступні місяці свого розвитку (5-7 місяць тільності) інтенсивніше росли також нетелі, яких спаровували у віці 19-21 місяць. Перевага над показниками першої групи склала 67,9 і другої – 27 кг. Аналогічна тенденція зберігалася за даним показником перед отелом. Різниця склала 73,8 і 28,3 кг відповідно.

За надоем за першу лактацію тварини третьої групи з живою масою при першому плідному осіменінні 410-430 кг у віці 19-21 міс. переважали ровесниць першої з живою масою 340-360 кг у віці 14-15 міс. на 1441 кг, а другої (380-400 кг у віці 16-18 міс.) – на 454 кг (табл. 3).

Молочна продуктивність корів

Показник	Група		
	I	II	III
Тривалість лактації, днів	364±1,17	344±1,62	338±1,57
Надій за 305 днів лактації, кг	3985±35,4	4972±36,8	5426±38,3
Вміст жиру, %	3,94±0,01	3,93±0,02	3,93±0,01
Добовий надій, кг	12,1±0,22	15,0±0,24	16,2±0,33
Кількість молочного жиру, кг	157,0±1,58	195,4±2,04	213,2±1,93
Швидкість молоковіддачі, кг/хв	1,88±0,03	1,96±0,04	2,01±0,04

Тривалість лактації у досліджуваних підгрупах також різнилася. Найдовша тривалість виявлена у першій групі – 364 днів. У другій на 20 днів коротша, а у третій – на 26 днів.

Жирність молока від корів усіх трьох піддослідних груп суттєво не відрізнялася, 3,93-3,94 %.

Найвищий середній добовий надій за лактацію був у первісток третьої групи – 16,2 кг. У першій та другій групі менший відповідно на 4,1 і 1,2 кг. Надій за лактацію не у повній мірі характеризує продуктивні показники первісток. Тому нами проведено порівняння за кількістю молочного жиру. Так, найбільше отримано молочного жиру від первісток третьої групи – 213,2 кг, де перевага порівняно з першою та другою групами склала 56,2 кг та 17,8 кг.

У групі тварин з найвищою молочною продуктивністю виявлено й найвищу молоковіддачу (2,01 кг/хв), що більше порівняно з даними першої групи на 0,13 та другої групи – на 0,05 кг/хв.

Висновки. Отже, суттєвий вплив на надій корів мали жива маса 410-430 кг у віці 19+-21 місяць при першому плідному осіменінні.

Список використаних джерел

1. Братушка Р.В., Першута В.В. Зв'язок інтенсивності вирощування телиць та їх подальшої молочної продуктивності. *Розведення і генетика тварин*. 2014. Вип. 48. С. 36–42.
2. Бусенко О.Т., Столюк В.Д. та ін. Технологія виробництва продукції тваринництва. К.: Вища освіта, 2005. 496 с.
3. Вербич І.В., Франчук М.П., Братковська Г.В. Вплив росту і розвитку ремонтних телиць різної генеалогічної належності на молочну продуктивність. *Розведення і генетика тварин*. 2012. Вип. 46. С. 122–124.
4. Волков В.А. Особливості змін росту та молочної продуктивності корів української чорно-рябої молочної породи. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2010. Вип. 3 (55). Т.2. Ч.1. С. 13–24.
5. Данець Л. М. Взаємозв'язок живої маси ремонтних телиць з терміном їх продуктивного використання. *Вісник ШНАУ. Серія Тваринництво*. 2014. Вип. 2/2 (25). С. 132–135.
6. Кузів М. І. Залежність молочної продуктивності корів української

чорно-рябої молочної породи від живої маси та віку при першому осіменінні. *Вісник СНАУ*. 2014. № 7/26. С. 7–41.

7. Поліщук Т.В. Вплив сезону отелення на характер лактаційної кривої корів молочних порід. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. № 3 (106). С. 114-127.

8. Разанова О.П. Продуктивність і племінна цінність корів української чорнорябої молочної породи різних ліній племрепродуктора Вінниччини. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. № 4 (107). Т.2. С. 93-104.

9. Романенко О.А., Щербатюк Н.В., Дорофєєв Д.Ю. Вплив інтенсивності вирощування телиць української чорно-рябої молочної породи на наступну молочну продуктивність. *Збірник наукових праць ПДАТУ*. 2010. Випуск 18. С.178–180.

10. Скоромна О.І., Разанова О.П., Поліщук Т.В., Шевчук Т. В., Берник І.М., Паладійчук О.Р. Науково обґрунтовані заходи підвищення молочної продуктивності корів та покращення якості сировини в умовах виробництва: монографія. ВНАУ, 2020. 174 с.

Максим ШЕМЕТА,*

Магістр 2-го року навчання,
факультету технології виробництва і
переробки продукції тваринництва та ветеринарії
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

РОЗМІЩЕННЯ ДІЙНИХ КОРІВ У БУДІВЛІ В УМОВАХ ТВАРИННИЦЬКОЇ ФЕРМИ

Анотація. Встановлено, що в будівлі 18×72 м, за обґрунтованого безприв'язного способу утримання корів на глибокій підстилці в групових клітках по 25 голів оптимальним рішенням буде передбачення окремо винесеної зони годівлі, зони відпочинку, а на вигульових майданчиках для годівлі передбачені годівельні столи, що підвищують санітарну безпеку, зменшують затрати людської праці при виробництві товарного молока на підприємствах різної потужності.

Annotation. It is established that in the building of 18 × 72 m, with a reasonable loose method of keeping cows on deep litter in group cages of 25 heads, the optimal solution would be to provide a separate feeding area, recreation area, and on feeding grounds for feeding provided feeding tables. sanitary safety, reduce the cost of human labor in the production of marketable milk at enterprises of different capacities.

*Науковий керівник: д.с.-г.н., професор кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи ВНАУ Яремчук О.С.

Вступ. Відновлення експлуатації корівника з виробництва молока необхідно згідно нормативів реконструкцію будівлі доцільно проводити при умові залишкової вартості біля 40%. Тому, доцільно передбачити реконструкцію під виробництво тваринницької продукції, яка потребує за технологічними процесами мінімальну кількість витрат.

Вирішення поставлених завдань ефективного розвитку аграрного сектора держави сьогодні не лише сприятиме розв'язанню національних проблем, а й матиме міжнародне значення. Тваринницька галузь є визначальною складовою розв'язання питань аграрного сектора [2, 5].

О. С. Яремчук (2014) доведена перевага безприв'язного утримання над прив'язним за витратами праці та створення для дійних корів більш комфортних умов утримання, що є більш енергоощадним і економічно доцільним [6]. Л. В. Польовий, А. П. Кульчицька (2010) довели, що комплексна оцінка та підготовка корів до машинного доїння має перевагу на 18% від не підготовлених тварин, а краще видоювання в 2,46 рази [3].

Доведено Л. В. Польовим, Т. В. Поліщук (2010), що комплексне вирішення питань слід розпочинати з вибору місця для кормового двору, оптимізації гігієнічних умов і його енергоощадного використання [4].

Мета роботи – провести оцінку умов утримання лактуючих корів та визначити їх вплив на якість та безпечність молочної продукції, з подальшою технологією виробництва російського сиру – 50% жирністю та дослідити шляхи удосконалення.

Виклад основного матеріалу. Розміщення дійних корів передбачено у будівлі 18x72 м рамної конструкції розміщено вісім технологічних груп дійних корів по 25 голів. Всі технологічні групи утримуються на глибокій підстилці. Годівельний стіл обладнаний для кожної технологічної групи за шириною будівлі. Роздача кормів мобільним транспортом. Біля будівлі передбачити вигульний майданчик з твердим покриттям.

У будівлі виділене місце для приміщень, де будуть обслуговуючий персонал, підстилка та корми. Видалення гною два рази на рік за допомогою бульдозера з грейфером. Доїння у доїльно-молочному блоці типу «Тандем». Всі параметри групових кліток передбачити у відповідності до (ВНТП – АПК – 01.05) [1].

Розроблена групова клітка для 25 корів наступних розмірів: ширина 6,75 м, довжина 15,75 м. Групова клітка розрахована на 25 корів. У клітці виділено дві зони: зона для годівлі корів у годівельного столу і зона – відпочинку на глибокій підстилці. На одну корову приходиться 4,25 кв. м, що відповідає мінімальній площі підлоги для корів. У груповій клітці передбачено три автонапувалки.

Корови вільно рухаються у зоні відпочинку і при бажанні підходять до годівельного столу, де постійно знаходяться грубі, соковиті та концентровані корми. Біля будівлі обладнано вигульні з твердим покриттям майданчики, площею 375 кв. м або на кожну корову по 15 кв. м. Загальна площа для корів (вигул + приміщення) складає 481.25 кв. м, що на одну корову приходиться по

19.25 кв. м. Наявність 8 групових кліток по 25 голів дозволяє по черзі комплектувати технологічні групи.

У будівлю корови будуть надходити після отелу на 20 день. Технологічною схемою передбачено утримувати корів на глибокій підстилці (рис. 1).

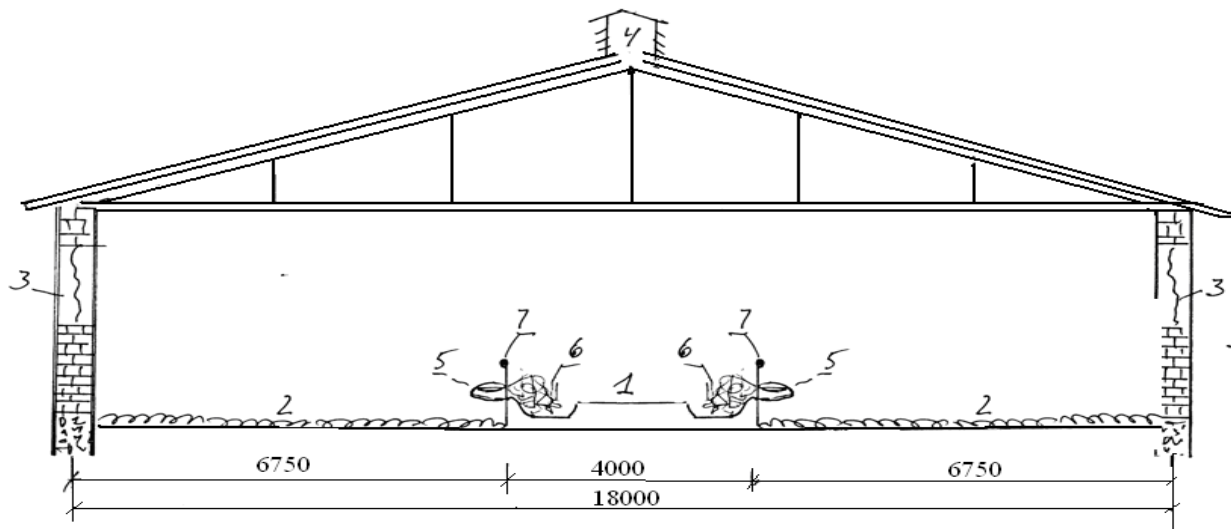


Рис. 1. Розріз корівника на 200 корів

1 – годівельний стіл; 2 – місце для відпочинку корів; 3 – вентиляційні шторки; 4 – вентиляційно-світловий ліхтар; 5 – автонапувалки; 6 – добовий запас кормів; 7 – годівельна решітка.

При 8-х групових клітках за період утримання у них корів є можливості спеціалістам оцінювати поведінку і проводити перегрупування з метою ізоляції агресивних тварин, або підбирати до них аналогічних, що дозволяє після деяких конкуруючих форм прояву поведінки вибрати своє місце для відпочинку та годівлі. Так, нами були при розробці параметрів групових кліток враховані особливості не тільки забезпечення нормативних параметрів утримання, доїння, але й контроль за поведінкою корів.

Характеризуючи реконструкцію діючої будівлі на фермі для виробництва молока, на якій за рік можливо реалізовувати більше – 900 тонн молока, доцільно відмітити, що у даній будівлі використані наступні прогресивні технологічні рішення: безприв'язне утримання корів на глибокій підстилці з обладнанням зони годівлі, зони відпочинку, вигульні майданчики; у приміщенні передбачені годівельні столи, які покращують гігієнічні та санітарні умови годівлі худоби; розміщення годівельних столів дозволяє нормувати годівлю тварин із врахуванням рівня продуктивності корів.

Висновки. Запропонована нова технологія утримання корів у будівлі 18×72 м, обґрунтована на безприв'язному утриманні корів в групових клітках по 25 голів на глибокій підстилці з обладнанням зони годівлі, зони відпочинку, вигульних майданчиків; для годівлі передбачені годівельні столи, що підвищує

можливість для нормованої годівлі корів; зменшення трудових затрат на виробництво молока до мінімуму.

Список використаних джерел

1. Відомчі норми технологічного проектування. Скотарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми). ВНТП-АПК. – 01.05. К. Міністерство аграрної політики України, 2005. 111с.
2. Кононенко В.К., Ібатуллин І.І., Патов В.С. Практикум з основ наукових досліджень у тваринництві. К.: Вища освіта, 2000. 96 с.
3. Польовий Л. В., Кульчицька А.П. Вплив підготовки корів до машинного доїння на повноту видоювання молока. *Збірник наукових праць ВНАУ*. Вінниця. 2010. Вип. 5(45). С. 84-86.
4. Польовий Л.В., Поліщук Т.В., Мельник Л.В. Обладнаний кормовий двір – основа для виробництва молока та регульованої підготовки корів до літнього періоду. *Збірник наукових праць ВНАУ*. Вінниця. 2010. Вип. 5(45). С. 90-92.
5. Яремчук О.С., Захаренко М.О., Курбатова І.М. Екологічні та санітарно-гігієнічні аспекти моніторингу тваринницьких підприємств. *Збірник наукових праць ВНАУ*. Вінниця. 2010. Вип. 5(45). С. 152-154.
6. Яремчук О. С. Системи утримання корів та підготовка їх до літнього періоду. *Збірник наукових праць ВНАУ*. Вінниця. 2014. Вип. 1(83), том 1. С. 156-161.

Михайло ВОЛИНЕЦЬ*,
магістр 2 року навчання,
факультет технології виробництва і переробки продукції тваринництва та
ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕТОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

***Анотація.** Досліджено, що період року має вплив на тривалість рухової активності та бездіяльного стану корів і даний факт необхідно враховувати при організації технологічних процесів.*

***Abstract.** It is investigated that the period of the year has an impact on the duration of motor activity and inactivity of cows and this fact must be taken into account when organizing technological processes.*

Науковий керівник: Лютка Г.І. к.с-г.н., доцент, завідувач кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи.

Вступ. Перехід на промислову технологію змінює умови існування тварин, тому одним із резервів підвищення продуктивності є реалізація генетичного потенціалу великої рогатої худоби на основі використання етологічних показників.

Відомо, що зміна зовнішніх умов призводить до перебудови адаптивної поведінки тварин, їх рухової активності, що дозволяє використовувати етологічні властивості для оцінки стану організму при різних системах утримання.

Останнім часом у тваринництві намагаються створити такі умови, які б могли задовільнити біологічні потреби тварин і дати можливість розкрити генетичні задатки.

Дослідження етологічних ознак надає змогу встановити наявність негативного впливу на тварину, розробити і впровадити вивчені параметри етологічних показників, що дасть змогу внести корективи у технологію утримання тварин, завдяки чому покращиться реалізація генетичного потенціалу худоби і підвищиться ефективність виробництва продукції.

На основі оцінки етологічних показників можна пересвідчитись, наскільки враховані біологічні особливості, потреби тварин в поживних речовинах, наявності стресових ситуацій, оцінити ступінь адаптації їх до навколишнього середовища і промислових умов годівлі, які безпосередньо впливають на молочну продуктивність [4].

Етологічні дослідження необхідні перш за все для створення оптимальних умов утримання великої рогатої худоби. Вивчення поведінкових реакцій худоби дає можливість вишукати шляхи підвищення їх продуктивності в конкретних умовах годівлі та утримання.

Етологічні дослідження необхідні перш за все для створення оптимальних умов утримання як на промислових тваринницьких комплексах, так і на традиційних фермах.

Питаннями поведінки великої рогатої худоби займалися багато вітчизняних та зарубіжних науковців. Вивчення поведінкових реакцій тварин різних порід дає можливість вишукати шляхи підвищення їх продуктивності в конкретних умовах годівлі та утримання.

У той же час, поведінка тварин, будучи одним із важливих чинників підвищення продуктивності худоби, залишається досі мало вивченою [1].

О. Гайдаєнко і С. Євтушенко [1] стверджують, що в умовах безприв'язного утримання збільшення тривалості споживання корму позитивно впливатиме на вміст молочного жиру ($r=0,655$), надій, вміст молочного білка та густина знижуватимуться ($r=-0,655$, $r=-0,052$, $r=-0,579$). Зі зростанням споживання води підвищуватиметься надій ($r=0,824$) та густина ($r=0,473$) і знижуватимуться вміст жиру і білка ($r=-0,766$, $r=-0,210$). Тривалість стояння та рухова активність не матимуть значного впливу на надій, вміст молочного жиру і білка в молоці ($r=-0,188-0,258$) і позитивно впливатимуть на густину молока ($r=0,498$, $r=0,701$).

Різносторонній зв'язок при середній ступені залежності встановлено між тривалістю лежання та надоем, вмістом молочного жиру, білка, густини ($r=-$

0,463-0,447). Збільшення тривалості доїння призведе до зростання надою ($r=0,803$) та вмісту молочного білка ($r=0,688$), негативно позначиться на вмісті молочного жиру ($r= -0,923$) та густини ($r= -0,404$).

Порівняння добового розподілу життєвих проявів корів різних груп між собою показало, що за трикратного доїння більшими були питома вага лежання на 3,77 та 2,75%, приймання корму на 2,61 та 1,95%, жуйки на 2,9 та 2,4%, ніж у групах за двократного доїння відповідно [2].

Корови за розміру групи 60 голів і більше менше часу витрачають на споживання та пережовування кормів, що зумовлено недостатньою кількістю фіксаторів голови на кормовому столі і проявом рангової ієрархії. Між тривалістю споживання і пережовування кормів та добовим надоєм існує позитивний зв'язок, що вказує на необхідність створення комфортних умов для годівлі та відпочинку корів [3].

Виклад основного матеріалу. Метою досліджень було дослідити взаємозв'язок безприв'язного утримання тварин та їх поведінки в залежності від періоду року та вплив на формування молочної продуктивності корів української чорно-рябої молочної породи в умовах СТОВ «Україна» Іллінецького району. Оцінку поведінки піддослідних тварин проводили шляхом візуальних спостережень за методикою В. И. Великжаніна. Досліджували тривалість етологічних актів: лежання (на лівому та правому боці, на животі), стояння, рух, споживання корму, споживання води, комфортні рухи. На основі отриманих даних розраховували індекс функціональної активності корів за формулою: $I=t/\Delta t$, де I – індекс функціональної активності; t – час спостережень, хв., Δt – час функціональної активності, хв. Результати досліджень опрацьовано статистично [5].

Показники рухової активності та бездіяльності корів (n=10)

Показник	Сезон року	
	Осінньо-зимовий	Весняно-літній
Частота руху, разів	22,75±2,5	29,82±2,78
Тривалість руху, хв	79,33±2,98	105,23±6,73***
Індекс рухової активності	0,054	0,070
Частота відпочивання, разів	17,27±1,31	22,68±2,11
Тривалість відпочинку, хв	485,32±11,21	415,29±12,33***
У т.ч.в позі лежання	319,46±11,52	269,29±13,51***
В позі стояння	159,61±5,93	141,72±5,03*

Дані етологічних досліджень свідчать про те, що період року впливає на рухову активність корів. Так, у весняний період порівняно із зимовим тривалість руху корів вірогідно зросла (на 32,00 %). У цей період корови частіше рухалися, але й частіше відпочивали. Тривалість відпочинку корів у літній період була вірогідно меншою (на 18,00%, ($P<0,001$)).

Висновки. Отже, з проведених досліджень випливає, що період року має вплив на тривалість рухової активності та бездіяльного стану корів і даний факт необхідно враховувати при організації технологічних процесів.

Список використаних джерел

1. Гайденко О. Етологічні особливості формування продуктивності тварин / О. Гайденко, С. Євтушенко. *Агробізнес сьогодні*. 2017. Режим доступу: <http://agro-business.com.ua/agro/suchasne-tvarynnytstvo/item/8137-etolohichni-osoblyvosti-formuvannia-produktyvnosti-tvaryn.html>
2. Батир Р.Ю. Вплив кратності доїння на етологію корів. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2013. № 2. С. 149-152.
3. Лухтай А.М. Поведінка корів української червоно-рябої молочної породи у різних за розміром технологічних групах за умови споживання кормів у зафіксованому положенні. *Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького*. 2010. Том 12. № 2(44). Ч. 4. С. 228-231.
4. Поліщук Т.В. Мінливість етологічних ознак корів залежно від рівня продуктивності. *Аграрна наука та харчові технології*. 2018. Вип. 4 (103). С. 118-129.
5. Плохинський Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. Плохинский. М. Колос, 1969. 256 с.

Олег МАРКУШ*,
Магістр 2-го року навчання
факультету технології виробництва і
переробки продукції тваринництва та ветеринарії
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КАЧОК НА М'ЯСО ПРИ РІЗНИХ СИСТЕМАХ УТРИМАННЯ

***Анотація.** Для отримання м'яса качок більш ефективною є система вирощування каченят на глибокій підстилці без водоймища, з використанням купальних канавок. Така система дозволила інтенсифікувати прирости живої маси тіла каченят, підвищити їх збереженість та продуктивність. Перебування каченят більше 12 годин на водоймищі обумовило зниження продуктивності та збільшення витрат корму на одиницю продукції.*

***Annotation.** To obtain duck meat, a system of raising ducklings in deep litter without a pond, using bathing grooves, is more effective. This system allowed to intensify the increase in live weight of ducklings, increase their safety and productivity.*

*Науковий керівник – к.с.-г.н, доц. Паладійчук О.Р.

he stay of ducklings for more than 12 hours in the reservoir led to a decrease in productivity and increased feed costs per unit of output.

Постановка проблеми. Сучасна технологія промислового виробництва м'яса качок базується на таких основних принципах: утримання птиці з використанням пасовищ, утримання дорослої птиці та молодняку на підлозі з використанням глибокої підстилки, підтримання оптимального мікроклімату у приміщенні з врахуванням віку птиці [3, 5].

Аналіз досліджень і публікацій. В галузі птахівництва у качок самий інтенсивний обмін речовин, так як швидкість перетравлення і засвоєння органічних речовин корму у кишечнику досить висока. У нашій країні розроблені і успішно впроваджуються норми годівлі для каченят двох вікових періодів: 1-20 та 21-50 діб. Основою повноцінної годівлі при інтенсивному способі ведення господарства є повноцінні комбікорми, збалансовані за всіма поживними речовинами, що роздають 2 рази на день [1].

На фермах, де комплектування стада проходить два рази на рік, годують птицю комбінованим методом: до 45 % зернових сухих кормів і до 55 % кормосумішів, до складу яких входить зелена маса, корнеклубнеплоди, комбінований силос тощо. На сучасному етапі, коли практично всі птахівничі галузі перейшли на виробництво продукції на промисловій основі, у качківництві продовжують використовувати в основному екстенсивну технологію виробництва продукції [4, 5].

При використанні інтенсивної технології виробництва м'яса каченят вирощують на глибокій підстилці, на сітчастій підлозі, на комбінованій підлозі чи у кліткових батареях.

Найрозповсюдженішим є вирощування на глибокій підстилці. Однак в останні роки появились аргументовані рекомендації щодо впровадження вирощування каченят на сітчастій підлозі [2].

Селекційно-племінна робота є однією з складових частин загального технологічного процесу виробництва качиного м'яса. Для одержання високих показників продуктивності і раціонального використання кормів качині птахофабрики мають вирощувати на м'ясо лише гібридних каченят, одержаних від схрещування представників високопродуктивних спеціалізованих ліній, відселекціонованих на ранню м'ясну скороспілість, велику живу масу та незначні витрати кормів [3, 4].

Мета: провести дослідження з оцінки способів вирощування каченят та визначення їх впливу на продуктивність та якість м'яса.

Матеріали і методи досліджень. Робота виконувалася в умовах СВК «Залузький» Теплицького району. Дослідження проводились на качках кросу «Медео», підібраних за принципом аналогів. Матеріалом дослідження були качки 30-60 денного віку, яких утримували в пташнику, розділеному на секції по 450 голів кожна.

Результати досліджень та їх аналіз. Технологія виробництва качиного м'яса складається з 2-х взаємозв'язаних процесів: утримання батьківського стада та вирощування молодняку.

Батьківське стадо в господарстві утримують у капітальному пташнику шириною 12 і довжиною 78 м. Пташник має центральний прохід, розміром 1,2м, який використовують для виконання основних технологічних операцій (рис. 1).



Рис. 1. Качки кросу «Медео» батьківського стада.

У підлозі вздовж технологічного проходу прокладено бетоновані канали, з'єднані з ємкістю для посліду, розміщеною за межами пташника. Профіль каналу прямокутний шириною 60 і глибиною 15 см. Канали накриті дерев'яною щільною підлогою.

Процес вирощування каченят на м'ясо починають з підготовки приміщень. Перш за все прибирають стару підстилку, очищають від пилу брудера, вентиляційні канали, стелю і стіни. Годівниці, напувалки та інший інвентар ретельно миють. Після чого проводять дезінфекцію і через деякий час приміщення білять гашеним вапном. Коли підлога просохне, її посипають гашеним вапном з розрахунку 0,2 кг на 1 м² площі, завозять і розсипають шаром 4-5 см свіжу підстилку. Перед входом у пташник влаштовують дезінфекційний килимок, змочений у 2-процентному розчині їдкого натру.

Всю корисну площу пташника, яка знаходиться по обидва боки від службового проходу шириною 0,8-1,2 м, розділяють переносними перегородками висотою 50-60 см на рівні секції. У кожній з них підвішують один брудер, під яким можна обігрівати 400-450 каченят.

На 1 м² підлоги розміщують 8-10 голів. Місце для підвішування брудерів вибране з урахуванням зручності обслуговування (огляд каченят, розміщення та наповнення напувалок і годівниць, прибирання зволоженої підстилки), запобігання дії протягів (далі від стін), можливості заїзду в приміщення транспорту, тощо.

Огорожа брудера змонтована з фанерних ширм у вигляді круга, з внутрішнього боку якого розставляють напувалки і жолобкові годівниці з

висотою бортиків 5-6 см. Щоб зменшити витрати корму, годівниці ставлять у піддони.

На 7-8-й день вирощування огорожу навколо брудерів знімають, і каченята починають освоювати всю площу секцій, користуватись обладнанням для старшого віку. Через один-два дні після зняття огорож годівниці і напувалки для птиці молодшого віку прибирають, брудери поступово піднімають, а коли додаткове тепло стає непотрібним, вимикають.

Основним в обслуговуванні каченят є регулярне підстилання свіжої підстилки, своєчасне роздавання корму, періодичне промивання напувалок, здача вирощеної птиці на забій.

Для здачі каченят на м'ясо створюють ланку вантажників. Починаючи з крайньої секції, молодняк відокремлюють невеликими групами і обережно щоб каченята не подушилились, виловлюють і вантажать їх у клітки-контейнери, або безпосередньо в кузов автомобіля, що заходить у пташник через торцеві ворота. Пташниці обов'язково рахують вирощене поголів'я.

У господарстві власного інкубатора не має тому яйця інкубують в ІПС в інкубаторах «Універсал-55», кожний із яких має шафи, де можна підтримувати бажаний режим температури.

Вибраний із інкубатора молодняк розміщують невеликими партіями (по 100 голів спеціальні дерев'яні ящики. Ящики довжиною 60 см, шириною 60 см і висотою 18-25 см. в середині розділяють перегородкою на чотири однакові секції, в яких розміщують 15-20 каченят. В бокових стінках вище рівня голів молодняку вирізають круглі отвори для вентиляції. В такому вигляді каченят перевозять в господарство.

До гігієнічних умов утримання, що визначають мікроклімат в приміщенні є ціла низка показників. Одним із яких є температура. Цей показник обов'язково регулюють як для дорослої птиці так і для молодняку.



Рис. 2. Умови утримання каченят.

В момент приймання молодняку під брудерами температуру підтримують на рівні 29-30°C (рис. 2). Головним показником оптимальної температури є поведінка каченят. При нормальній температурі вони рухливі, активно шукають воду й корм, не скупчуються. Зазначену температуру підтримують протягом перших п'яти днів, після чого можна поступово знижувати її з таким розрахунком, щоб у 20-денному віці вона становила 16-18°C.

Вологість повітря у приміщенні підтримують на рівні 65-75 %. Важливим є повітрообмін, який регулюється припливно-витяжною вентиляцією. Приплив повітря в перші три тижні становить: взимку 1,4-2,2 м³/год на 1 кг живої маси, влітку 9,3 м³/год.

У першу добу життя каченят світло в пташнику не вимикають. З другого дня тривалість світлового дня рівномірно скорочувати, наприкінці першої декади доводить її до 16 год. і на цьому рівні підтримують до здачи птиці на забій.

Приблизно з 30-денного віку в каченят спостерігається висмикування зачатків пера, особливо на крилах і спині. Щоб запобігти цьому в господарстві знижують інтенсивність освітлення до 8-5 лк.

Важливо, щоб у першу декаду вирощування в напувалки надходила вода, підігріта до 20-22°C, що запобігає переохолодженню і простудним захворюванням каченят. Напувалки через кожні дві доби промивають.

Нами був проведений дослід в даному господарстві, при вирощуванні каченят на глибокій підстилці без водоймища звикористанням канавок для купання глибиною 25 см (дослідна група), та на водоймищі (контрольна група) забезпечували зміну в їх етології, що вплинуло на продуктивність (таблиця 1).

Таблиця 1

Ефективність вирощування каченят при різних способах утримання

Показники	Вік качок, днів							
	Контрольна група				Дослідна група			
	30	40	50	60	30	40	50	60
Кількість качок, гол.	1800				1800			
Жива маса тіла, г	1760	2428	2672	3344	1859	2588	2791	3678
% до контролю	100	100	100	100	99,9	111,2	107,1	109,9
Збереженість качок, %	97,7	96,1	95,4	93,2	97,4	92,7	95,3	95,6
Витрати корму на 1 кг приросту, кг	2,9	3,1	3,4	4,2	2,9	2,8	3,3	3,8

Качки з дослідної групи росли більш інтенсивно, їх жива маса тіла була більша, особливо до 40-, 50- та 60-денному на 11,2-7,1 і 9,8 % відповідно.

Реалізація більш вищого продуктивного потенціалу, очевидно обумовлена меншою рухливістю та повним поїданням корму при 3-кратному годуванні.

Повітря вище +25° качки з контрольної групи 12-14 годин плавали та в денний час доби не їли корми, передбачені нормами серед них зареєстровано

підопрівання пір'я на грудях, що обумовлено мокрою підстилкою і знаходженням качок на вологих та забруднених вигулах.

Отже результати таблиці показують, що вирощування каченят на глибокій підстилці без водоймища, з використанням купальних канавок, дозволяє інтенсифікувати прирости живої маси тіла, підвищити резистентність організму, збереженість та продуктивність.

Перебування каченят більше 12 годин на водоймищі обумовлює зниження продуктивності та збільшення витрат корму на одиницю продукції.

Висновки: Рівень рентабельності виробництва м'яса качок при реалізації за різних умов утримання складає різницю 15,3% і становить 26,6 % у дослідній проти 11,3 % у контрольній.

Вирощування каченят на глибокій підстилці без водоймища, з використанням купальних канавок, дозволяє інтенсифікувати прирости живої маси тіла, підвищити резистентність організму, збереженість та продуктивність. Перебування каченят більше 12 годин на водоймищі обумовлює зниження продуктивності та збільшення витрат корму на одиницю продукції.

Список використаної літератури

1. Бородай В.П., Мельник В.В. Вирощування каченят на м'ясо. *Сучасне птахівництво*. 2008. № 4. С. 19-20.
2. Коновалов В.Ф., Супрун В.М. Вирощування каченят на м'ясо. К.: Урожай, 2009. 273 с.
3. Лемешева М.М., Кравець Г.І., Гончаренко Н.А. Сучасний стан птахівництва. *Сучасне птахівництво*. 2016. № 5. С. 10.
4. Приліпко Т. М., Косташ В. Б. Технологія переробки птиці. Кам'янець-Подільський, 2019. 199 с.
5. Царук Л.Л. Динаміка та особливості розвитку ринку продукції птахівництва в Україні. *Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. "Інноваційні технології виробництва та переробки тваринницької продукції"*, 25-26 жовтня. 2018. Вінниця. 18 с.

Іван ПИШНЮК*,
студент магістратури,
факультет технології виробництва
і переробки продукції
тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

МОЛОЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВІКУ ПРИ ПЕРШОМУ ПАРУВАННІ

Анотація. Метою досліджень було оцінити вплив віку при першому паруванні на молочну продуктивність первісток. Для вирішення поставленого завдання з виявлення особливостей залежності віку при першому плідному заплідненні на молочну продуктивність в умовах господарства були проведені дослідження на первістках української чорно-рябої молочної породи. Найвищий надій за 305 днів першої лактації показали первістки, яких спарували у 16-17 місяців. За вмістом жиру в молоці перевага за первістками першої групи. Найвищі дані за кількістю молочного жиру, як і за коефіцієнтом молочності, виявлено у первісток з віком першого парування у 16-17 місяців.

Annotation. The aim of the study was to evaluate the effect of age at first mating on the milk productivity of first-borns. To solve the problem of identifying the peculiarities of the dependence of age at the first fertile fertilization on milk productivity in the economy, studies were conducted on the firstborn of the Ukrainian black-spotted dairy breed. The highest hopes for 305 days of the first lactation were shown by first-borns, which were mated at 16-17 months. In terms of fat content in milk, the advantage of the first-born first group. The highest data on the amount of milk fat, as well as the milk yield, were found in first-borns with the age of the first mating at 16-17 months.

Вступ. Світовий досвід досягнення ряду регіонів і провідних господарств країни свідчать про те, що успішний розвиток молочного скотарства визначається високою продуктивністю і ефективністю використання корів, технічною та технологічною забезпеченістю.

У молочному тваринництві прийнято вважати, що осіменяти телиць вперше потрібно при досягненні ними 75% від запланованої живої маси первісток. Оптимальний термін введення первісток в основне стадо значно зменшує витрати на їх вирощування, збільшує тривалість їх використання, підвищує вихід молочної продукції [5, 6]. У той же час, на думку ряду учених, зміна оптимального віку при першому отеленні, як в сторону зниження, так і

Науковий керівник: Голубенко Т.Л. к. с.-г. наук доцент кафедри технології виробництва, переробки продукції тваринництва та годівлі.

збільшення, чинить негативний вплив на відтворювальні здатності, довголіття корів та продуктивність [2].

На даний час у багатьох господарствах України з розвиненим молочним скотарством використовуються тварини української чорно-рябої молочної породи [10]. Дослідження, проведені науковцями на коровах чорно-рябої породи показують, що корови, яких парували у віці 15-18 місяців, за весь період їх використання дали значно більше молока, ніж ті, яких парували у старшому віці та телилися приблизно у 36 місяців. Підтримує отримані дані і Ф.Ф. Ейснер, який вважає, що кращим віком першого отелення первісток є вік 24-27 місяців [1].

Інтенсивне вирощування ремонтного молодняка молочних порід з одержанням першого отелення у віці 24-27 місяців ефективно з селекційної та господарської сторони, а також з економічної точки. Проведення осіменіння ремонтних телиць в оптимальні строки дає змогу скоротити витрати на вирощування корів до 10-12%. Оскільки за непродуктивний період при вирощуванні телиць щомісячно витрачається 180-200 кормових одиниць. Також парування телиць у більш ранньому віці забезпечує одержання більшої кількості молока за кожний рік життя тварини [3, 4].

Численними дослідженнями встановлено позитивний зв'язок між живою масою та розмірами телиць при першому осіменінні та їх наступною молочною продуктивністю. У господарствах телиць осіменяють в середньому у віці 16-18 місяців при досягненні ними живої маси менше 380-400 кг. Тому й відповідно вік першого отелення припадає на 25-27 місяці. Збільшення віку першого осіменіння небажане через збитки на вирощування тварин, недоотримання молока та погіршення відтворної здатності [7, 9].

Виклад основного матеріалу. Дослідження проводились методом господарського досліду. Для цього було сформовано три групи корів, при формуванні яких лімітуючим фактором був вік першого осіменіння теличок. Піддослідні групи формувалися за принципом аналогів. Схема досліду приведена в таблиці 1.

Таблиця 1

Схема досліду

Група	Стать	Порода	Кількість голів	Вік першого осіменіння теличок, міс.
I	корови	українська чорно-ряба	10	14-15
II	корови	молочна	10	16-17
III	корови		10	18-20

Для вирішення поставленого завдання з виявлення особливостей залежності віку при першому плідному заплідненні на молочну продуктивність в умовах господарства були проведені дослідження на первістках української чорно-рябої молочної породи (табл. 2).

Для визначення молочної продуктивності корів за 305 днів лактації проводили за результатами контрольного доїння, яке проводили 1 раз на місяць.

Кількість молочного жиру і коефіцієнт молочності визначали математичним розрахунковим методом.

Найвищий надій за 305 днів першої лактації показали первістки, яких спарували у 16-17 місяців – 5483 кг, що більше порівняно з тваринами, яких осіменяли у віці 14-15 міс. на 1057 кг, або на 23,8%, 18-20 місяців – на 366 кг, або на 7,1% (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив віку першого осіменіння на молочну продуктивність корів-первісток за 305 днів лактації

Показник	Вік парування теличок, міс.		
	14-15	16-17	18-20
Надій за 305 днів лактації	4426±105	5483±134	5117±163
Жирність молока, %	3,81±0,01	3,75±0,02	3,77±0,02
Кількість молочного жиру, кг	168,6±5,2	205,6±8,1	192,9±9,5
Надій за 100 днів лактації, кг	1702±95	1744±87	1706±103
Жива маса корів на 2-му місяці лактації	501±6,2	508±8,1	515±9,4
Коефіцієнт молочності	883±64	1079±76	993±68

Джерело: сформовано за даними зоотехнічного обліку

За вмістом жиру в молоці перевага за первістками першої групи (3,81%), далі дещо нижчі показники у третій (3,77%) і найменша жирність у тварин другої групи (3,75%). Проте, даний показники не повністю характеризує молочну продуктивність корів. Тому для отримання більш достовірних даних проводиться перерахунок надою молока і вмісту жиру на кількість молочного жиру. За отриманими даними найвищі дані за цим показником отримано у первісток другої групи – 205,6 кг. У першій групі первісток від них отримано молочного жиру на 37 кг, або на 17,9% менше, порівняно з другою. Дещо поступаються за цим показником і тварини третьої групи – на 12,7 кг, або на 6,2%, порівняно з другою, але отримано більше на 24,3 кг, або на 14,4%, ніж у першій групі.

Від первісток другої групи за перші 100 днів лактації надоїли більше на 42 і 38 кг, ніж від тварин першої і третьої груп.

За коефіцієнтом молочності лідирують первістки другої групи (1079). Тварини першої і третьої груп поступаються відповідно на 196 і 86.

Висновки. Найвищий надій за лактацію з вищим вмістом жиру в молоці показали первістки, яких спарували у 16-17 місяців.

Список використаних джерел

1. Бусенко О.Т., Столюк В.Д. та ін. Технологія виробництва продукції тваринництва. К.: Вища освіта, 2005. 496 с.
2. Ляшенко Г. Д. Зв'язок молочної продуктивності корів з живою масою і віком при першому осіменінні. *Розведення і генетика тварин*. 2017. Вип. 54. С. 45-49.
3. Кузів М. І. Залежність молочної продуктивності корів української чорно-рябої молочної породи від живої маси та віку при першому осіменінні. *Вісник СНАУ*. 2014. № 7/26. С. 7–41.
4. Піддубна Л. М., Захарчук Д. В. Молочна продуктивність і відтворна здатність корів-первісток української чорно-рябої молочної породи залежно від живої маси та віку отелення. *Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету*. 2013. № 1, Т. 2. С. 141–148.
5. Поліщук Т.В. Мінливість етологічних ознак корів залежно від рівня продуктивності. *Аграрна наука та харчові технології*. 2018. Вип.4 (103). С. 117-128.
6. Романенко О.А., Щербатюк Н.В., Дорофеев Д.Ю. Вплив інтенсивності вирощування телиць української чорно-рябої молочної породи на наступну молочну продуктивність. *Збірник наукових праць ПДАТУ*. 2010. Випуск 18. С.178–180.
7. Разанова О.П. Продуктивність і племінна цінність корів української чорно-рябої молочної породи різних ліній племрепродуктора Вінниччини. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. № 4 (107). Т.2. С. 93-104.
8. Салогуб А. М. Зв'язок статей екстер'єру корів української червоно-рябої молочної породи з надоем. *Науковий вісник НУБіП*. 2011. Вип. 160. Ч. 2. С. 223–226.
9. Скоромна О.І., Разанова О.П., Поліщук Т.В., Шевчук Т. В., Берник І.М., Паладійчук О.Р. Науково обґрунтовані заходи підвищення молочної продуктивності корів та покращення якості сировини в умовах виробництва: монографія. ВНАУ, 2020. 174 с.
10. Яремчук О.С., Гоцуляк С.В. Адаптація корів української чорно-рябої молочної породи до умов промислової технології. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. Випуск 1 (104). С. 146-153.

Володимир ПОЛІЩУК*,
магістр 2-го року навчання,
факультет технології виробництва
і переробки продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ПРОДУКТИВНІСТЬ КУРЧАТ БРОЙЛЕРІВ ЗА ДІЇ ПРОБІОТИКА

***Анотація.** Встановлено, що за використання кормового пробіотика у годівлі курчат бройлерів посилюються анаболічні процеси, що проявляється у зростанні живої маси у 42 добовому віці на 5,5%, при цьому середньодобові прирости за період вирощування збільшуються на 5,6% , а витрати корму зменшуються на 5,7 % у курчат дослідної групи.*

***Annotation.** It was found that when using a feed probiotic in feeding broiler chickens, anabolic processes are enhanced, which is manifested in an increase in live weight at 42 days of age by 5.5%, while the average daily gains during the growing period increase by 5.6%, and feed consumption decreases by 5.7% in chickens from the experimental group.*

Вступ. Результатом постійного вдосконалення та пошуку нових форм і засобів підвищення продуктивності тварин є перехід від широкого використання антибіотиків до інтенсивного впровадження у тваринництво пробіотиків. Саме використання пробіотиків запобігає виникненню імунодефіцитних станів та знижує ризики захворювань тварин і птиці. Механізм дії пробіотиків полягає в їх здатності активно заселяти шлунково-кишковий тракт, виробляти біологічно активні метаболіти, що забезпечують їх виживання в боротьбі з патогенами, високій стійкості до дії шлункового соку та жовчі. За своїми пробіотичними властивостями найбільш характерними і широко відомими є такі види мікроорганізмів: *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Bacillus*, *Streptococcus*, *Saccharomyces* [1].

У птахівництві пробіотики використовують для збільшення продуктивності птиці в мінімальних дозах: близько 10^6 або 10^7 в 1 г. При цьому його вводять щодня, на протязі 1-2 місяців до отримання результату. Проведеними дослідженнями встановлено, що *B. subtilis* KD1 має здатність до високої інтенсивності секреції нейтральної протеази і дуже толерантний до шлункової кислоти та жовчних солей. Результати досліджень на тваринах свідчать, що додавання нового штаму значно покращило мікрофлору кишечника за рахунок збільшення кількості лактобактерій та зменшення кількості *Escherichia coli* ($P < 0,05$) порівняно з контролем.

Отже, *B. subtilis* KD1 є перспективним пробіотичним засобом у промисловому вирощуванні бройлерів [30].

Науковий керівник: Чудак Р.А. доктор с.-г. наук, професор.

Для пробіотики важливо постійно перебувати в порожнині кишечника в значній кількості для того, щоб отримати ефект. [2].

Yu.M. Podolian [3] повідомляє, що за період вирощування курчат-бройлерів дослідної групи середньодобовий приріст, у середньому, був більшим на 14,7% та абсолютний – на 14,6%, порівняно з контрольною групою. Використання середньої дози пробіотики підвищує кількість Fe на 46,5% та у стегнових м'язах збільшився рівень Fe на 70,5% і Zn на 5,4%. За дії пробіотики максимальної дози у грудних та стегнових м'язах збільшується рівень P на 4,7% [4].

Метою наукової роботи було вивчити вплив пробіотичної добавки «Імунобактерин-D» на продуктивність та використання корму. Дослідження проводилися згідно зі схемою досліду (табл. 1).

Дослід проводили за методом груп-аналогів. Відповідно до цього, при проведенні кожного досліду у 4 добовому віці відбирали по 20 курчат-бройлерів, з яких за принципом аналогів формували дві групи: одну – контрольну і одну дослідних. При формуванні груп аналогів враховували вік і живу масу курчат-бройлерів. Під час проведення досліджень витримували усі вимоги постановки зоотехнічних експериментів [5].

Таблиця 1

Схема науково-господарського досліду

Група	Тривалість періоду, діб		Кількість курчат, гол.	Особливості годівлі
	зрівняльного	основного		
1-контрольна	7	35	20	ОР (повнораціонний комбікорм)
2-дослідна	7	35	20	ОР + (пробіотик «Імунобактерин-D» 0,25 кг на тонну корму).

Відповідно до схеми досліду курчатам-бройлерам упродовж усього періоду досліджень згодовували повнораціонні комбікорми виробництва Миронівського комбікормового заводу “Київ-Атлантик-Україна”, збалансовані за обмінною енергією (ОЕ) та всіма поживними і біологічно активними речовинами.

Упродовж перших 7 діб життя курчат, тобто у зрівняльний період вирощування, їм згодовували «нульовий» комбікорм. У обліковий період, упродовж першого, другого та третього підперіодів вирощування курчат-бройлерів годували базовим комбікормом. Курчатам бройлерного типу кросу «Росс-308» дослідної групи до основного раціону додавали пробіотик «Імунобактерин-D» у дозі 0,25 кг на тонну корму. Птиця контрольної групи біологічно активну кормову добавку не отримувала.

Пробіотик «Імунобактерин-D» містить бактерії роду *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*. За рахунок синергічної дії всіх компонентів продукту на корм пригнічується ріст патогенних та токсигенних грибів у кормах, створюються сприятливі умови для травлення, поліпшується конверсія корму, зменшується вплив токсинів на організм тварин, підвищується продуктивність

та збереженість поголів'я.

Піддослідних курчат утримували в кліткових батареях до двохтижневого віку по 20 голів у клітці, а з двохтижневого віку та до забою – у кліткових батареях по 7–8 голів у клітці.

Годували піддослідних курчат-бройлерів гранульованими повнораціонними комбікормами двічі на добу.

На основі даних живої маси визначали інтенсивність росту курчат за абсолютним, середньодобовим і відносним приростами, використовуючи відповідні формули [6].

Біометричну обробку експериментальних даних здійснювали на ПЕОМ за допомогою програмного забезпечення MS Excel з використанням вбудованих статистичних функцій [5].

Виклад основного матеріалу. Жива маса - основний показник м'ясої продуктивності птиці. Слід відзначити, що за результатами щотижневих зважувань, упродовж досліду найвища жива маса спостерігалася у курчат-бройлерів 2-ї дослідної групи, яка споживала з комбікормом досліджувану кормову добавку.

Таблиця 2

Жива маса курчат-бройлерів, г ($M \pm m$, $n=20$)

Вік, діб	Групи курчат	
	1 контрольна	2 дослідна
1	40,6±0,35	40,5±0,42
7	118,5±1,14	119,6±1,22
14	334,3±2,65	344,8±2,54*
21	792,4±3,48	818,5±4,23***
28	1268,0±15,64	1344,6±18,26**
35	1796,5±20,58	1875,7±21,42**
42	2434,6±22,72	2568,9±23,56***

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ порівняно з контрольною групою.

Починаючи з 14 доби відбувається збільшення живої маси курчат-бройлерів 2-ї дослідної групи, яка споживала з комбікормом пробіотичну добавку на 3,1 % ($P \leq 0,05$) проти контролю.

Варто відзначити, що курчата-бройлери за дії пробіотика переважають за живою масою своїх аналогів з контролю у 21-добовому віці на 3,2 % ($P \leq 0,01$), у 28 діб на 6,0% ($P \leq 0,01$) та у 35 діб на 4,4 % ($P \leq 0,01$).

У 42 доби жива маса курчат-бройлерів 2-ї групи за дії пробіотичної добавки збільшилась на 5,5 % ($P \leq 0,001$), порівняно з контрольною групою.

Швидкість росту птиці оцінюють на основі абсолютного і відносного приростів живої маси. Для цього птицю зважують у певні періоди індивідуально або групами. Здебільшого про швидкість росту молодняка судять за живою масою у віці забою. Найінтенсивніше росте молодняк усіх видів птиці в перший місяць життя. Збільшення живої маси своєю чергою підвищувало і середньодобові прирости курчат-бройлерів (табл. 3).

Таблиця 3

**Середньодобові прирости живої маси курчат-бройлерів,
г (M±m, n=20)**

Віковий період, діб	Група	
	1 контрольна	2 дослідна
1–7	11,1±0,92	11,3±0,86
8–14	30,8±0,45	32,2±0,32*
15–21	65,4±0,56	67,6±0,82*
22–28	67,9±3,67	75,2±2,46
29–35	75,5±2,81	75,9±2,63
36–42	91,2±4,28	99,0±5,14
За період досліді	57,0±1,25	60,2±1,23

*p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001 порівняно з контрольною групою.

Упродовж другого тижня вирощування у 8-14 діб курчата-бройлери 2-ї дослідної групи за середньодобовим приростом переважали аналогів контрольної групи на 4,5 % (P ≤ 0,05), проти контрольних аналогів.

У 15-21 добовому віці курчата-бройлери 2-ї групи мали вищий середньодобовий приріст на 3,3 % порівняно з контролем.

У середньому за період вирощування курчата-бройлери 2-ї групи, які споживали кормову добавку мали більший середньодобовий приріст на 5,6 %, відносно контрольної групи. Водночас під час досліді проводили визначення абсолютного приросту живої маси курчат-бройлерів (табл. 4).

Таблиця 4

Абсолютні прирости живої маси курчат-бройлерів, г (M±m, n=20)

Віковий період, діб	Група курчат	
	1 контрольна	2 дослідна
1–7	77,9±1,22	79,1±1,26
8–14	216,0±2,45	225,6±1,85
15–21	458,0±3,64	474,0±3,58*
22–28	476,0±4,22	526,0±4,82***
29–35	529,0 ±7,86	531,0±6,34
36–42	638,0±8,53	693,0±7,45***
За весь період досліді	2394±28,35	2528,0±22,79***

*p<0,05; **p<0,01 порівняно з контрольною групою.

Встановлено, що у курчат-бройлерів 2-ї групи, які споживали пробіотичну добавку відзначається збільшення абсолютного приросту в 15-21 діб на 3,4 % (P≤0,05), у 22-28 діб на 10,5 % (P≤0,001) та у 36-42 діб на 8,6 % (P≤0,001) відносно контрольних аналогів.

Слід відзначити, що за весь період досліді в курчат-бройлерів 2-ї групи абсолютний приріст підвищується на 5,5 % (P≤0,001) проти контролю.

Під час досліді розраховували і відносний приріст птиці (табл. 5).

Таблиця 5

Відносні прирости живої маси молодняку курчат-бройлерів, %

Вік, діб	Група	
	1 контрольна	2 дослідна
1–7	97,9±3,21	98,8±3,63
8–14	95,3±2,92	97,0±2,40
15–21	81,3±1,14	81,4±1,25
22–28	46,2±3,48	48,6±2,52
29–35	34,5±2,62	33,0±2,43
36–42	30,2±1,28	31,2±1,64
У середньому	193,0±5,49	194,0±7,25

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ порівняно з контрольною групою.

За результатами отриманих даних дослідження встановлено, що використання у годівлі курчат-бройлерів пробіотичної добавки, позитивно вплинуло на різницю між групами у збереженості поголів'я (табл. 6).

Таблиця 6

Збереженість поголів'я, % (n=20)

Вік курчат, діб	Група	
	1 контрольна	2 дослідна
1–7	95,0	98,0
8–14	95,0	98,0
15–21	98,0	100,0
22–28	98,0	100,0
28–35	95,0	99,0
36–42	95,0	99,0
У середньому за дослід	96,0	99,0

Виявлено, що курчата-бройлери 2-ї групи мали вищу збереженість поголів'я на 3,0 %, відносно контрольних ровесників.

Під час дослідження проводили облік використаних кормів (табл. 7).

Таблиця 7

Вік курчат, діб	Група	
	1 контрольна	2 дослідна
1–7	1,95	1,85
8–14	1,90	1,80
15–21	2,25	1,95
22–28	1,85	1,75
28–35	1,75	1,70
36–42	1,74	1,70
У середньому за дослід	1,9	1,79

Затрати корму на 1 кг приросту живої маси курчат-бройлерів, г (n=20)

Таким чином встановлено, що додаткове згодовування пробіотичної добавки сприяє зменшенню витрат корму на 1 кг приросту на 5,7 %, проти контролю.

Висновки:

1. Використання пробіотичної кормової добавки у годівлі курчат – бройлерів сприяє збільшенню живої маси у 42 добовому віці на 5,5 % порівняно з аналогами.
2. За період досліду, курчата дослідної групи мали більший середньодобовий приріст на 5,6% порівняно з контрольною групою.
3. Встановлено, що курчата які споживали кормовий пробіотик витрачали на 1 кг приросту на 5,7 % менше комбікорму .

Список використаних джерел

1. Urdaci MC, Bressollier Ph, Pinchuk I. *Bacillus clausii* probiotic strains: antimicrobial and immuno–modulatory activities. *J. Clin. Gastroenterol.* 2004;38(2):86- 90.
2. Коцюмбас І.Я., Жила М.І., Шкіль М.І. Пробиотики – необхідна складова при сучасних технологіях вирощування тварин. Науковий вісник ЛНУВМБТ. 2013;3(57):174-181.
3. Podolian Yu. M. The effect of probiotics on broiler chickens growth and efficiency. *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University*, 2016, 6 (3). 141-148.
4. Chudak R.A., Poberezhets J.M., Vozniuk O.I., Dobronetska V.O. Phytobiotic effect on quils meat quality. *Modern engineering and innovative technologies. International periodic scientific journal.* 2018. Issue 6. Part 2. P. 4 – 10.
5. Ібатуллін І.І., Жукорський О.М. Методологія та організація наукових досліджень у тваринництві. Київ, Аграрна наука, 2017. 328с.
6. Бесулін В. І., Гужва В. І., Куцак С. М. та ін.. Птахівництво і технологія виробництва яєць і м'яса птиці: навчальний посібник. Біла Церква, 2003. 448с.

Діана КАЛЬЧУК*,
Магістр 2-го року навчання,
факультету технології виробництва і
переробки продукції тваринництва та ветеринарії
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ІНТЕНСИВНІСТЬ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ ТЕЛЯТ ДО ШЕСТИ МІСЯЧНОГО ВІКУ

***Анотація.** Встановлено, що інтенсивність росту телят у 2021 році на 7 кг за шостий місяць, що по групі становить 34,1 ц проти 32,7 у 2020 році, що на 4,1% більше. За середньодобовими приростами можемо спостерігати те, що в 2021 рік вони вищі за проміжок періоду від народження до 2 місячного віку на 10 г, за період з 2 до 4 місячного віку на 21 г та за період з 4 до 6 місячного віку на 43 г.*

***Annotation.** It is established that the growth rate of calves in 2021 by 7 kg for the sixth month, which is 34.1 quintals in the group against 32.7 in 2020, which is 4.1% more. The average daily increments can be observed that in 2021 they are higher than the period from birth to 2 months of age by 10 g, for the period from 2 to 4 months of age by 21 g and for the period from 4 to 6 months of age by 43 g.*

Вступ. Найбільша інтенсивність росту телят до 6-місячного віку, тому динаміка їх росту та розвитку є актуальною при оцінці вікових змін живої маси, визначають за лінійними розмірами, екстер'єрних промірів частин тіла та індексів тварин [1, 3].

Для детального аналізу технології вирощування телят проведений аналіз форм № 24 та 50 і на основі цих даних та власних досліджень за останні два роки вивчали ріст та розвиток телят. Відібрано по 20 голів телят у 2020 та 2021 роках, яких утримували за існуючої моделі технології у клітках по 1 голіві до 2 місячного віку, потім по 20 голів у клітці до 6 місячного віку. Утримання безприв'язне на глибокій підстилці. Годівля трьохразова, напування під час годівлі до 2-х місячного віку та після годівлі із корит з 3 до 6 місячного віку. Видалення гною 1 раз в квартал [2, 4].

Телятам до 6 місячного віку передбачена норма за фронтом годівлі – 0,6 м, норма площі – 1,3 м² [2].

Інтенсивність росту худоби оцінюють за збільшенням живої маси і лінійних розмірів тіла тварин, що визначаються як абсолютною, так і відносною швидкістю росту за загальноприйнятими методиками.

Виклад основного матеріалу. Зважування надремонтного молодняка при народженні, в 2, 4, 6 місяців (табл. 1) використовували для розрахунку

*Науковий керівник: Варпиховський Р.Л. к.с.-г.н., старший викладач кафедри ветеринарної гігієни, санітарії і експертизи ВНАУ.

індексу спадання відносної швидкості росту, який виконували за методикою Ю.К. Свечіна.

Таблиця 1

Жива маса телят за місяцями росту, кг, n=20

Роки	Періоди росту, міс.						
	народж.	1 міс.	2 міс	3 міс	4 міс	5 міс	6 міс
2020	32,7	52,2	73,9	96,4	119,8	142,3	163,3
2021	35,5	55,3	77,3	99,8	124,4	146,9	170,3

Із таблиці 1 видно, що практично по всіх місяцях жива маса більша за 2021 рік, у шість місяців на 7 кг або 4,1%, у чотири місяці на 4,6 кг або 3,7%.

При аналізі по дослідному господарстві показників інтенсивності росту дана характеристика наведена у таблиці 2.

Таблиця 2

Інтенсивність росту телят української чорно-рябої молочної породи за змінами живої маси та приростів, n=20 (M±m)

Показник	Вікові періоди, міс			
	народження	2 міс	4 міс	6 міс
Жива маса, кг				
2020	32,7±0,27	73,9±0,34	119,8±0,41	163,3±0,27
2021	35,5±0,16	77,3±0,25	124,4±0,19	170,3±0,16
Абсолютний приріст, г				
2020	-	41,2	45,9	43,5
2021	-	41,8	47,1	45,3
Середньодобовий приріст, г				
2020	-	687	765	725
2021	-	697	786	768
Відносний приріст, %				
2020	-	77,3	47,4	30,7
2021	-	74,2	46,7	31,2
Інтенсивність спаду відносної швидкості росту, % за 2020 рік за 2021 рік			46,57 47,29	
Загальна жива маса по групі, ц:				
за 2020 рік	6,5	14,8	24,0	32,7
за 2021 рік	7,1	15,5	24,9	34,1

Із даних таблиці 2 видно, що інтенсивніше ростуть телята у 2021 році на 7 кг за шостий місяць, що по групі становить 34,1 ц проти 32,7, що на 4,1% більше.

За середньодобовими приростами можемо спостерігати те, що за 2021 рік вони вищі за проміжок періоду від народження до 2 місячного віку на 10 г, за період з 2 до 4 місячного віку на 21 г та за період з 4 до 6 місячного віку на 43 г.

Висновки. Встановлено, що на протязі всього періоду росту та розвитку середні показники живої маси по групі телят (20 голів) за 2021 рік більші в порівнянні з 2020 роком. За результатами даних критерію вірогідності всі дані статистично підтвердженні вірогідною різницею ($P \leq 0,001$).

Список використаних джерел

1. Варпіховський Р.Л. Інтеграція процесу вирощування молодняку та забезпечення худоби скотомісцями залежно від структури стада. *Аграрна наука та харчові технології*. 2019. Вип. 1(104) С. 103-109.

2. Відомчі норми технологічного проектування: Скотарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми), ВНТП-АПК-01.05. К.: Міністерство аграрної політики України. 2005. 110 с.

3. Польовий Л.В., Варпіховський Р.Л., Буткалюк В.П. Використання групових кліток для телят молочного періоду. *Збірник наукових праць ВНАУ*. Вінниця. 2012. Вип. 2 (60). С. 127-130.

4. Яремчук О.С., Лютка Г.І., Поліщук Т.В. Методологія та організація наукових досліджень у ветеринарній гігієні, санітарії та експертизі: навчальний посібник. Вінниця, 2019. 300 с.

НАПРЯМ

6

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ВИРОБНИЦТВА ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ.

Тетяна БОНДАРЧУК*,

студентка 2 курсу,

факультет технології виробництва,

і переробки продукції тваринництва та ветеринарії,

Вінницький національний аграрний університет,

Вінниця, Україна.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ КИСЛОМОЛОЧНОГО СИРУ ЗА РІЗНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

***Анотація.** Кисломолочний сир – продукт дієтичного харчування. Завдяки високому вмісту амінокислоти метіоніну він рекомендується для профілактики та захворювань печінки і атеросклерозу (метіонін нормалізує жировий обмін і обмін холестерину, порушення яких є причиною розвитку атеросклерозу і захворювань печінки). Високий вміст кальцію дозволяє рекомендувати кисломолочні сири для лікування та профілактики різних запальних процесів, а також для зміцнення кісткової тканини, зокрема після переломів. Особливого значення надається кисломолочним сирам в харчуванні людей (дорослих і дітей), які проживають в умовах хронічної дії малих доз радіації.*

***Annotation.** Sour milk cheese is a product of dietary nutrition. Due to the high content of the amino acid methionine, it is recommended for the prevention of liver disease and atherosclerosis (methionine normalizes fat metabolism and cholesterol metabolism, disorders of which are the cause of atherosclerosis and liver disease). The high content of calcium allows us to recommend sour milk cheeses for the treatment and prevention of various inflammatory processes, as well as to strengthen bone tissue, in particular after fractures. Particular importance is attached to sour milk cheeses in the diet of people (adults and children) who live in conditions of chronic exposure to small doses of radiation. Therefore, sour milk cheeses, curd products and various products from them should be included in the daily diet of a person, in particular children of preschool and school age, who have a particularly high need for calcium*

*Науковий керівник: Бондар М.М. асистент кафедри харчових технологій та мікробіології ВНАУ.

due to their growth.

Вступ. Кисломолочний сир (творог) – концентрований молочно-білковий продукт, один із найцінніших молочних продуктів і продуктів харчування взагалі. Відповідно до діючих стандартів кисломолочний сир з коров'ячого молока за вмістом жиру поділяється на нежирний, напівжирний (масова частка жиру 9%) і жирний (масова частка жиру 18%). Сир з не пастеризованого молока використовують в громадському харчуванні для виготовлення виробів, які перед споживанням проходять термічну обробку (сирники, вареники та ін.), і для виробництва плавлених сирів [1].

Він вміщує всі ті ж амінокислоти, що входять до складу молока, тільки вміст їх значно більший (у 6–7 разів), ніж у молоці. Білковий склад кисломолочного сиру відрізняється від білкового складу молока. Це зумовлено тим, що при коагуляції молока до згустку переходить казеїн, а альбумін і глобулін залишаються в сироватці. Тому у кисломолочному сирі (за винятком альбумінного, який виготовляється із сироватки), білки представлені головним білком молока – казеїном. В кисломолочному сирі значно більший вміст мінеральних речовин, ніж в молоці (в тому числі кальцію, фосфору та магнію) та менше лактози, яка разом з альбуміном переходить в значній кількості в сироватку, а також частково перетворюється молочнокислими бактеріями в молочну кислоту [4].

Виклад основного матеріалу.

В залежності від вихідної сировини кисломолочний сир поділяють на жирний, напівжирний та нежирний [5].

До кисломолочних сирів належать також сири дієтичний та домашній. Дієтичний сир виготовляється роздільним способом з масовою часткою жиру 11%. Вміст білкових речовин в ньому – 12%, тобто співвідношення жиру і білка складає 1:1,1, що дозволяє віддавати перевагу в дієтичному харчуванні саме цьому виду сиру. Завдяки роздільному способу виробництва кислотність сиру не перевищує 1800 Т. Сир має однорідну маслоподібну консистенцію. Фасується в пакети і коробки із полімерних матеріалів по 250 і 500 г [3].

Домашній сир нагадує кисломолочний сир з приємною зернистою структурою і м'яким слабо кислим смаком. Виробляється роздільним способом. Готове сирне зерно промивають водою, а потім змішують з вершками і сіллю, потім розфасовують у стаканчики. Масова частка вологи в домашньому сирі 78–80%, а кухонної солі – не більше 1%. Вміст жиру в розрахунку на суху речовину – 20% (на всю масу сиру – 4%). Кислотність не перевищує 1500 °Т, тобто значно нижча у порівнянні з традиційними видами сирів [2].

Для експериментальних досліджень нами було обрано три види кисломолочних сирів 23% жирності – зразок №1, зразок №2 зразок №3.

Крім органолептичних показників продукту оцінювалася упаковка та маркування.

У наших дослідженнях приймали участь кисломолочні сири у двох видах упаковки. А саме: у фользі та підпергаменті – зразок №1, а також пергаменті – зразок №2 та зразок №3 .

Кожен вид упаковки має свої переваги. За упаковку оцінку «відмінно»

одержав тільки сирок зразок №1 у фольговій упаковці та підпергаменті. Упаковка інших зразків оцінена на «добре» з наступними зауваженнями: упаковка стає липкою та не зберігає форму сиру.

Яскраво і гарно оформлена етикетка, безумовно, привертає увагу покупця, але, насамперед вона є носієм інформації про продукт. Тому основною вимогою при оцінюванні маркування продукції в наших дослідженнях є наявність повної інформації, причому викладеної в доступній для звичайного споживача формі. Результати перевірки маркування наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Перевірка маркування

№ з/п	Дані, що зазначаються у маркуванні	Зразок №1	Зразок №2	Зразок №3
1	Найменування продукту	Найменування продукту вказано чітко	На упаковці зазначено «Сирок», що не вказує на приналежність продукту до кисломолочного сиру	На упаковці зазначено «Сирок», що не вказує на приналежність продукту до кисломолочного сиру
2	Склад продукту	Сир кисломолочний, масло вершкове, цукор – пісок, ванілін	Сир кисломолочний, цукор – пісок, масло вершкове, харчовий ароматизатор «ванілін»	Сир кисломолочний, масло вершкове, цукор – пісок, ванілін
3	Номер стандарту, відповідно до якого виготовлено товар	ТУ У 25027034–015–99	ТУ У 15.5 – 00445937.027–2002	ТУ У 25027034–015–99
4	Термін і умови зберігання	При температурі $(4\pm 2)^{\circ}\text{C}$ не більше 7 діб. Не зазначено оптимальну вологість для зберігання.	При температурі $(4\pm 2)^{\circ}\text{C}$ – не більше 4 діб. Не зазначено оптимальну вологість для зберігання.	Строк придатності 7 діб при температурі $(4\pm 2)^{\circ}\text{C}$.
5	Мова, якою нанесене маркування	Українська	Українська	Українська
6	ОЦІНКА:	відмінно	добре	добре

Таким чином, сирок кисломолочний зразок №1 отримав оцінку «Відмінно» за маркування, сирки кисломолочні зразок №2 та зразок №3 отримали оцінки «добре» за маркування, у них на упаковці зазначено «сирок», що не вказує на приналежність продукту до кисломолочних сирів, а також відсутня інформація про вміст вітамінів, білків, жирів.

Органолептична оцінка включала оцінювання за зовнішнім виглядом і консистенцією продукту, кольором, смаком і запахом. Кисломолочний сир повинен представляти собою м'яку, мазку масу з незначним виділенням сироватки.

Колір кисломолочного сиру повинен бути білий з кремуватим відтінком. Рівномірний по всій масі. Запах та смак кисломолочного сиру – кисломолочні,

без сторонніх запахів та присмаків [6]. Результати органолептичних досліджень кисломолочних сирів наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

Результати органолептичних досліджень

№ з/п	Найменування	Вимоги до якості	Зразок №1	Зразок №1	Зразок №1
	Консистенція	М'яка, така, що мажеться	М'яка, така, що мажеться	М'яка, така, що мажеться	М'яка, така, що мажеться
	Смак і запах	Кисломолочні, без сторонніх смаків та запахів	Кисломолочні без сторонніх смаків та запахів	Кисломолочні без сторонніх смаків та запахів	Смак дещо кислуватий
	Колір	Білий з кремовим відтінком, рівномірний по всій масі	Білий з кремовим відтінком, рівномірний по всій масі	Білий з кремовим відтінком, рівномірний по всій масі	Білий з кремовим відтінком, рівномірний по всій масі
Оцінка			Відмінно	Відмінно	Добре

Отже, отримали оцінку «відмінно» сирки кисломолочні зразок № 1 та зразок № 2, а зразок сирку кисломолочного № 3 – «добре».

Висновки. Серед усіх показників якості для споживання кисломолочних продуктів найважливішими є їх смак і запах.

Специфічний кисломолочний смак і аромат кисломолочних сирів зумовлений утворенням ароматичних речовин при тепловій обробці молока, а також їх нагромадження у процесі життєдіяльності мікроорганізмів заквасок, формування типового смаку і запаху кисломолочних продуктів і заквасок, проходить, головним чином, в період сквашування, дозрівання і зберігання готових продуктів. Таким чином, вираженість їх запаху визначається складом і кількістю бактеріальних заквасок, режимом технологічного процесу і зберігання.

З фізико-хімічних показників у кисломолочних продуктах визначають: температуру, масову частку жиру, сухих речовин, вологи, кислотність, фосфатазу.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 4554:2006 Сир кисломолочний. Технічні умови.
2. ДСТУ ISO 9874:2005 Молоко. Визначення вмісту загального фосфору методом спектрометричної молекулярної абсорбції.
3. ДСТУ ISO 1735:2005 Сир і плавлений сир. Гравіметричний метод визначення вмісту жиру (контрольний метод).
4. ДСТУ ISO 5534:2005 Сир і плавлений сир. Визначення загального вмісту сухих речовин (контрольний метод).
5. Єресько Г.О., Шинкарик М.М., Ворощук В.Я. Технологічне обладнання молочних виробництв. Київ. 2007. 344 с.
6. Крусъ Г.Н., Храмцов А.Г. Технологія молока і молочних продуктів Київ. 2007. 455 с.

7. Bondar M., Morklyak. V. Comparative characteristics of milk quality of different breeds of cows. Annali d'Italia. 2020. №.8, P. 60-63.

Марина ГРИНЕВИЧ*,
студентка 1 курсу,
факультет технології виробництва і переробки,
продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ВПЛИВ КОНСЕРВАНТІВ НА ЯКІСТЬ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

***Анотація.** У харчовій індустрії харчові продукти і сировина для них піддаються короткочасному чи тривалому зберіганню, яке залежить від ферментативного псування (під впливом власних ферментів), або мікробіологічного псування – ферментами мікроорганізмів. З метою подовження терміну зберігання поживної цінності харчового продукту їжу консервують за допомогою різних технологічних методів. Застосування консервуючих речовин (консервантів) – один з них. Консервуючі речовини зупиняють процеси розкладання, що протікають у неживих клітинах, а також знижують активність метаболічних процесів у живих клітинах. У цій статті хотілося б пояснити, які є різновиди харчових консервантів та яке їх завдання.*

***Abstract.** In the food industry, food and raw materials for them are subject to short-term or long-term storage, which depends on enzymatic spoilage (under the influence of its own enzymes), or microbiological spoilage - by enzymes of microorganisms. In order to extend the shelf life of the nutritional value of food, food is preserved using various technological methods. The use of preservatives (preservatives) is one of them. Preservatives stop the decomposition processes that take place in inanimate cells, as well as reduce the activity of metabolic processes in living cells. In this article I would like to explain what are the types of food preservatives and what is their task.*

Вступ. Хімічні консерванти – це хімічні речовини, які використовуються для гальмування або запобігання небажаних змін харчових і технічних продуктів біологічного походження, які викликаються мікроорганізмами-бактеріями, пліснями, дріжджами [8].

Консерванти збільшують термін зберігання готових продуктів і сировини, запобігають псуванню сировини в процесі технологічної переробки; використовуються в дуже невеликих концентраціях, нешкідливих для вищих

*Науковий керівник: Фаріонік Т.В. кандидат ветеринарних наук, доцент кафедри харчових технологій та мікробіології.

організмів і людини, тому що, будучи токсичними для мікроорганізмів, вони являються шкідливими для людини і тварини [1].

При виборі консерванту враховують його концентрацію, тривалість дії, можливість одночасної поразки більшої кількості мікроорганізмів.

Щоб створити консерванти з розширеним "спектром дії" необхідно знати причини відмирання мікроорганізмів під дією того чи іншого консерванту.

Оскільки псування харчових продуктів обумовлене великою кількістю видів мікроорганізмів, а більшість консервантів специфічно діє на окремі види мікроорганізмів, то створення комбінованих консервантів надає визначні переваги. Адитивна дія двох речовин можлива за рахунок того, що одна із речовин, діючи на оболонку клітини, полегшує проникнення в клітину другої, або один із консервантів знижує рН середовища [1].

Гнітюча дія харчових кислот, зокрема, на кишкову паличку і протей проявляється у концентраціях вище 0,01%. За ефективністю дії на бактерії кислоти можна розташувати у наступній послідовності: оцтова > лимонна > молочна. За відношенням до термофілів найбільш бактерицидна лимонна кислота.

Крім основної і вторинної м'ясної сировини, білоквмісних домішок і білкових препаратів в виробництві м'ясних продуктів використовують і інші інгредієнти неорганічного походження, кожен з яких виконує певну технологічну функцію.

Хлорид натрію і його дія (поварена сіль) – використовується як смакоформуюча речовина, інгібує окислення жирів, володіє бактеріостатичною дією на мікрофлору; є білокрозчинним реагентом по відношенню до міофібрилярних білків, що має важливе значення в процесі виробництва м'ясних емульсій. Це основний інгредієнт, який використовується при солінні, застосовується як:

- смакоформуюча речовина
- інгібітор окислення;
- бактеріостатик;
- білокрозчинний реагент.

Цукор – застосовують для покращення смаку (пом'якшення солоності) м'ясних виробів, як синергіст окислювально-відновлювальних реакцій в процесі кольоруутворювання м'яса, а також підтримує життєдіяльність молочнокислої мікрофлори в якості живильного середовища в технологіях м'ясних виробів з подовженим циклом посолу і дозрівання. Тобто:

- покращення смаку;
- консервуюча дія;
- стабілізація забарвлення;
- підтримка діяльності молочнокислої мікрофлори.

Нітрит натрію – використовується в вигляді розчинів (з концентрацією не більше 2,5%, в шприцювальних розсолах концентрація складає 0,02...0,1%. Цей компонент застосовується для:

- формування і стабілізації рожево-червоного кольору м'яса;
- проявляє антиокислюючу дію до ліпідів;

учасник реакцій утворення смакоароматичних речовин;
володіє вираженою інгібіруючою дією на розвиток ботулінуса і токсигенні плісняві гриби.

Введення нітриту в м'ясо інгібує процеси проростання спор *C. botulinum* в клітині і ділення клітин, внаслідок чого вони втрачають властиві їм функції. Значення цього факту важко переоцінити, оскільки ця бактерія утворює токсин, який викликає порушення діяльності нервової системи, які нерідко призводять до летального наслідку [2,3,4].

Використання нітритів та нітратів регламентуються органами охорони здоров'я і ряду країн. Тому в останні роки запропоновані численні замітники нітриту, які відрізняються меншою токсичністю. Становить інтерес спроба використовувати для цієї мети комплексну сполуку $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_2\text{NO}_2]_2\text{H}_2\text{O}$. Дослідним шляхом встановлено, що запропонований комплекс забезпечує швидке почервоніння фаршу без перехідної сірої фази, яка спостерігається в контролі з нітритопосолочною сумішшю, що обумовлює, ймовірно, швидкою реакцією NO з міоглобіном.

Харчові кислоти та їх солі. При обробці м'яса кислотами відмічається не тільки зміна активної кислотності, але і прямих хімічний вплив на мікроорганізми.

У Франції відомий спосіб консервування м'яса, який заснований на короткочасному зануренні його в розчин, який має рН 2...5 і містить 8% оцтової кислоти і антиоксиданту – сіль лужноземельного або лужного металу, наприклад фосфат кальцію.

Відомо, що при обробці м'яса і м'ясних продуктів водним розчином, який вміщує 0,5...3% оцтової кислоти, продукти зберігають свою свіжість в 3...4 рази довше, ніж необроблені зразки. Схожі результати одержані японськими вченими при обробці м'яса і м'ясних продуктів розчином оцтової кислоти в пропіленгликолі і при використанні стерилізуючої композиції на основі суміші оцтової, молочної, винної, лимонної, глюконової, бурштинової, соляної і фосфорної кислот. При зануренні в цей розчин або його розпиленні по поверхні м'яса і батонів ковбас швидко відмирають граммпозитивні і грамнегативні мікроорганізми [6, 7].

Існує думка, що обробка м'яса розчинами оцтової або молочної кислот в концентраціях 0,05...0,25 М приводить до деякого покращення ніжності м'яса.

Двоокис сірки (SO₂), бензойну кислоту або її натрієву сіль і сорбінову кислоту використовують для консервування плодів та ягід.

Найкращим з практичної точки зору антисептиком є двоокис сірки, хоча він не відповідає більшості вимогам, які пред'являються до антисептиків. Необхідна концентрація його – 0,15...1,2%, але навіть в такій концентрації він отруйний для людини і надає продукту неприємний запах і присмак.

Великою перевагою двоокису вуглецю являється можливість майже повністю видалити його з продукту перед використанням в їжу.

Двоокис сірки більш токсичний для плісені, бактерій, частково для дріжджів. Його редуруючі властивості сприяють збереженню вітаміну С. Інгібуюча дія SO₂ на мікроорганізми обумовлена його реакцією з альдо- і

кетогрупами моносахаридів, внаслідок чого мікроорганізми втрачають можливість їх використати, а також редукуванням SH-груп, які знаходяться в протеїнах ферментів, які знаходяться в мікроорганізмах і відіграють важливу роль в їх метаболізмі.

Борна кислота H_3BO_3 або її натрієва сіль – бура – $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ викликає достатньо консервуючу дію на продукти в концентрації 1,5%, але ця концентрація може викликати блювоту, пронос, подразнення нирки. В концентрації 0,3% борна кислота нешкідлива. Її використовують для консервування зернистої ікри, для якої така концентрація достатня [7, 8].

Хлорид кальцію ($CaCl_2$). Застосовують для структурування м'ясних систем, до складу яких входить стабілізована плазма. Він забезпечує прискорення процесу вторинного структуроутворення фаршу, ущільнює консистенцію, підвищує липкість. Його застосовують для:

для активації діяльності катепсинів (тобто з метою прискорення процесу дозрівання м'ясної сировини);

для дестабілізації стану кальцій – залежних білків та інтенсифікації ходу реструктурування;

для надання бактеріостатичної дії;

для покращення кольору у м'ясопродуктах.

$CaCl_2$ використовується в вигляді водних розчинів з концентрацією від 1,5 до 25% або до складу шприцювальних розсолів (НТД).

Висновок. Отже, дія консервантів спрямована безпосередньо на клітини мікроорганізмів – уповільнення ферментативних процесів, синтезу білка, руйнування клітинних мембран.

Список використаних джерел

1. Башинський В. В. Вимоги Європейського законодавства щодо харчових продуктів: збірник інформаційних матеріалів. Київ. ТОВ «Ветінформ», 2009. 327 с.
2. Довідник мікробіологічних методів дослідження харчових продуктів і кормів для тварин згідно з міжнародними стандартами. Біла Церква, 2006. 264 с.
3. Зажарська Н. М., Куцак Р. С., Бібен І. А., Кунєва Л. В. Ветеринарно-санітарна експертиза. Практикум. Навчальний посібник (перевидання) Дніпро, 2017. 193 с.
4. Домарецький В. А., Шиян П. Л., Калакура М. М., Романенко Л. Ф. Загальні технології харчових виробництв: підручник. Київ: Університет Україна, 2019. 814 с.
5. Богомолів О. В., Верешко Н. В., Сафонова О. М. Зберігання та переробка сільськогосподарської продукції: Підручник. Харків: Еспада, 2018. 544 с.
6. Мостенська Т. Збалансування продовольчого ринку в контексті забезпечення продовольчої безпеки: монографія. Київ: Кондор-Видавництво, 2015. 283 с.
7. Batt C. A. Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition) C. A. Batt. Elsevier, 2017. 110 p.

8. Belitz H.D. Food Chemistry. 4th revised and extended ed. H.D. Belitz, W. Grosch, P. Schieberle. Springer, 2019. 1114 p.

9. Brennan J. G.. Food Processing Handbook, 2nd Edition James G.B., Alistair S.G. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, 2011. 826 p.

Володимир ЛЮТЮК*,
магістр 2-го року навчання,
факультет технології виробництва
і переробки продукції тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ БРИНЗИ З ХАРЧОВИМИ ВОЛОКНАМИ

***Анотація.** Сири є поширеним і корисним молочним продуктом масового споживання. Розсільний сир – бринза вважається найкориснішим із усіх видів розсільних сирів, вона багата на білок, вітаміни А, Е, групи В, мікроелементи, а також мінеральні речовини: солі калію, кальцію та фтору. За результатами досліджень розроблено спосіб виробництва розсільного сиру бринза з морквою та гарбузом. При розробці нових видів сирів рекомендується використовувати місцеву сировину.*

***Annotation.** Cheese is a widespread and healthy dairy product of mass consumption. Russell cheese - feta cheese is considered the most useful of all types of cheese, it is rich in protein, vitamins A, E, group B, trace elements, as well as minerals: potassium, calcium and fluoride salts. Based on the research results, a method for the production of raw feta cheese with carrots and pumpkin has been developed. When developing the latest types of cheese, it is recommended to use local raw materials.*

Вступ. Концепція здорового харчування знаходить все більшого поширення та розуміння серед величезної кількості споживачів. Вона передбачає покращення структури харчування, створення технологій якісно нових харчових продуктів, що відповідають потребам організму, а також збільшення частки продуктів масового споживання з високою харчовою та біологічною цінністю.

Серед продуктів харчування важливе місце приділяється так званим функціональним продуктам, покликаним компенсувати дефіцит в організмі біологічно активних компонентів, сприяти підтримці в ньому нормальної функціональної активності органів і систем, знизити ризик різних захворювань та створити сприятливий мікробний фон у шлунково-кишковому тракті.

Серед великої різноманітності вироблених сирів особливе місце посідають м'які кисло-сичужні сири.

*Науковий керівник: Новгородська Н.В к.с.-г. наук доцент харчових технологій та мікробіології.

Сир є харчовим продуктом, що виробляється з молока шляхом коагуляції білків, обробки отриманого білкового згустку і подальшого дозрівання сирної маси. При дозріванні всі складові сирної маси піддаються глибоким змінам, в результаті яких у ній накопичуються смакові та ароматичні речовини, набуваються властиві даному виду сиру консистенція і малюнок.

В даний час попит на функціональні продукти харчування неухильно зростає, оскільки люди стають дедалі більше обізнаними про значення дієти та харчування. Кількість споживачів, які дбають про своє здоров'я, стає дедалі більше [1, 2].

Зростання занепокоєння взаємозв'язком між здоров'ям і харчуванням призвело до зростання популярності на ринку продуктів харчування зі зниженою енергетичною цінністю. Тому що жир має більш високу калорійність, ніж більшість поживних речовин у продуктах харчування, зниження вмісту жиру і холестерину в даний час є однією з основних тенденцій в галузі інновацій харчових продуктів.

Таким чином, особливо актуальною проблемою в галузі харчування, є створення харчових продуктів, які надавали б більший позитивний ефект на стан здоров'я людини, ніж продукти традиційного складу за її регулярному вживанні. Важливу роль у вирішенні цієї проблеми належить науковому напрямку, пов'язаному з створенням продуктів складного сировинного складу, що включають не тільки молочна сировина, але також немолочні компоненти, які б дозволили підтримувати імунну систему людини, її когнітивне здоров'я та знижувати ризик розвитку хронічних захворювань. Як компоненти при виробництві харчових продуктів широко використовуються наповнювачі рослинного походження. Вони добре поєднуються з молочною сировиною та характеризуються високим вмістом біологічно цінних речовин.

Рослинні компоненти є незамінними джерелами вітамінів, мінеральних солей, харчових волокон та інших біологічно активних речовин, які мають лікувальну дію. Сир є чудовим джерелом білка, незамінних амінокислот і мінеральних речовин [3, 4]. Молочні продукти, включаючи сири, входять до рекомендації щодо правильного харчування в багатьох країнах і є необхідними продуктами для розвитку організму людини та підтримки його здоров'я.

Метою дослідження є розширення асортименту сирів та зниження витрати молочної сировини шляхом розробки технології виробництва сиру бринза з овочевими добавками.

Об'єктом та предметом дослідження є сир бринза з овочевими добавками.

Виклад основного матеріалу. Спочатку розглядали хімічний склад овочів – гарбуз, морква. Для цього підбирали по два сорти кожного з овочів, поширених в Україні. Ними виявилися гарбуз «Новинка», гарбуз «Арабатський», морква «Яскрава», морква «Незрівнянна».

Загалом же плоди гарбуза багаті на каротиноїди, що й зумовлює їхню біологічну цінність. За своєю природою – це насичені вуглеводні терпенового ряду, які надають плодам і овочам помаранчеве, жовте, іноді червоне забарвлення. Біологічна роль каротиноїдів гарбуза полягає у їх участі в

загальному обміні речовин і процесі дозрівання (табл. 1) [5, 6].

Поряд із хімічним складом велике значення для промислової переробки гарбуза мають його кулінарні властивості, а саме – твердість шкірки, масова частка структурних складових плоду та смак. Для кулінарної переробки віддають перевагу сортам із найбільшою питомою вагою м'якоті. Понад 80 % її визначено в сортах Арабатський та Новинка.

Таблиця 1

Хімічний склад сортів гарбуза

Господарсько-ботанічний сорт	Розчинні сухі речовини, %	Сума цукрів, %	Вітамін С, мг/100г	Каротин, мг/100 г
Новинка	10,1	6,5	6,4	10,4
Арабатський	5,6	5,3	7,0	19,7

Джерело: [5, 6].

З названих овочів для використання у виробництві м'яких сирів за органолептичними властивостями підходять гарбуз та морква у вигляді суспензії, що має приємний смак та гарну консистенцію.

Характеристика гарбузово-морквяної суспензії, що використовується при проведенні дослідних виробок сиру, наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Склад і властивості	Суспензія
Вода, %	87,0
Білок, %	1,3
Глюкоза, %	1,6
Фруктоза, %	1,0
Сахароза, %	4,2
Клітковина, %	1,5
Пектин, %	0,6
β -каротин, мг%	12,3
Аскорбінова кислота, мг%	15,0
Смак і запах	Приємний
Консистенція	Однородна

Технологічні показники бринзи

Таблиця 3

Показник	Оптимальне значення
Масова частка жиру в сухій речовині, %, не менше ніж	Не менше 20
Масова частка вологи, %, не більше ніж	-
перед солінням	51...61
у зрілому сирі	53
Хлориду натрію, %	3...5
pH	-
перед солінням	5,3...5,35
у зрілому сирі	5,20...5,35
Тривалість дозрівання	20 діб

Склад та властивості гарбузово-морквової суспензії

Бринзу виробляли із пастеризованого коров'ячого молока. Основні показники технологічного процесу представлені у таблиці 3.

Основу технології сиру становлять такі технологічні операції: приймання та сортування молока, пастеризація та дозрівання молока, згортання молока, обробка згустку, формування сиру, внесення овочевого концентрату, самопресування сиру, упаковка, маркування та зберігання сиру.

Висновки. Проведений досить докладний аналіз складу гарбуза та моркви на прикладі досить поширених сортів цих овочів, вказує на їхню високу харчову цінність та присутність у них низки функціональних ознак. Це вказує на можливість використання даних овочів при виробництві молочних продуктів, зокрема при виробленні м'яких сирів.

Список використаних джерел

1. Aljewicz, M. , Cichosz, G., Nalepa, B., Bielecka, M. The effect of milk fat substitution with palm fat on lactic acid bacteria counts in cheese-like products. *LWT - Food Science and Technology*, 2016. 66. P.348-354.
2. Miocinovic, J. et al. Development of low fat UF cheese technology. *Mljekarstvo*, 2011. 61 (1). P. 33-44.
3. Новгородская Н. В. Факторы определяющие сыропригодность молока. *Сборник научных трудов «Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья»*. 2018. Выпуск 12. С. 143-149.
4. Новгородська Н.В. Бринза з імуномодулюючими властивостями. *International independent scientific journal*. 2020. №14. Vol.1. p.8-17
5. Munsch M.H. Relationships in Color and Carotene Content of Carrot Juices. *Canadian mat. of Food Sei. and TechnoL* 1983. Vol. 3. P. 173-178.
6. Слепнева А.С. Товароведение плодоовощных, зерномучных, кондитерских и вкусовых товаров. М.: Экономика, 2007. 243 с.

Вікторія ПАВЛЮК*,
студентка 1 курсу,
факультет технології виробництва
і переробки продукції
тваринництва та ветеринарії,
Вінницький національний аграрний університет,
Вінниця, Україна.

ВПЛИВ ХАРЧОВИХ ДОБАВОК НА ЯКІСТЬ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

***Анотація.** Харчові добавки, в широкому розумінні цього терміну, впродовж віків, а в деяких випадках навіть тисячоліть. З розвитком сільського господарства стали застосовуватися перші харчові добавки, серед яких основною була сіль. Сіль широко використовували римляни для консервації свинини і рибних продуктів.*

Як харчові добавки здавна використовувались і спеції.

Велике значення надавалося екзотичним спеціям – перцю, гвоздиці, мускатному горіху, кориці, імбиру для надання специфічного смаку і аромату харчовим продуктам.

***Abstract.** Nutritional supplements, in the broadest sense of the term, have been used by humans for centuries, and in some cases even millennia. With the development of agriculture began to be used the first food additives, among which the main was salt. Salt was widely used by the Romans for the preservation of pork and fish products. Spices have long been used as food additives. Great importance was attached to exotic spices - pepper, cloves, nutmeg, cinnamon, ginger to give a specific taste and aroma to food.*

Вступ. Широке використання харчових добавок в сучасному розумінні почалося лише у кінці XIX століття і швидко досягло максимального поширення в усіх країнах світу. Сьогодні виробництво більшості харчових продуктів є немислимим без внесення в рецептуру таких речовин, як харчові добавки. Вони не є необхідними компонентами їжі, але без їхнього застосування вибір харчових продуктів був би значно бідніший, а харчові технології значно складнішими і дорогими. Без застосування харчових добавок практично неможливим є виготовлення заготовок, напівфабрикатів, блюд швидкого приготування, вони також є необхідними складовими, які поліпшують органолептичні властивості, подовжують терміни зберігання, знижують калорійність їжі [1].

Харчові добавки — це природні сполуки або хімічні речовини, які самотійно, зазвичай, не споживаються, але у обмежених кількостях спеціально вводяться до складу інших продуктів харчування.

*Науковий керівник: Фаріонік Т.В. кандидат ветеринарних наук, доцент кафедри харчових технологій та мікробіології.

У різних країнах у виробництві продуктів харчування використовується понад 500 харчових добавок [3,4].

Всі харчові добавки діляться на речовини натурального і синтетичного походження. Перші виготовляються з продукції, яка може слугувати джерелом харчування. Це, зокрема, агар-агар (E406) і карагінан (E407), що видобуваються з морських водоростей. Це також пектин (E440), джерелом якого виступають фрукти, желатин, який отримують із тваринної сировини, присутньої на м'ясокомбінатах (E441) та ін.

Синтетичні добавки, в свою чергу, належать до однієї з двох груп – синтезовані.

Виробляються хім. шляхом, але також є в складі натуральних джерел. Наприклад, аскорбінова кислота (E300), що є антиокислювачем, сорбінова кислота (E200) і бензойна кислота (E210) – добавки-консерванти – штучні. Речовини, у яких немає природних аналогів, наприклад, харчові азобарвники та інші [7].

Класифікація харчових добавок за застосуванням:

- E100-E199: барвники. Надають продуктам харчування колір, відновлюють колір продукту, втрачений при обробці. Можуть бути природними (як бета-

- каротин) та хімічними (як татразин).

- E200-E299: консерванти. Відповідають за зберігання продуктів, попереджуючи розмноження бактерій та грибків. Хімічні стерилізуючі добавки для зупинки бродіння вин, дезінфіканти.

- E300-E399: антиоксиданти (антиокисники). Захищають продукти харчування від окиснення, зміни кольору та виникнення гіркоти. Можуть бути як природними сполуками (аскорбінова кислота, вітамін E), так і хімічно синтезованими речовинами. Додаються у жирові та масляні емульсії (наприклад, майонез).

- E400-E499: стабілізатори, загусники. Зберігають консистенцію продуктів харчування, підвищують їх в'язкість. Наприклад, пектин E440.

- E 500-599: емульгатори. Створюють однорідну суміш із незмішуваних у природних умовах речовин — таких, як вода та олія.

- E600-E699: підсилювачі смаку та аромату. Посилюють смак та аромат. Можуть приховувати неприємний природний смак продуктів харчування.

- E900-999: антифламінги, піногасники, глазуруючі речовини. Попереджують утворення піни, допомагають досягнути однорідної консистенції продуктів.

- E1000-1099: глазуруючі речовини, підсолоджувачі, розпушувачі, регулятори кислотності та інші не класифіковані добавки. Порівняно нова група E-добавок.

- E1100-E1105: ферменти, біологічні каталізатори. Група, також, порівняно нова. До неї входять різноманітні ферменти та біологічні каталізатори.

- E1400-E1450: модифіковані крохмали. Застосовуються для досягнення певної консистенції продуктів харчування.

- E1510-E1520: хімічні розчинники.

Корисні харчові добавки. Багато хто до словосполучення «харчові добавки» ставиться вкрай негативно, і не важливо, про які саме речовини йде мова. Насправді, існують не тільки ті добавки, які мають певні ризики для здоров'я людей, а й ті, які вважаються нешкідливими. Також є корисні харчові добавки. Такі, які здатні позитивно впливати на організм, теж задіюються в кулінарії і маркуються кодами з буквою E.

Якщо правильно зберігати продукти харчування, якщо дотримуватися елементарних вимог до упаковки, не перевищувати допустимих кількостей введення добавок, останні в більшості своїй не приносять жодної шкоди. Інша річ, якщо правилами застосування нехтувати, якщо поєднувати між собою невідповідні інгредієнти. У такому випадку навіть нешкідливі добавки можуть призвести до токсичного ефекту [4, 6, 8].

Отже, список добавок до їжі, які вважаються корисними, невеликий, але він є. Ось вони:

- куркуміни (E100). Яскраво-жовті барвники натурального походження, що видобуваються з куркуми. Ефективні проти запалень, пухлин, мають протіокислювальну дію;

- рибофлавін, або вітамін B₂ (E101). Покращує стан шкіри, волосся, нігтьових пластин і щитовидної залози, сприяє формуванню антитіл, еритроцитів і регулює репродуктивну функцію;

- натрієва сіль вітаміну B₂ (E106). Ще один барвник, застосовуваний для надання їжі жовтого забарвлення. Користь та ж сама, що і у попередньої добавки;

- каротини (E160a). Помаранчевий пігмент, життєво важливий елемент, малотоксичний антиоксидант;

- лютеїн (E161b). Добавка-барвник, що поліпшує зір. Рекомендована також при інсульті та ревматоїдному артриті;

- аскорбінова кислота/вітамін C (E300). Харчова добавка-антиоксидант.

- токоферолі/вітаміни E (E306-E309). Важливі для людського організму антиоксиданти;

- пектини (E440). Добавка до їжі з категорії загусників. Знижує рівень холестерину в крові, допомагає в очищенні кишківника і полегшує виведення шлакових утворень;

- йодати кальцію і калію (E916, E917). У функціональних можливостях – насичення кулінарної продукції йодом.

Нешкідливі або нейтральні харчові добавки. Перелік нешкідливих добавок, ще більший, якщо порівнювати з попередніми. Це всі підкислювачі і речовини, що регулюють кислотність, а також деякі емульгуючі компоненти і позиції з інших функціональних груп. Важливо: хоча вони і вважаються нейтральними у плані впливу на людський організм, використовувати їх в харчовій продукції та вживати таку їжу необхідно обережно. Варто пам'ятати, що дозування і поєднання з іншими сполуками мають велике значення.

Нешкідливість таких добавок – поняття відносне. Дорослі і діти по-різному реагують на них. Якщо для дорослих ризики від вживання, скажімо, солі, ванілі

і т.д., мінімальні, то дитячий організм може відреагувати негативно [9].

До нешкідливих добавок належать такі:

- барвники (хлорофіл і його мідні комплекси з хлорофіліном, вугілля, антоціани, крейда, таніни);
- консерванти (калій сорбіновокислий, вуглекислий газ, оцтова, лимонна і молочна к-ти);
- регулятори кислотності (гідроксибутандіова кислота, фумарова кислота);
- антиоксиданти (синтетичні альфа- і гамма-токофероли, лецитин);
- стабілізатори (агар-агар, соляна кислота);
- підсолоджувачі (сорбіт);
- розпушувачі (сода харчова);
- інші добавки (віск, зокрема вовняний, вазелін, парафін, бензоа).

Шкідливі харчові добавки. Зрозуміло, що шкідливі для здоров'я добавки до їжі також є, і їх чимало. Велика частина з них має дозвіл для використання, тому обережність повинна бути на першому місці. Шкідливі для організму речовини несуть небезпеку виникнення алергій, можуть посилювати хронічні хвороби, здатні провокувати захворювання шлунково-кишкового тракту, викликати шкірні недуги, порушення тиску [3, 4, 7].

Зараз з'ясуємо, які харчові добавки шкідливі.

Ось список:

- дуже небезпечні (амарант E123, хлористий амоній E510, сірчана кислота E513);
- небезпечні (кармін E120, еритрозин E127, бісульфіт натрію E222, альгінова к-та E400, вуглекислий калій E501, E502, вуглекислий амоній E503, глутамат E620);
- канцерогенні (деревне вугілля E153, бензойна к-та E210, біфеніл E230, формальдегід E240, азотистокислий калій E249, метилоцтова к-та E280);
- заборонені (алканет E103, жовтий кислотний E105, альфа-нафтол помаранчевий E111, амарант E123);

Харчові добавки в продуктах харчування. Натуральні і синтетичні добавки до їжі знаходять застосування в найрізноманітніших напрямках харчового сегменту. Без них не обходяться кондитерське виробництво, лікеро-горілчаний сектор, молочна сфера, м'ясо- та рибопереробка, хлібопечення і т.д.

Не тільки в кондитерці і соусах, до яких багато хто ставиться з обережністю, саме через вміст Е-шок, присутні добавки. Вони є практично в кожному харчовому товарі, що знаходиться на магазинній полиці, навіть в тій їжі, яку ми вважаємо свіжою та натуральною.

Якщо частина допоміжних компонентів виправдана, то є величезна кількість тих, які застосовуються лише з метою збільшити продажі, підвищивши привабливість продукту в очах споживача. Взяти хоча б нашумілий смакопідсилювач глутамат натрію або цукрозамінник аспартам. Вони здатні призвести до вкрай негативних наслідків: пошкодити головний мозок, ЦНС (центральна нервова система) і т.д.

Висновок. Отже, можемо зробити висновок, що не можливо стверджувати категорично про вплив харчових добавок на якість харчових продуктів. Так як є

добавки, які можуть мати негативний вплив на якість або ж навпаки, мати досить позитивний результат у поєднанні з продуктами харчування. Тому завжди варто розглядати окремі харчові добавки і досліджувати їх вплив.

Список використаних джерел

1. Batt C.A. Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition) C.A. Batt. Elsevier, 2017. 110 p.
2. Belitz H.D. Food Chemistry. 4th revised and extended ed. H.D. Belitz, W. Grosch, P. Schieberle. Springer, 2019. 1114 p.
3. Brennan J. G.. Food Processing Handbook, 2nd Edition James G.B., Alistair S.G. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, 2011. 826 p.
4. Carriquiry Miguel. FAPRI 2009. U.S. and World agricultural outlook Miguel Carriquiry, Fengxia Dong, Xiaodong Du. Iowa State University, University of Missouri-Columbia, Food and Agricultural Policy Research Institute Ames. 2019. 411 p.
5. Cauvain S.P. The ICC Handbook of Cereals, Flour, Dough & Product Testing: Methods and Applications S.P. Cauvain, L.S. Young. DEStech Publications, Inc, 2019. 498 p.
6. Fellows P. Food processing technology. Principles and Practice. Second Edition P. Fellows. CRC Press, 2000. 591 p.
7. Holah J. Hygienic Design of Food Factories J. Holah, H.L.M. Lelieveld. Elsevier, 2011. 785 p.
8. Jacqueline H.B. Accelerating New Food Product Design and Development. 2nd Edition H.B Jacqueline H. Beckley, J.H. Leslie, J. Herzog, M.M. Foley. Wiley-Blackwell, 2017. 408 p.
9. Kennedy S. Food Protection and Security. Preventing and Mitigating Contamination during Food Processing and Production S. Kennedy. Woodhead Publishing, 2017. 340 p.