

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет біоресурсів  
і природокористування України  
Відокремлений підрозділ Національного університету  
біоресурсів і природокористування України  
«Ніжинський агротехнічний інститут»  
Кафедра сільськогосподарських машин  
та системотехніки імені академіка П. М. Василенка

**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**  
**XXII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**  
**"Сучасні проблеми**  
**землеробської механіки"**  
**(16–18 жовтня 2021 року)**  
*присвячену 121-річчю з дня народження академіка*  
*Петра Мефодійовича Василенка*

---

---

---

---



*Київ-Ніжин – 2021*

**ББК40.7**

**УДК 631.17+62-52-631.3**

Збірник тез доповідей XXII Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки". 16–18 жовтня 2021 року. МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Ніжинський агротехнічний інститут». Київ. Ніжин. 2021. 253 с.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів і докторантів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок з машин і обладнання сільськогосподарського виробництва, механізації сільського господарства, транспортних технологій і засобів у АПК, конструювання і надійності машин для сільського, лісового і водного господарств та харчових технологій, удосконалення та нові розробки біотехнологічних процесів і технічних засобів.

Організаційний комітет:

**Ніколаєнко С.М.** - д.п.н., проф., академік НАПН, ректор Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП), *голова.*

**Войтюк Д.Г.** - к.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри НУБіП України, *співголова.*

**Лукач В.С.** - к.т.н., проф., в. о. директора ВП НУБіП України «НАТІ», *співголова.*

**Братішко В.В.** - д.т.н., с.н.с., декан НУБіП, *співголова.*

**Адамчук В.В.** - д.т.н., проф., академік НААН, директор ННЦ «ІМЕСГ».

**Іванишин В.В.** - д.е.н., проф., член-кор. НААН, ректор ПДАТУ.

**Іщенко Т.Д.** - к.п.н., проф., директор ДУ «Науково-методичний центр вищої та фахової передвищої освіти».

**Калетнік Г.М.** - д.е.н., проф., академік НААН, президент ВНАУ.

**Кобець А.С.** - д.н. з держ. упр., проф., ректор ДДАЕУ.

**Кравчук В.І.** - д.т.н., проф., академік НААН, директор ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого».

**Кропівний В.М.** - к.т.н., проф., ректор ЦНТУ.

**Кюрчев В.М.** - д.т.н., проф., член-кор. НААН, ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

**Нанка О.В.** - к.т.н., проф., ректор ХНТУСГ імені Петра Василенка.

**Черновол М.І.** - д.т.н., проф., академік НААН, радник ректора ЦНТУ.

- Шебанін В.С.** - д.т.н., проф., академік НААН, ректор МНАУ.
- Борак К.В.** - д.т.н., доц. заступник директора ЖАТК.
- Булгаков В.М.** - д.т.н., проф., академік НААН, завідувач кафедри НУБіП.
- Гуменюк Ю.О.** - к.т.н., доц., завідувач кафедри НУБіП.
- Довжик М.Я.** - к.т.н., доц., декан СНАУ.
- Кірчук Р.В.** - к.т.н., доц., декан ЛНТУ.
- Ковалишин С.Й.** - к.т.н., проф., декан ЛНАУ.
- Кулик В.П.** - к.т.н., доц., завідувач лабораторії ВП НУБіП «НАТІ».
- Кульгавий В.Ф.** - генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів».
- Кюрчев С.В.** - д.т.н., проф., декан ТДАТУ імені Дмитра Моторного.
- Надикто В.Т.** - д.т.н., проф., член-кор. НААН України, професор кафедри ТДАТУ імені Дмитра Моторного.
- Панцир Ю.І.** - к.т.н., доц., декан ПДАТУ.
- Пугач А.М.** - д.н. з держ. упр., проф., декан ДДАЕУ.
- Пушка О.С.** - к.т.н., доц., декан УНУС.
- Роговський І.Л.** - д.т.н., с.н.с., в.о. завідувача кафедри НУБіП.
- Ружило З.В.** - к.т.н., доц., декан НУБіП України.
- Саченко В.І.** - к.т.н., голова Ради Асоціації «Укрмашбуд».
- Ярош Я.Д.** - д.т.н., проф., декан ПНУ.
- Henryk Sobczuk** - д.т.н., проф., директор Представництва Польської академії наук в Києві.
- Salimzoda Amonullo Fajzullo** - д.с.-г.н., проф., член-кор. ТАСХН, ректор Таджикського аграрного університету ім. Ш. Шотемура (Таджикістан).
- Eric Veulliet** – проф., президент Університету прикладних наук Вайнштефан-Триздорф (Німеччина).
- Eugeniusz Krasowski** - д.т.н., проф., Польська академія наук відділення в Любліні (Польща).
- Vīa Melbarde** - директор департаменту бізнесу, Відземський університет прикладних наук (Латвія).
- Kalinichenko Antonina** - д.т.н., проф., Інститут технічних наук Опольського університету (Польща).
- Virendra K. Vijay** - проф., керівник Центру розвитку сільських районів та технологій, Індійський технологічний інститут Делі (Індія).

© НУБіП України, 2021.

© ВП НУБіП України «НАТІ», 2021.

## Секція

# Стан та перспективи розвитку сучасної землеробської механіки

УДК (001.89:Василенко):631.3

### НАУКОВА ШКОЛА З ЗЕМЛЕРОБСЬКОЇ МЕХАНІКИ АКАДЕМІКА П. М. ВАСИЛЕНКА

*Войтюк Д. Г., Деркач О. П.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

З давніх часів у літописах науки зберігається інформація про видатні особистості, що самовіддано служили науковій істині. Незрівнянно менш вивченим є різноманіття соціальних і творчих зв'язків між ученими. Найважливішими серед форм цих зв'язків є школи в науці. Вони виконують подвійну функцію – освітню і дослідницьку. Висвітлення наукової школи з землеробської механіки академіка П. М. Василенка є складним і актуальним питанням і потребує сучасного погляду науковця й історика на цю проблему, оскільки це необхідно при оцінці сучасного стану і прогнозуванні розвитку землеробської механіки в майбутньому.

Аналіз останніх досліджень і публікацій [1, 2], в яких започатковано розв'язання даної проблеми, свідчить про те, що ще існують малодосліджені джерела, які стосуються наукової школи академіка П. М. Василенка.

Метою дослідження є комплексний аналіз становлення та розвитку наукової школи з землеробської механіки академіка П. М. Василенка.

Наукова школа з землеробської (сільськогосподарської) механіки в Україні започаткована в 30-х роках ХХ ст. на кафедрі сільськогосподарських машин при Київському інституті механізації та електрифікації сільського господарства (нині Національний університет біоресурсів і природокористування (НУБіП) України).

Її становлення і розвиток, безперечно, пов'язано з ім'ям видатного вченого в галузі землеробської механіки, академіком Національної академії аграрних наук України, академіком Російської академії сільськогосподарських наук, членом-кореспондентом Національної академії наук України, доктором технічних наук, професором кафедри сільськогосподарських машин НУБіП України, лауреатом Золотої медалі імені В. П. Горячкіна – Петром Мефодійовичем Василенком. Очевидно, що наукову школу з землеробської механіки в Україні можна з впевненістю

назвати – школою академіка П. М. Василенка.

Напрямки досліджень наукової школи з землеробської механіки в Україні: обробіток ґрунту, внесення добрив, сівба сільськогосподарських культур, хімічний захист рослин від шкідників та хвороб, збирання зернових і післязбиральний обробіток зерна, збирання коренебульбоплодів, механізація садівництва і тваринництва, автоматизація процесів сільськогосподарського виробництва та розробка технологій точного землеробства.

У вченні про обробіток ґрунту науковою школою з землеробської механіки розроблений аналітичний метод визначення опору ґрунту різанню з врахуванням фізико-механічних властивостей ґрунту і геометричної форми поверхні робочих органів (П. С. Короткевич), встановлений вплив форми робочих органів, що рухаються в ґрунті, на їх тяговий опір (В. П. Третьак), запропонована методика розрахунку основних розмірів опорних поверхонь (коліс, польових дощок, тощо) ґрунтообробних машин (В. С. Гапоненко), досліджений вплив конструктивних параметрів і динамічних характеристик ґрунтообробних фрез на стійкість їх ходу і режим роботи (В. М. Борисов), встановлена залежність величини вертикальних відхилень робочих органів культиваторів від швидкості їх переміщення, параметрів робочого органа та параметрів системи кріплення робочих органів (П. Т. Бабій), розроблені технологічні основи механізації терасування схилів, обґрунтовані раціональні варіанти терас, запропонована методика оптимального їх розміщення (М. С. Хоменко), встановлені оптимальні типи та конструктивні параметри робочих органів просапних культиваторів для міжрядного обробітку ґрунту в умовах Полісся (П. І. Жолтишев), визначена ефективність роботи орного агрегату (Ю. П. Моспан) та розроблена нова механізована технологія і конструкція комбінованої ґрунтообробної машини (В. Ф. Пащенко).

У механізації внесення добрив науковою школою академіка П. М. Василенка одержані вихідні передумови для розрахунку і проектування машин для внесення у ґрунт рідких добрив гідромоніторним способом (О. М. Пилипенко) та обґрунтований тип апарата для локального внесення в ґрунт органічних добрив (В. І. Міняйло).

Науковою школою академіка П. М. Василенка вибрані оптимальні параметри посівних машин для просапних культур (В. С. Басін), розроблені нові конструкції висівних апаратів (К. Г. Іваниця, О. О. Петренко) та сошників (В. М. Соколов, С. М. Донець, М. І. Пахар), визначений вплив динамічних характеристик привода на якісні показники роботи сівалок (Г. Р. Гаврилюк, Л. В. Аніскевич), розроблена сенсор-технологія змінних норм внесення для технологій точного землеробства (Д. Г. Войтюк, Л. В. Аніскевич, Г. Р. Гаврилюк).

У питанні механізації захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів науковою школою академіка П. М. Василенка встановлені оптимальні

значення режимів транспортування та розмірів крапель при їх транспортуванні повітряним потоком при мало- та ультрамалооб'ємному обприскуванні (Д. Г. Войтюк), розроблена методика визначення оптимального режиму роботи гідравлічної магістралі малооб'ємних обприскувачів (Г. І. Живолуп) та механіко-технологічні основи вертикально-шнекового дозатора протруювача насіння (Б. М. Гевко).

У механізації збирання зернових і кормових культур та післязбиральної обробки зерна науковою школою академіка П. М. Василенка розроблені нові типи ротаційних різальних апаратів (О. М. Погорілець), механіко-технологічні основи побудови технологічного процесу сепарації грубого вороху направленим способом (С. П. Бублик), рекомендації з удосконалення конструктивних параметрів підбирачів зернозбиральних комбайнів і машин для збирання соломи (Є. О. Офат) та встановлені оптимальні значення конструктивних параметрів і кінематичних режимів роботи плоских решіт для сепарації дрібного вороху в зернозбиральних комбайнах (Сяо-Лінь-Хуа).

Науковою школою академіка П. М. Василенка розроблені технологічні та технічні основи удосконалення механізованих процесів збирання цукрових буряків, вибрані оптимальні варіанти робочих процесів та технологічних схем, типи і параметри основних робочих органів бурякозбиральних машин (Л. В. Погорілий), математичні моделі процесу копіювання поверхні ґрунту самохідними коренезбиральними машинами (В. М. Булгаков), створена конструкція вібраційного пристрою для викопування коренів цукрових буряків і визначені його оптимальні параметри та режими роботи (В. В. Брей), розроблений новий механізований спосіб викопування коренеплодів кормових буряків та спеціальний пристрій для його виконання (М. Я. Довжик). Розроблений технологічний процес механізованого збирання картоплі з використанням ротаційних робочих органів та створена картоплезбиральна машина і комбайн (П. М. Настенко) та досліджені ротаційні сепарувальні робочі органи (Я. І. Верменко).

У механізації садівництва і овочівництва удосконалений процес транспортування і дозування плодів і овочів хвильовими конвеєрами та встановлені їх оптимальні параметри і режими роботи (О. М. Дімчев).

У питанні механізації тваринництва науковою школою академіка П. М. Василенка удосконалені технологічні процеси, конструктивні параметри, режими роботи робочих органів і механізмів машин для роздавання кормів (О. О. Омельченко) та розроблені технологічні режими процесу запарювання грубих кормів й обґрунтовані конструктивні параметри запарника для них (В. М. Синявський).

У науковій школі з землеробської механіки в Україні чітко простежується традиція наступності. Керівництво школою академік П. М. Василенко передав своєму учневі й послідовнику члену-

кореспонденту НААН, професору Д. Г. Войтюку. Він не тільки розвинув учення школи про землеробську механіку, але й відкрив її нову сторонку – систему точного землеробства.

Наукова школа академіка П. М. Василенка зберігає традиції свого засновника, є зародком нових точок росту науки й окремих її напрямків. Школа не тільки генерує наукову продукцію, ідеї і відкриття, але й забезпечує розширене відтворення наступних поколінь дослідників. Її вихованці самі стають науковими лідерами, керівниками нових шкіл та нових напрямків. Його школа дала шлях у науку кільком поколінням учених. Продовжувачами традицій школи академіка П. М. Василенка стали школи академіка Л. В. Погорілого, академіка НААН В. М. Булгакова, професорів О. О. Омельченка, М. С. Хоменка, В. С. Басіна та інших.

Нині є всі підстави говорити про видатну наукову школу із землеробської механіки в Україні, започатковану академіком П. М. Василенком – під його керівництвом захищено 7 докторських і близько 60 кандидатських дисертацій, дуже багато майбутніх докторів і кандидатів наук з усіх республік колишнього Радянського Союзу консультувались у вченого. Своїм безпосереднім учителем його вважають близько 200 науковців. Багато учнів академіка П. М. Василенка нині вже самі досягли вагомих наукових результатів – вони обрані академіками і членами-кореспондентами Національної академії аграрних наук, Академії інженерних наук України та Міжнародної академії технічної освіти, очолюють провідні науково-дослідні інститути країни та факультети і кафедри, є провідними спеціалістами науково-дослідних лабораторій і конструкторських бюро, стали заслуженими працівниками народної освіти України, заслуженими винахідниками та заслуженими діячами науки і техніки України. Учні академіка П. М. Василенка – першопрохідці в Україні у розробленні технологій точного землеробства – нового напрямку в розвитку землеробської механіки.

Список використаних джерел

1. *Войтюк Д. Г., Вергунов В. А., Мудрук О. С., Деркач О. П.* Наукова школа академіка Василенка Петра Мефодійовича: монографія. Київ. Аграрна освіта. 2005. 72 с.

2. *Деркач О. П.* Діяльність академіка П. М. Василенка в контексті розвитку землеробської механіки в Україні. Автореф. дис. ... канд. іст. наук. 07.00.07. ДНСГБ УААН. Київ. 2006. 22 с.

УДК 631.31

## **ЗАСТОСУВАННЯ ТЕНОЛОГІЙ МІНІМАЛЬНОГО ОБРОБІТКУ В УМОВАХ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

*Дерев'янка Д. А., Брушко В. В.  
Поліський національний університет*

Відомо що, обробіток ґрунту є основною складовою енергетичних і матеріальних витрат виробництва продукції рослинництва. Отже, вибір раціональної системи може безпосередньо вплинути на зниження витрат і, в підсумку, на собівартість продукції. В аграрному виробництві широко використовуються різні системи обробітку ґрунту, наприклад, оранка з обертанням або без обертання скиби, обробіток дисковими робочими органами або культиваторними лапами, різноманітні системи мінімального обробітку.

Наведені системи обробітку ґрунту використовуються в різноманітних ґрунтово-кліматичних зонах, на різних типах ґрунтів, за різних умов вологозабезпечення і знаряддя для їх реалізації постійно удосконалюються.

Однак ці технології не завжди є ефективними з точки зору повноцінного використання добрив, раціонального загортання рослинних залишків, а також виконання інших технологічних операцій.

В зв'язку зі збільшенням посушливості клімату, у зонах ризикованого землеробства, особливо актуальною є система нульового обробітку, відома під назвою no-till, яка має свої особливості, поверхневий шар ґрунту не розпушується, використовується пряма сівба культур, поверхня ґрунту покривається шаром спеціально подрібнених рослин (мульчою).

Наведені заходи сприяють збереженню вологи, запобігають водній та вітровій ерозії. Мінеральні добрива вносять під час сівби у прорізані сівалкою посівні борозни. Контроль бур'янів базується на застосуванні гербіцидів у період, що передує сівбі або після неї. Головний принцип системи нульового обробітку, використання природних процесів, які відбуваються у ґрунті, саме тому застосування даної технології в рослинництві, через певний час поліпшує фізичний стан ґрунту.

Для поліпшення водного режиму ґрунту, зниження розвитку шкідників, хвороб та бур'янів, підвищення родючості та природного розушільнення ґрунту корінням рослин важливе значення має сівозміна.

Тобто, ефективність різноманітних механізованих технологій які застосовуються в аграрному виробництві, досягне свого результату, тільки в тісному зв'язку з агрономічними та іншими необхідними умовами ведення господарської діяльності.



Список використаних джерел

1. Кравчук В. І., Шустік Л. П., Погорілий В. В., Кушнар'єв А. С., Мазурик Л. І. *Машина для обробітку ґрунту та сівби: монографія. Дослідницьке. УкрНДПВТ імені Леоніда Погорілого. 2009. 288 с.*
2. Шевченко І. А. *Керування агрофізичним станом ґрунтового середовища. Київ. Вініченко. 2016. 319 с.*

УДК 378-044.247:631:338.28

**ІННОВАЦІЙНА СПРЯМОВАНІСТЬ ПЕДАГОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ  
ЗА УМОВ ІНТЕГРАЦІЇ АГРАРНОЇ ОСВІТИ, НАУКИ ТА  
ВИРОБНИЦТВА НА ЗАСАДАХ ВЧЕННЯ  
АКАДЕМІКА П. М. ВАСИЛЕНКА**

*Пришляк В. М.*

*Вінницький національний аграрний університет*

Курси підвищення кваліфікації науково-педагогічних працівників, як і науково-практичні конференції узагальнюють і виокремлюють сучасні проблемні питання та здобутки розвитку агропромислового виробництва, де визначаються актуальні напрямки наукових досліджень. Розуміючи важливість цих заходів, за останній період відбулося підвищення кваліфікації в Інституті водних проблем і меліорації НААН України за тематикою «Сучасні технології і технічні засоби у зрошенні», а також в Національному університеті біоресурсів і природокористування України за напрямом «Інноваційна спрямованість педагогічної діяльності». Корисною була і International scientific conference “Conserving soil and water”, organizer: scientific-technical union of mechanical engineering, Bulgaria [1].

За період проходження підвищення кваліфікації, котре проводилось у дистанційному режимі Національним університетом біоресурсів і природокористування України (НУБіП), і, проводилось для слухачів без відриву від основного місця роботи, було розширено знання науково-педагогічних працівників з сучасних інноваційних методик викладання агротехнічних дисциплін і підвищенні якості формування професійних компетентностей агроінженерів відповідно до сучасних вимог педагогічної науки й агропромислового виробництва. Колеги з НУБіП поділились знаннями щодо особливостей набору контингенту, формування академічних груп, відповідно до специфіки виробничої діяльності майбутніх агротехнічних працівників.

У педагогічних технологіях проектної підготовки агроінженерії важлива роль відводиться суб'єктам навчального процесу – викладачам та

студентам. Їх взаємодія носить багатофакторний характер і по різному впливає на критерії оцінки якості навчання, формування інтегральної, загальної та спеціальної компетентностей фахівця. Викладач може виступати у ролі лектора з теоретичної підготовки фахівців, керівника курсових та дипломних проектів, консультанта з особливостей проектної діяльності, модератора проектної підготовки та в інших функціональних ролях.

Факторний аналіз виконання фахівцями з агроінженерії виробничих функцій, а також системний аналіз літературних джерел з даної тематики показали, що протиріччя між зростаючими вимогами до якості підготовки майбутніх агропромислових фахівців та дидактичним рівнем аграрної освіти можна розв'язати шляхом розробки новітніх інноваційних педагогічних технологій навчання, сучасних інформаційно-комунікативних засобів, всебічного зв'язку з реальними виробничими процесами діяльності фахівців агропромислового виробництва.

Високоякісну підготовку агроінженерних кадрів значною мірою забезпечує інтеграція аграрної освіти, науки та виробництва. Завдання, поставлені в основу змісту Агроінженерної освіти, передбачають розробку та впровадження у навчальний процес гнучких, адаптованих до досягнень науки і техніки педагогічних технологій, спрямованих на потреби виробництва і мають практичне застосування. Системно інтегровані, інноваційні технології навчання передбачають розвиток творчої, пізнавальної активності суб'єктів навчання – майбутніх агроінженерів.

Пугач А. М. у статті «Інтегральні процеси в сфері аграрної освіти та виробництва як визначальна умова розвитку аграрного ресурсного потенціалу України» досліджував поняття «інтеграція» та «інтеграційні процеси». Він зазначав, що інтеграція це сукупність взаємодії узгодженості, в діях між елементами соціальної системи, що забезпечують внутрішню єдність, цілісність, гармонійне функціонування, стійкість і динамічну стабільність. Вознюк О. В. розглядав головні аспекти педагогічної парадигми, котра спроможна забезпечити впровадження в освітню галузь синтетичного знання, що ґрунтується, на основі комплексних трансдисциплінарних наукових дисциплін. Забезпечення органічного поєднання освітньої, наукової та інноваційної діяльності – одне із основних завдань закладу вищої освіти [2].

Академік П. М. Василенко вніс значний вклад у розвиток інтеграційних процесів наукових основ фундаментальної аграрної науки, освітнього середовища вищої школи, агропромислового виробництва. Велике значення П. М. Василенко приділяв фізико-математичній підготовці майбутніх агроінженерів як базисній основі формування спеціальних професійних компетентностей фахівця, розвитку умінь та навичок з розрахунку, оптимізації конструктивних і технологічних параметрів машин і агрегатів, проектування технологічних процесів автоматизованого с.-г. виробництва. Система

високоякісної підготовки фахівця з агроінженерії на основі фундаментальних теоретичних і методичних розробок П. М. Василенка передбачає формування здатностей сучасного фахівця будувати математичні моделі виробничих процесів, уміло застосовувати математичні методи обґрунтування параметрів робочих органів сільськогосподарських машин, професійно розв'язувати різноманітні прикладні задачі землеробської механіки.

Василенко П. М. вважав, що першочерговими у проектуванні та конструюванні машин повинні бути фундаментальні знання з технологій землеробства, агрофізичних і механіко-технологічних властивостей сільськогосподарських матеріалів як об'єктів, з якими взаємодіють робочі органи машин, змінюючи їх стан, характеристики, положення тощо.

Особливий науковий інтерес викликає книга «Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин» [3], призначена для наукових працівників. У книзі П. М. Василенко на фундаментальному науково-теоретичному рівні проаналізував і розробив методологію розв'язку низки проблемних питань, важливих для розвитку аграрної науки, освіти та виробництва, а саме: диференціальні рівняння руху матеріальної частки по поверхні, руху матеріалу по площинах – горизонтальній, похилій, коливній, циліндричній, ротаційній, гвинтовій, по гравітаційних кривих і скатних поверхнях, що обумовлюють екстремальні значення кінематичних елементів руху частки.

Важлива роль в ефективності результату інтеграції аграрної освіти, науки та виробництва в системі підготовки агроінженерів до інноваційної проектної діяльності належить автоматизації процесів сільськогосподарського виробництва. П. М. Василенком узагальнено на класичних засадах матеріали з автоматизації сільськогосподарського виробництва: він описав елементи теорії лінійних систем автоматичного регулювання та розглянув конструкції основних автоматичних пристроїв, призначених для автоматизації процесів сільськогосподарського виробництва. Автор зазначив, що важливими засобами, які забезпечують технічний прогрес розвитку освіти, науки й виробництва є комплексна механізація та автоматизація процесів. Важливими характеристиками виробництва є підвищення продуктивності праці, зниження собівартості продукції та підвищення її якості. За умов комплексної механізації на виробництві використовують набір машин, які без використання ручної праці послідовно виконують усі виробничі операції. У більшості випадків ці засоби автоматизації не можуть бути запозиченими з промисловості, оскільки вони мають задовольняти вимоги специфічного сільськогосподарського виробництва. А саме: автоматичні пристрої повинні бути простими за конструкцією; пристосованими для роботи за наявності у повітрі великої кількості легких домішок, таких як пилю, полови та ін., а також важких – землі, піску тощо; пристосованими для роботи на рухомих машинах за змінних режимів завантаження, змінних фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу, наприклад, вологості, твердості, хімічного складу.

Вчення П. М. Василенка сприяє формуванню загальних компетенцій майбутнього агроінженера, котрий опанував закони механіки, основи загально-інженерних дисциплін, направлених на розвиток аналітичного та фахово-орієнтовного мислення спеціаліста, спроможного аналізувати та систематизувати процеси та явища агропромислового виробництва.

Отже, застосування теоретико-методологічних засад вчення академіка П. М. Василенка на основі інтеграції аграрної науки, освіти та виробництва забезпечує якісну підготовку майбутніх агроінженерів, формування у них інтегральної, загальних і спеціальних професійних компетентностей відповідно до стандарту освіти й вимог ринку праці.

Список використаних джерел

1. *Viktor Pryshliak, Vasyl Kurylo* (2021). Development in the educational process and research and production activity of modern technologies and technical means of field irrigation. [Conserving soils and water]. Borovets, Bulgaria: "Bulgarian association of agricultural mechanization, Year V, Issue. 45-48.

2. *Пришляк В. М.* Інтеграція освіти, науки та виробництва в системі підготовки агроінженерів до інноваційної проектної діяльності на засадах вчення акад. П.М. Василенка. Інженерія природокористування, Харків: ХНТУСГ, 2020. № 2 (16). С. 84-92. [doi.org/10.37700/enm.2020.2\(16\)](https://doi.org/10.37700/enm.2020.2(16)). С. 84-92.

3. *Василенко П. М.* Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин. Киев. УАСХН. 1960. 289 с.

*Секція*  
*Механіко-технологічні процеси, робочі органи*  
*та машини для рослинництва*

УДК 621.331

**ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СИСТЕМ  
КРАПЕЛЬНОГО ЗРОШЕННЯ ВИНОГРАДНИКІВ**

*Журавель Д. П.*  
*Таврійський державний агротехнологічний університет*  
*імені Дмитра Моторного*

У сучасних умовах головним резервом збільшення виробництва винограду є підвищення виробництва за рахунок інтенсифікації виноградарства. Але наукові дослідження свідчать, що навіть у кращих виноградарських господарствах збільшення рівня інтенсивності галузі без суттєвої зміни технології виробництва не забезпечує відповідний ріст ефективності. Це спонукає вчених постійно вдосконалювати та впроваджувати нові системи ведення зрошення виноградарств. У зрошуваному землеробстві екологічно безпечні та ресурсозберігаючі технології реалізуються шляхом впровадження в практику нових способів та технічних засобів поливу, серед яких перспективним є мікрозрошення.

На сьогоднішній час способи мікрозрошення (краплинне зрошення, підкоронове і надкоронове мікрозрошення та їх комбінації, а також внутрішньогрунтове зрошення) є відносно новими способами поливу. Цим об'єднані способи поливу, при яких вода та розчинені в ній елементи живлення невеликою витратою за допомогою спеціальних водовипусків (крапельниць, емітерів, мікродощувачів) подається безпосередньо в зону живлення кожної рослини відповідно до її біологічних та вікових особливостей [1, 2].

В наш час найбільшого розповсюдження набули системи з відносно дешевими поліетиленовими стрічками, в яких вмонтовані емітери різних конструкцій. З точки зору строку експлуатації трубка буває однорічна, або багаторічна. В кожній з них є свої переваги і недоліки. В принципі недоліки зводяться до ціни, нерівномірності зрошення і можливості повторного використання. Останнім часом стало питання вибору виробника системи краплинного зрошення постільки більш як 20 фірм виробляють подібну продукцію, NETAFIM (Ізраїль), ARKAL (Франція), AZUD (Іспанія), ARAG,

EDEN, IRRITEC (Італія), PALAPLAST (Греція), ФАКЕЛ (Україна), EDER (Китай).

На сьогоднішній час на ринку України є більше десятка фірм які постачають в нашу країну крапельні стрічки та зовнішні крапельниці.

В найбільш узагальненому вигляді всі крапельниці поділяють за способом розміщення щодо поливного трубопроводу на два основних типи (види): тупикові (ON LINE), що монтують на зовнішньому боці трубопроводу, та інтегровані (IN LINE), що розміщені всередині самого трубопроводу при його виробництві. Тупикові крапельниці з'явилися першими і останнім часом поступаються місцем крапельницям інтегрованим, а точніше трубопроводам з інтегрованими крапельницями. Вони є зручнішими в роботі на всіх етапах їхнього використання, насамперед, завдяки меншим трудовитратам на монтаж і демонтаж систем.

Серед крапельниць, як тупикових, так і інтегрованих, розрізняють крапельниці з регульованими та нерегульованими витратами. Перші з них характеризуються постійними витратами в певному діапазоні зміни робочого тиску. Застосування їх дає можливість забезпечити вищу рівномірність водорозподілу вздовж поливних трубопроводів більшої довжини на рівнинних ділянках і в умовах пересічного рельєфу. З технічної точки зору вони є більш складними, а значить, і дорожчими. В нерегульованих крапельницях витрата є функцією тиску. Тому вони можуть застосовуватися здебільшого на рівнинному рельєфі, або на силових землях при використанні спеціальних схем розміщення поливних трубопроводів і засобів регулювання тиску на кожному поливному трубопроводі. Це робить такі схеми більш громіздкими, а системи краплинного зрошення з їхнім застосуванням дорожчими і менш надійними в експлуатації [3, 4].

Крапельниці можуть також розрізнятися за способом регулювання витрат, режимом течії води, формою, розмірами, іншими конструктивними особливостями. В практичній роботі знання таких технічних тонкощів не є необхідним. Більш важливим, на наш погляд, є те, що тупикові крапельниці можна застосовувати лише за умови монтажу на жорстких, переважно поліетиленових трубах циліндричної форми діаметром 12, 16, 20 та 25 мм з товщиною стінки від 0,7 до 2,2 мм. А інтегровані крапельниці можна встановлювати як у жорстких трубах, так і плівкових. При цьому в жорстких трубах можуть монтуватися інтегровані крапельниці, як правило, двох видів за формою – плоскі та циліндричні. За всіх інших рівних умов застосування перших є більш доцільним, оскільки вони створюють менший опір всередині труби, отже, при їхньому застосуванні втрати тиску вздовж трубопроводу будуть меншими.

Це дає можливість використовувати трубопроводи більшої довжини при одній і тій самій рівномірності водоподачі, особливо за умови застосування крапельниць з нерегульованими витратами.

Що стосується плівкових трубопроводів з інтегрованими крапельницями, то за конструкцією принципом їхнього розміщення можна виділити два основні типи: трубопроводи з крапельницями, що розміщуються дискретно, через певний інтервал всередині трубопроводу, та крапельниці, що мають форму суцільного лабіринту з регулярно влаштованими впускними та випускними отворами, розташованими з внутрішнього та зовнішнього боків трубопроводу, відповідно. При цьому крапельниці першого типу можуть бути як регульованими, так і нерегульованими; другого – здебільшого нерегульовані. Плівкові трубопроводи обох типів є сьогодні найбільш поширеними. Завдяки появі плівкових трубопроводів з інтегрованими крапельницями краплинне зрошення отримало широке і практично безальтернативне використання для поливу овочевих, баштанних і багатьох цінних технічних культур у відкритому ґрунті.

Всі поливні трубопроводи можна розділити на декілька видів:

- стрічки (плівкові трубопроводи) – отримують при склеюванні смужок поліетилену, в результаті чого утворюється канал водовипуску (Aqua TraXX, T-Tape, Ro-DRIP);

- трубки – центрально витягнутий продукт, що отримують за допомогою екструдерів (Drip In, ЕЛКО, Eurodrip, Netafim).

Класифікація за типом крапельниці:

- жорсткі крапельниці – окремий елемент трубки краплинного зрошення з великою кількістю лабіринтів. Бувають плоского і круглого типу (Drip In, ЕЛКО, Eurodrip, Netafim);

- м'які крапельниці – невіддільний елемент трубки краплинного зрошення (Aqua TraXX, T-Tape, Ro-DRIP).

Класифікація за ступенем компенсованості:

- не компенсовані – при зміні тиску змінюється витрата води (Drip In Classic, new GR Eurodrip);

- компенсовані – при зміні тиску всередині трубки краплинного зрошення витрата води залишається незмінною (Aqua TraXX, T-Tape, Drip In PC, PC2 Eurodrip).

Нині на ринку України представлена велика кількість плівкових трубопроводів з інтегрованими крапельницями, переважно зарубіжних виробників.

Для забезпечення крапельного зрошення винограднику використовують зовнішні (тупікові) крапельниці.

Класифікація за типами зовнішніх крапельниць: регульовані, крапельниця флажок; за ступенем компенсованості: не компенсовані – при зміні тиску змінюється витрата води; компенсовані – при зміні тиску, витрата води залишається постійною.

Для зрошення винограднику на підприємстві використовуються зовнішні крапельниці регульовані та з компенсацією тиску, або без

компенсації тиску, але більша увага приділяється крапельницям з компенсацією тиску, тому що вони мають ряд переваг в порівнянні з іншими зовнішніми крапельницями, як з крапельницями не компенсаційними та регульованими. Але виникає проблема вибору виробника компенсаційних крапельниць, не можна знайти в літературі важливих характеристик, а саме залежність витрати води від тиску.

Список використаних джерел

1. Korobka S., Syrotyuk S., Zhuravel D., Boltianskyi B. Solar dryer with integrated energy Unit. *Problemele energeticii regionale*, 2 (50) 2021. P. 60-75.
2. Zhuravel D. Integrated approach to ensuring the reliability of complex systems. *Current issues, achievements and prospects of Science and education: Abstracts of XII International Scientific and Practical Conference*. Athens, Greece 2021. P. 231-233.
3. Boltianskyi B., Sklyar R., Boltianska L., Dereza S., Grigorenko S., Syrotyuk S., Jakubowski T. The Process of Operation of a Mobile Straw Spreading Unit with a Rotating Finger Body-Experimental Research. *Processes*, 2021. 9 (7), 1144.
3. Zhuravel D., Skliar O. Modeling the reliability of units and units of irrigation systems. *Multidisciplinary academic research. Abstracts of I International Scientific and Practical Conference*. Amsterdam, Netherlands 2021. P. 83-86.

УДК 635.262:631.53

## МЕХАНІЗАЦІЯ ВИДАЛЕННЯ НАСІННЄВИХ СУЦВІТЬ ОЗИМОГО ЧАСНИКУ

Волянський М. С., Сунрун М. Ю.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Постановка проблеми. Часник – цінна харчова і лікарська культура. Лікарі і дієтологи радять вживати його щодня. Лише 4 г часнику на добу забезпечує організм практично всіма необхідними вітамінами і мінеральними речовинами. Часник найчастіше використовують в кулінарії та у м'ясній промисловості. У медицині часник додають до імуностимулюючих, протівірусних та протипухлинних препаратів.

Світове виробництво часнику становить 26,6 млн. т, з них Китай – 21,2; Індія – 1,4; Бенгладеш – 0,38; Єгипет і Південна Корея по 0,28; Росія – 0,26 млн. т.

В Україні у 2020 році посівна площа під часником становила 23,9 тис. га, з них 0,9 тис. га – це посіви сільськогосподарських підприємств,



решта – домашні та дрібні фермерські господарства. Урожайність часнику в Україні складає 4...6 т/га, але окремі виробники збирають і до 20 т/га. Валовий збір часнику не перевищує 200 тис. т., а це лише 30 % потреби, 70% - імпортують.

Основними факторами стримування виробництва часнику є низький рівень механізації вирощування часнику, великі затрати ручної праці, оскільки є технологічні операції, які виконуються тільки вручну. Однією з таких операцій є видалення насінневих суцвіть часнику.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз технологій вирощування часнику свідчить, що найпоширеніші схеми садіння часнику це – шість рядків між колесами трактора, чотири рядки або три. Ширина міжрядь – більше 25 см, відстань між рослинами 8...12 см, а глибина садіння – 6...10 см.

Важливою технологічною операцією є своєчасне видалення насінневих суцвіть озимого часнику, оскільки це сприяє збільшенню розмірів головок часнику, на третину підвищує його урожайність і забезпечує більш раннє його дозрівання (на 2 тижні і більше).

Способи видалення стрілки з насінневим суцвіттям – висмикування, зрізування і відламування. Висмикування – може призводити до надриву стебла, пошкодження його кореневої системи або виривання разом з коренем. Доцільно не виривати стрілки, а відламувати або відщипувати або зрізати.

Мета досліджень. Зменшити затрати ручної праці шляхом механізованого видалення стрілок насінневих суцвіть озимого часнику.

Результати досліджень. Для обґрунтування механізованого способу видалення насінневих суцвіть озимого часнику необхідно врахувати, що зусилля виривання рослини з ґрунту 40...70 Н; зусилля виривання стрілки насінневого суцвіття 20...40 Н; зусилля збивання (зламування) стрілки насінневого суцвіття 10...20 Н. Отже, доцільно видаляти насінневі суцвіття озимого часнику збиванням його стрілки.

Для обґрунтування параметрів та режимів роботи пристрою для механізованого видалення насінневих суцвіть часнику слід врахувати наступні дані, а саме: ширина міжряддя 30 см; відстань між рослинами в рядку 8 см; висота рослини 50...60 см; висота розміщення насінневих суцвіть 45...55 см; діаметр стрілки насінневого суцвіття 4...10 мм; ширина смуги розміщення стрілок насінневих суцвіть в рядку 80 мм; кількість рядків 4 шт.

Для збивання стрілки запропоновано еластичний ротор (рис.1) товщиною 10 мм і діаметром 372 мм, виконаний з поліуретану. Ротор має 10 зубців, розміщений під кутом відносно осі рядка, який регулюють від 0 до 15°.

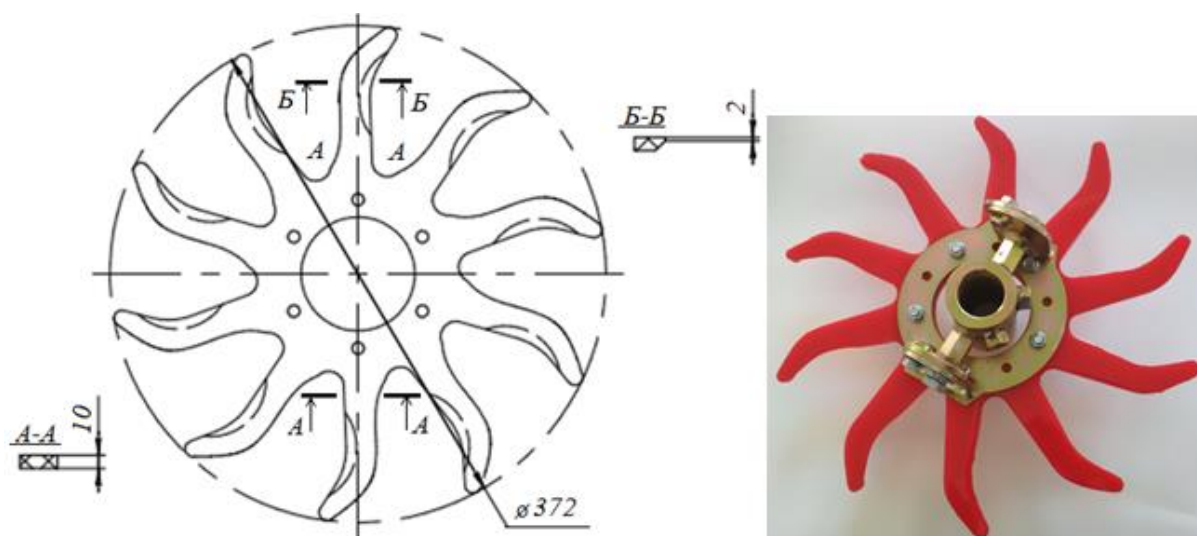


Рис. 1. Ротор для видалення насінневих суцвіть часнику.

Конструктивна схема пристрою наведена на рис. 2. Зубці роторів знизу почергово входять в смугу знаходження насінневих суцвіть і збивають стрілку, залишаючи її на поверхні ґрунту. Ширину робочої зони ротора можливо змінювати від 0 до 105 мм.

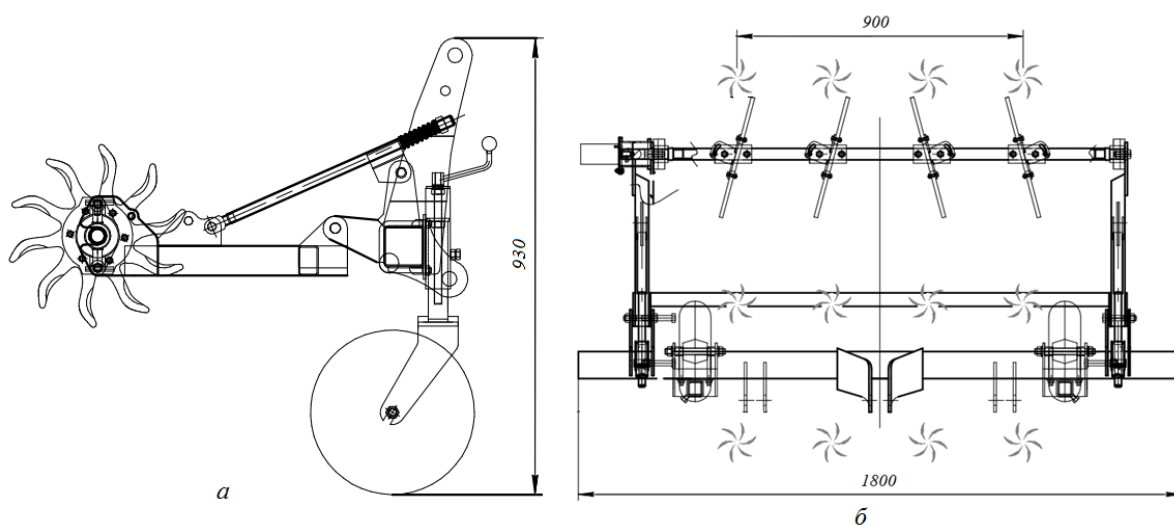


Рис. 2. Конструктивна схема пристрою для механізованого видалення стрілок насінневих суцвіть озимого часнику: а – вид з боку; б – вид зверху.

Вихідні дані до аналізу роботи ротора для видалення насінневих суцвіть часнику: діаметр ротора,  $D = 0,372$  м; оберти ротора,  $n = 600$  об/хв.; кількість зубців на роторі,  $Z = 10$  шт.; кінематичний режим роботи ротора,  $\lambda = 1,5$ .

Привод роторів здійснюється планетарним гідромотором МР25, з робочим об'ємом  $25 \text{ см}^3$ .

Якість технологічного процесу роботи ротора в значній мірі залежить від кінематичного режиму роботи  $\lambda$ , тобто відношення колової швидкості  $U$  зубця ротора до швидкості руху машини  $V_m$ ,

$$\lambda = \frac{U}{V_m} . \quad (1)$$

Колова швидкість зубців ротора  $U$

$$U = \lambda V_m , \text{ м/с}, \quad (2)$$

де  $V_m$ , м/с.

Як правило,  $\lambda = (1,2 \dots 1,8)$ .

Ступінь дії  $\eta$  ротора:

$$\eta = \frac{Z}{2\pi} \left( \arcsin \frac{1}{\lambda} - \frac{\pi}{2} + \sqrt{\lambda^2 - 1} \right) , \quad (3)$$

де  $Z$  – кількість зубців ротора.

#### Висновки

1. Розроблено робочий орган для видалення насіннєвих суцвіть часнику, що представляє собою еластичний ротор із зубцями. Обґрунтовані його параметри: діаметр - 372 мм; кількість зубців - 10 шт.; товщина - 10 мм; оберти - 600 об/хв.; кут розміщення ротора до осі рядка - до 15 градусів, що забезпечує ширину робочої смуги до 105 мм; матеріал – поліуретан.

2. Пристрій для видалення насіннєвих суцвіть часнику складається із чотирьох роторів, привод гідрофікований.

3. Застосування пристрою для видалення насіннєвих суцвіть озимого часнику дасть змогу зменшити затрати ручної праці та підвищити урожайність.

#### Список використаних джерел

1. Бобось І. М. Господарсько-біологічна оцінка сортів часнику озимого (*Allium sativum* L.), вирощених у Лісостепу України. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Агрономія». 2011. Вип. 162. Ч.1. С. 230–235.

2. ДСТУ 3233-95. Часник свіжий. Технічні умови.

3. ДСТУ ЕЖ ООН FFV-18:2016 Часник. Настанови щодо постачання і контролювання якості.

4. Лихацький В. І. Біологія і агротехніка вирощування часнику. Київ: УСГА. 1992. 27 с.

5. Попова Л. М. Часник в Україні: навчальний посібник. Одеса: ВМВ, 2011. 160 с.

6. Снітинський В. В., Ліщак Л. П., Ковальчук Н. І., Ліщак І. О. Часник на фермерському полі та присадибній ділянці. Львів: Український бестселер, 2010. 110 с.

7. Garlic, an Edible Biography: The History, Politics, and Mythology behind the World's Most Pungent Food—with over 100 Recipes Paperback. November 11, 2014.

УДК 631.37

## **ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ ПЛОДІВ ПРИ ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНИХ РОБОТАХ**

*Мартишко В. М.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Збирання плодів є одним з найбільш трудомістких процесів у садівництві, на виконання якого припадає до половини всіх витрат по догляду за плодоносним садом [1]. Широкого розповсюдження у виробництві набула безперевалочна потокова технологія, за якої підвіз тари, збирання плодів, вивезення їх із саду і розвантажування відбуваються в єдиному технологічному ланцюгу без перерви в часі. Виробничий досвід показує, що потокова технологія збирання і транспортування плодів підвищує продуктивність праці.

Збільшення продуктивності праці з одночасним збереженням плодової продукції є пріоритетним і не простим завданням. Наприклад, використання технологій збирання з застосування машин для збору яблук шляхом струшування дозволяють значно скоротити час збору плодів у порівнянні з ручним способом збирання. Але при цьому, плоди, зібрані шляхом струшування, отримують значні механічні пошкодження. Така технологія може бути застосована в тому випадку, якщо плоди вирощуються для виготовлення соків, джемів і т.д. [2, 3].

В даний час, в ряді європейських країн і в США широко застосовуються плодозбиральні платформи. Лідером у виробництві плодозбиральних платформ вважають Італію.

Для зменшення механічних пошкоджень плодів велике значення має аналіз факторів, які впливають на травмування плодів існуючими машинами, створення нових сортів, придатних для машинного збирання, суворе дотримання агротехнічних вимог на виконання технологічних операцій з урахуванням скорочення енерговитрат і ресурсів.

Кінцева вартість плодів буде залежати не тільки від того, як вони транспортувалися і за яких умов зберігалися, а й від способів збирання і транспортування.

Мета дослідження. Вивчити причин що впливають на збереженість плодів під час механізованого збирання і транспортування, а також технічні засоби механізації технологічного процесу збирання.

В Україні основним способом збирання на сьогоднішній день є ручне збирання із залученням сезонних працівників. З кожним роком такий спосіб стає більш затратним, значно знижуючи конкурентоспроможність продукції галузі.

В даний час в ряді європейських країн і в США широко застосовуються плодозбиральні платформи і машини. Лідером у виробництві плодозбиральних платформ по праву може вважатися Італія [1].

Італійською фірмою «REVO» розроблена повнопривідна самохідна плодозбиральна платформа PIUMA 4WD (рис.1). Платформа має 2 бічних майданчика розмірами 1100 x 350 мм, які здатні підніматися на висоту від 1100 до 1750 мм, а також 4 конвеєрних стрічки. Два оператори можуть збирати плоди, перебуваючи на бічних майданчиках і два - з землі. Перевагою даної плодозбиральної платформи є наявність роликового механізму, на який встановлюється контейнер.



Рис. 1. Загальний вигляд самохідної плодозбиральної платформи Revo Piuma 4WD.

Особливістю даного механізму є здатність виконувати обертання контейнера на 360 градусів в горизонтальній площині, тим самим забезпечувати рівномірне укладання плодів в контейнер[39].

Аналогом вище представленої платформи є плодозбиральна самохідна машина Technofruit CF-110 італійської компанії «Hermes» (рис. 2). Дана машина застосовується в садах з шириною міжрядь від 3,6 до 4,5 метрів і з висотою дерев до 3,8 метрів. Машина має 6 стрічкових конвеєрів і 4 гідравлічних майданчики для збирачів розмірами 1380x400 мм. На даній машині можуть працювати 6 збирачів: двоє на землі і четверо на гідравлічних майданчиках. Як і платформа Revo Piuma 4WD, машина Technofruit CF-110 оснащена обертним пристроєм для контейнерів, що забезпечує рівномірне і безпечне укладання плодів.





Рис. 2. Загальний вигляд самохідної плодозбиральної платформи

Більшість плодозбиральних платформ мають підйомні механізми з гідравлічними приводами. Крім самохідних платформ існують моделі причіпного типу, наприклад платформа ППСК білоруської компанії «СелАгро» (рис. 3).



Рис. 3. Загальний вигляд причіпної садової платформи ППСК.



Рис. 4. Самохідна плодозбиральна платформа SORTER PS-5: а) загальний вигляд; б) причіп для платформи

Недоліком даного агрегату є відсутність можливості використовувати контейнери для збору плодів.

Самохідна платформа PS-5 (рис. 4 а) польської фірми «SORTER» має 3 режими повороту коліс і систему автоматичного пересування. Також

платформа має два незалежних майданчика, які піднімаються на висоту від 1,35 до 2,6 м.

Як і машина Technofruit CF-110 марки «Hermes», платформа PS-5 оснащена причепом для контейнерів (рис.4 б). Нижній рівень причепа призначений для приймання з платформи і розвантаження заповнених контейнерів, а верхній рівень - для транспортування порожніх контейнерів [43].

Італійською фірмою «ORSI» виробляється ряд різних моделей плодозбиральних платформ. Однією з найцікавіших є модель Cross Eco Südtirol 135 (рис.5). Дана платформа є самохідною і оснащується як дизельними двигунами, так і електродвигунами.

Платформа має площадку з гідравлічним підйомним механізмом, який дозволяє підніматися на висоту до 3 метрів. З країв платформи уставлені роликові механізми для навантаження і розвантаження контейнерів.



Рис. 5. ORSI Cross Eco Südtirol 135.

Механізація збиральних робіт із застосуванням плодозбиральних платформ дозволяє зменшити механічні пошкодження плодів і дерев, а також збільшити продуктивність праці. Використання платформ дозволяє здійснювати догляд за кронами дерев.

#### Висновки

Для зменшення механічних пошкоджень слід враховувати факторів які впливають на якісні показники, удосконалювати машини, створювати нові сорти плодів придатних для машинного збирання, суворе дотримання агротехнічних вимог переводити садівництво на інтенсивний шлях розвитку.

### Список використаних джерел

1. Малогабаритні транспортні засоби для потокового збирання плодів в інтенсивних садах АТС-1, АТС-2: протокол державних приймальних випробувань дослідного зразка № 03-007-10-1. Херсон: Південно-Українська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2010. 37 с.

2. Привалов І. С. Тенденції в удосконаленні технічних засобів для потокового збирання плодів в інтенсивних садах. Садівництво. 2012. Вип. 65. С. 25–28.

3. Бычков В. В. Ресурсосберегающие технологии и технические средства для механизации садоводства. Садоводство и виноградарство. 2009. №6. С. 38–42.

4. Мартишко В. М. Обґрунтування вантажопідйомності контейнеровоза для потокового збирання плодів. Науковий вісник НАУ, 1998. Т. 9. С. 68–71.

УДК 631.348.45

## ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ПНЕВМАТИЧНОГО ЩІЛИННОГО РОЗПИЛЮВАЧА

*Міненко С. В., Куликівський В. Л., Рибак О. О.  
Поліський національний університет*

У завдання обприскування входить нанесення рідких отрутохімікатів в дрібнодисперсному вигляді на рослини або ґрунт з метою знищення бур'янів, шкідників і хвороб.

Конструкція відомих тракторних обприскувачів включає бак, насос, розподільну систему, трансмісію, раму, ходову частину з причепом або пристроєм для навішування на трактор і органи управління.

Технологічний процес обприскування протікає в такий спосіб. Робоча рідина для обприскування знаходиться в баку, де постійно перемішується для підтримки однорідного складу. З бака рідина насосом подається через редуктор тиску і розподільну систему до розпилювачів та розподіляється ними під встановленим тиском.

У зв'язку з цим нами поставлено завдання – спростити технологічну схему пристрою, підвищити його надійність, технологічність, продуктивність і якість роботи, а також екологічність.

Технологічна завдання щодо усунення вищевказаних недоліків вирішується наявністю принципових відмінностей запропонованого пристрою (рис. 1) від відомих систем.



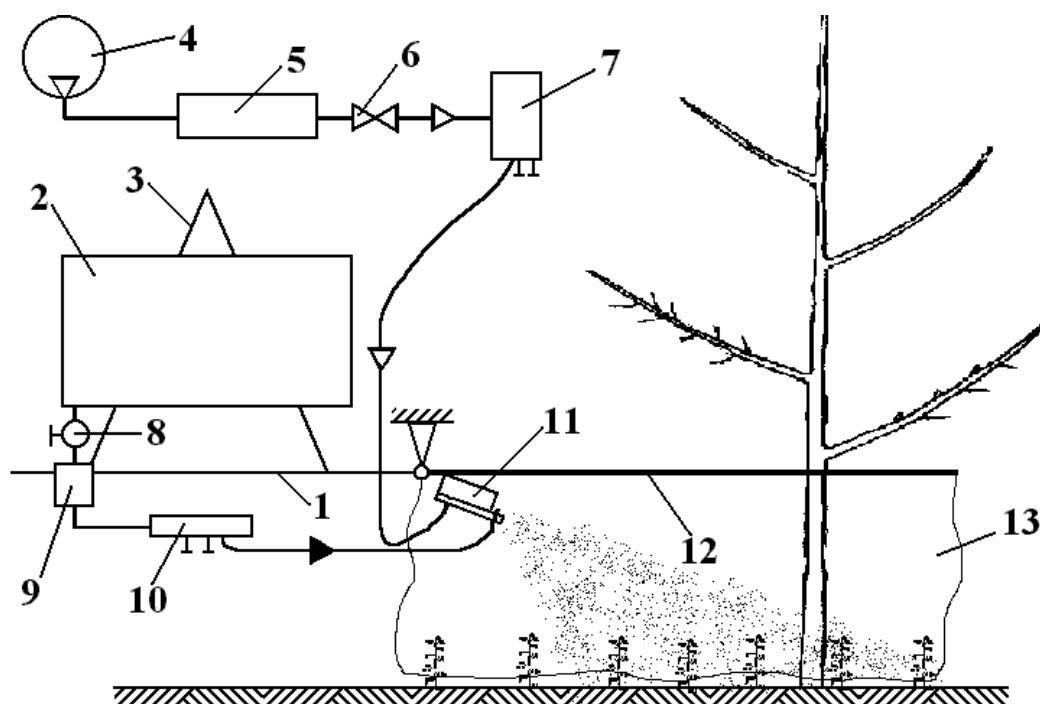


Рис. 1. Технологічна схема пристрою для обробки пристовбурних зон:  
1 – рама; 2 – бак; 3 – навішування; 4 – компресор; 5 – ресивер; 6 – кран; 7 – повітряний колектор; 8 – видатковий кран; 9 – вирівнювальна ємність; 10 – колектор; 11 – ежекційно-щілинний розпилювач; 12 – поворотний пристрій; 13 – фартух.

Технічним рішенням є розширення технічних і експлуатаційних можливостей пристрою, підвищення якості обробки і зниження енерговитрат на формування повітряно-крапельного струменя, а також поліпшення умов витікання робочої рідини з жиклера за рахунок зниження місцевих опорів. Останнє досягається шляхом розміщення жиклерів на рівні осі пристрою і застосування вихідного отвору жиклера, у вигляді прямокутного перетину, для більш якісного диспергування робочої рідини.

Пропонується конструкція безнасосного пристрою (рис. 1), яке навішується на автонавіску трактора і являє собою брус рами 1, виконаний з кутника, з навіскою 3. На брусі і навісці хомутами закріплюється бак 2 і вирівнювальна ємність 9 з розподільним колектором 10, пов'язаним гнучкими шлангами з пневматичним щілинним розпилювачем 11.

Розпилювач закріплений на планці 2 (рисунок 2) щупа 1, виконаного у вигляді петлі, з якої звисає вниз фартух, що закриває собою оброблювану розпилювачем зону, де  $V$  – напрямок руху.

Поворотний пристрій (щуп) пов'язаний з брусом обприскувача за допомогою шарнірного з'єднання і пружини 5, для повернення його в процесі роботи в початкове положення.

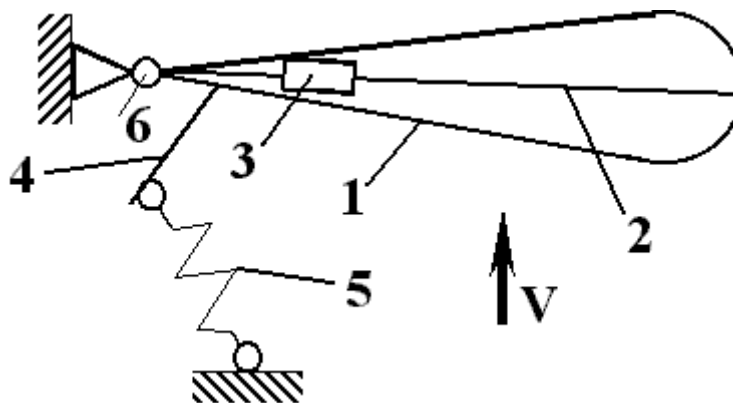


Рис. 2. Схема поворотного пристрою (щупа): 1 – щуп; 2 – планка; 3 – розпилювач; 4 – важіль; 5 – пружина.

Процес роботи пристрою (рис. 1) здійснюється наступним чином: при русі трактора з навішеним оприскувачем в міжрядді щуп з розпилювачем 11 розташовується між деревами в пристовбурній зоні. При контакті щупа 12 зі штамбом відбувається поворот його навколо осі, що знаходиться на рамі 1. Пружина розтягується і щуп 12 з розпилювачем виходить із зони ряду. Після сходу його з штамба щуп повертається під дією пружини в початкове положення, розташовуючись між деревами.

На планці щупа може бути закріплений один або кілька розпилювачів залежно від заданої норми витрати робочої рідини. Оскільки розподільний колектор розташовується вище зрівняльної ємності 8, то з розпилювачів не відбувається витікання робочої рідини. Але можливий варіант регулювання положення вирівнювальної ємності виносним гідроциліндром щодо вихідних сопел розпилювачів.

Фартух 13, встановлений на щупі, оберігає знесення робочої рідини і потрапляння її на штамп дерева підвищуючи екологічність процесу.

Фартух виготовляється з міцної прогумованої тканини, і при необхідності розрізається знизу на смужки для розмазування робочої рідини по виступаючим бур'янам з метою збільшення зони контакту рідини.

Рідина до розпилювачів надходить самопливом з бака оприскувача в їх живильні трубки. Гербіцид перетворюється в дрібні краплі під дією повітря, що надходить з щілинного сопла. Повітря в пневматичні щілинні розпилювачів подається від компресора 4 трактора через його ресивер 5 і кран 6, а потім в повітряний колектор 7 для розподілу до розпилювачів 11.

Подібна схема роботи досить проста, пристрій в зв'язку з відсутністю насоса, редуційно-запобіжного пристрою та інших комунікацій економить витрату металу на його виготовлення і енергії для подачі рідини до розпилювачів за рахунок відсутності насоса.

Витрата робочої рідини регулюється: тиском повітря від компресора трактора, положенням вирівнювальної ємності по висоті і розмірами вихідних отворів живильних трубок розпилювачів.

Розпилювачі на поперечній планці фіксуються хомутами. Таке кріплення дозволяє змінювати кількість розпилювачів, для зміни норми витрати робочої рідини і щільності покриття об'єкта обробки.

Працює пневматичний щілинний розпилювач (рис. 3.) наступним чином. Повітря від джерела стиснутого повітря через ресивер, кран і регулятор тиску підводиться по повітряній магістралі через колектор і повітропроводи до пневматичного щілинного розпилювача - повітряній трубці 1. Повітряний потік потрапляє в пневматичну проточну камеру 3, корпусу шарнір розпилювача 2, потім повітряний потік, проходить по щілинному соплу, утвореному прокладкою 5, затиснутою між корпусом і нижньою пластиною 4, яка більше корпусу і утворює полку з метою створення на виході повітряну напівобмежений струмінь.

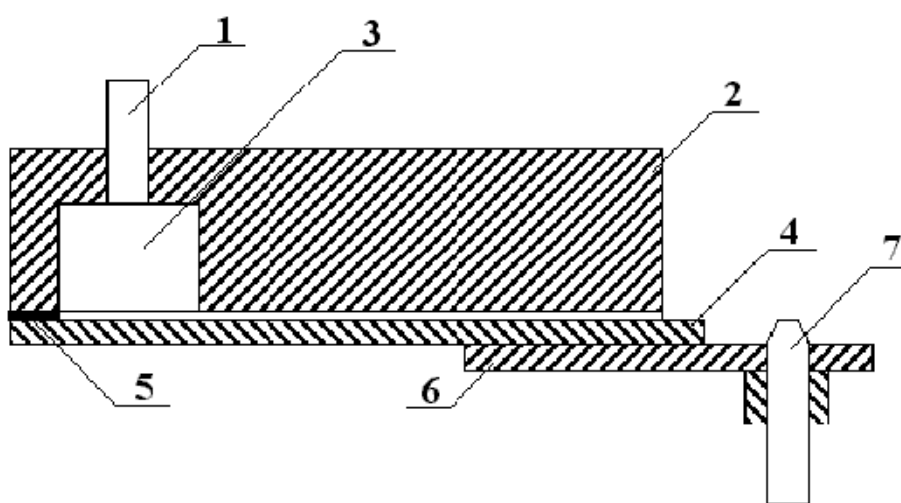


Рис. 3. Схема екжекційно-щілинного розпилювача.

Робоча рідина з резервуара надходить через кран і вирівнювальну ємність по живильним трубопроводах самопливом і внаслідок розрядження в живильній трубці розпилювача 7, створюваного струменем повітря, що витікає з повітряно-щілинного сопла – диспергується, змішується з повітрям і подається на об'єкт обробки.

Таким чином, запропонована нами технологічна схема пристрою дозволяє в порівнянні з серійними: знизити металоємність машини, її енергоємність, поліпшити екологічну обстановку при обробці об'єкта, спростити і зробити більш безпечним технічне обслуговування машини, а також підвищити якість оброблюваної поверхні і знизити витрату робочої рідини.

УДК 631.352

## РІЗАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В ПРОЦЕСІ СКОШУВАННЯ

*Міненко С. В., Сторчак В. І.*  
*Поліський національний університет*

При заготівлі кормів найважливішою операцією є косіння сільськогосподарських культур. В даний час застосовується велика кількість сегментних і ротаційних косарок. Завдяки високій продуктивності ротаційні косарки набули широкого поширення, однак для їх роботи необхідно більше енергії, ніж для сегментно-пальцевих косарок, крім того, якість зрізу стебел значно нижче.

Для зниження можливості вигину стебел, в ріжучих апаратах з підпірним принципом різання, таких як сегментно-пальцеві і безпальцеві, рослина зрізується сегментом, коли вона спирається на протиріжучу пластину.

Основними перевагами сегментно-пальцевих ріжучих апаратів є висока якість зрізу рослин, відсутність подрібнення і низькі енерговитрати в порівнянні з апаратами безпідпірного різання.

Крім того, сегментно-пальцеві ріжучі апарати використовуються як в сухій, так і частково підтопленій місцевості.

Ріжучі апарати сегментно-пальцевого типу, крім косарок, застосовуються також в конструкціях жаток комбайнів. Наявність руйнівного впливу на хлібну масу ріжучими елементами ротаційних ріжучих апаратів не дозволяє використовувати їх для збирання зернових культур, так як це призводить до підвищення втрат врожаю зерна.

Теоретичні основи механізму різання лезом ножа були запропоновані в роботах академіка В. П. Горячина. Він визначив, що при переміщенні леза ножа перпендикулярно до його полотна сила, яку необхідно застосувати для різання стебел, буде максимальною.

Для зменшення сили, необхідної для зрізання рослин, крім нормального руху леза ножа, необхідно також забезпечити його позовжнє переміщення щодо нормального, тобто уздовж довжини матеріалу.

Для характеристики ковзання леза по стеблу В. П. Горякін вперше ввів визначення коефіцієнта ковзання, рівного відношенню дотичній  $V^T$  складової швидкості леза до нормальної  $V^N$  складової.

$$\varepsilon = \frac{V^T}{V^N} = \operatorname{tg} \tau \quad (1)$$

де  $\tau$  – кут ковзання.

Таким чином, були визначені різновиди різання, які визначаються наступними умовами:

- нормальне різання:  $V^T = 0$ ;  $\tau = 0$ ;  $\varepsilon = 0$ ;
- ковзне різання:  $V^T > 0$ ;  $\tau > 0$ ;  $\varepsilon > 0$ .

В. А. Желіговський продовжив розвивати положення теорії різання леза Горячкіна і на підставі експериментальних досліджень встановив, що ковзання леза по матеріалу буде відсутнє до досягнення певного значення нормальної і дотичної сили, а напрямок дії рівнодіючої сили збігається з напрямком переміщення. Таким чином, коли при тиску  $N$ , що досяг деякого значення, і прикладеної дотичної сили  $T$  їх рівнодіюча сила  $R$  буде дорівнює опору розрізає мого матеріалу  $K$  і відбудеться його різання (рис. 1 та рис. 2).

$$R = \sqrt{N^2 + T^2} = K \quad (2)$$

де  $K$  – тимчасовий опір матеріалу, що розрізається.

З виразу (2) видно, що для зменшення сили  $N$  потрібно збільшити силу  $T$ .

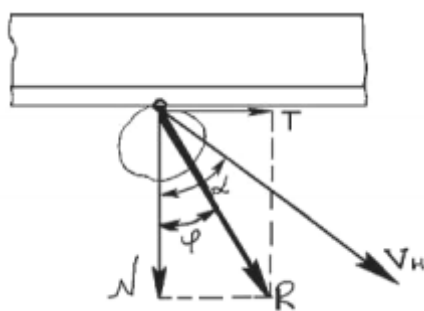


Рис. 1. Визначення умови різання.

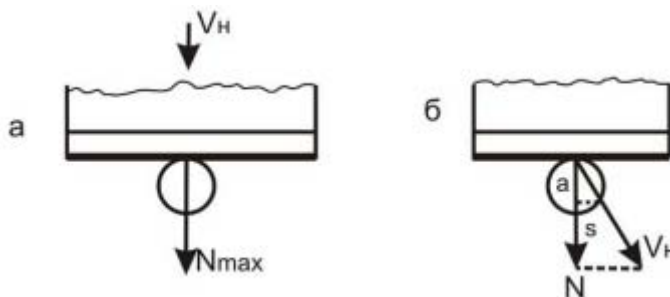


Рис. 2. Різання стебла ножом.

При переміщенні леза за матеріалом на деяку величину  $a$  і досягненні силою  $N$  певного значення величина дотичної сили  $T$  може бути знижена, але при цьому буде здійснюватися процес різання. В даному випадку напрямок рівнодіючої сили  $R$  дещо відхилиться від нормального переміщення, що призведе до ковзання леза по матеріалу, але не обов'язково подовжнього. На підставі даних висновків В. А. Желіговський вніс поправки в поняття коефіцієнта ковзання. Якщо виконується умова  $\alpha > \varphi$ , то відношення (1) позначається коефіцієнтом подовжнього переміщення. При виконанні умови  $\alpha < \varphi$ , тобто коли кут  $\alpha$  менше кута тертя  $\varphi$ , ковзання леза по матеріалу не відбувається.

Таким чином, в своїх роботах В. А. Желіговський розрізняє всього три різновиди процесу різання: нормальне, коли  $\alpha = \varphi = 0$ , з подовжнім переміщенням, коли  $\alpha = \varphi > 0$ , і ковзаюче, яке відповідає нерівності  $\alpha > \varphi$ .

Вплив кута ковзання  $\tau$  на енерговитрати в процесі різання досить глибоко в своїх роботах досліджував Н. Є. Резнік. Найбільш важливим показником для опису енергетичної оцінки процесу різання рослин, що характеризує його енергоємність, є питома робота різання  $A_{num}$ . Даний

показник являє собою відношення сумарної роботи різання  $A$  до площі перерізу шару різання  $F$ :

$$F_{\text{пит}} = \frac{A}{F} \quad (3)$$

де  $A$  – сумарна робота різання, Н×м;  $F$  – площа перетину шару, що перерізається, см<sup>2</sup>.

Кут ковзання ножів ріжучого апарату  $\tau$  має великий вплив на вибір його схеми. Величина питомої роботи  $A$  при рубуючій дії леза ножа (тобто при  $\tau = 0$ ), з точки зору В. А. Желіговського, буде найменшою. Як показали дослідження, величина питомої роботи зростає більш інтенсивно при  $\tau = 70...75^\circ$ .

В результаті досліджень, проведених Н. Є. Резніком, про вплив кута ковзання  $\tau$  на енерговитрати в процесі різання, вираз для визначення критичного зусилля різання, тобто закінчення стиснення маси трави ножом і початок його впровадження, прийняло вигляд:

$$P_{\text{кр}} = \delta \sigma_p + \frac{E h_{\text{ст}}}{2h} [tg\beta + f \lim^2 \beta + M(f \cos^2 \beta)], \quad (4)$$

де  $\delta$  – товщина леза, см;  $\sigma_p$  – руйнівне контактне напруження, МПа;  $E$  – модуль пружності матеріалу, МПа;  $h_{\text{ст}}$  – величина заглиблення леза в шар матеріалу, при якій настає критичне контактне напруження, см;  $h$  – товщина шару матеріалу, см;  $\beta$  – кут загострення леза;  $f$  – коефіцієнт тертя між матеріалом і гранями ножа;  $M$  – коефіцієнт Пуассона.

При проникненні леза ножа в тіло матеріалу на величину  $h_{\text{ст}}$  і здійсненні ножом тільки дотично направленої руху відповідно до виразу (1) отримуємо що руйнуюче контактне напруження відсутнє.

Розглянемо два крайніх випадки для питомої роботи різання  $A_{\text{num}}$ . При здійсненні роботи коли відсутнє різання питома робота  $A_{\text{num}} = \infty$ , і інший варіант – коли відбувається рубуюче різання, тоді питома робота матиме фіксоване значення при незмінних факторах з виразу (3).

Н. Е. Резнік наводить результати дослідження на діаграмах різання шарів рослинної маси різної товщини (від 25 до 120 мм). В результаті автор виділяє дві основні роботи: робота, що витрачається на попереднє стиснення шару маси і робота, що здійснює різання шару маси.

УДК 631.362.3:631.1

## **ПОКАЗНИКИ І УМОВИ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА**

*Михайлов Є. В., Задосна Н. О.*

*Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного*

При створенні нових технологічних комплексів для післязбиральної обробки зерна (ПЗОЗ) необхідно використовувати методики, що враховують реальні умови функціонування машин і устаткування. Найбільш достовірні результати при цьому може дати метод імітаційного моделювання, що враховує комплекс якісних показників функціонування зерноочисних машин [1, 2].

В останніх дослідженнях встановлено, що ефективність функціонування комплексу машин для ПЗОЗ щільно взаємопов'язана з умовами та показниками роботи використовуваного обладнання. Побудова лінійних моделей об'єктів технічної оснащеності (ТО) ПЗОЗ в деякій мірі спотворює фізичну сутність явищ, що відбуваються в системі, але, проте, це дозволяє вирішувати складні завдання проектування технологічних об'єктів і проводити якісну і кількісну оцінку їх вихідних координат [3].

Мета дослідження – підготовка необхідних даних для моделюючої програми і складання плану реалізації експериментів по обґрунтуванню параметрів ПЗОЗ.

Аналітичний метод побудови математичних моделей ЗОМ зводиться практично до опису їх робочих органів і навіть елементів цих органів. При цьому виникає складна задача через численні внутрішні і зовнішні сили, що діють на зерновий матеріал при різних етапах проходження його по робочих органах. Так, до уваги береться стохастична природа умов функціонування машин, і отримати прогноз показників якості роботи досліджуваних об'єктів в умовах їх нормального функціонування при використанні аналітичного методу неможливо [4, 5].

У зв'язку з цим побудова моделей здійснюється методом ідентифікації - ототожненні моделі об'єкта – оригіналу по відомим "вхідними" і "вихідними" даними [1].

Побудова математичної моделі технологічного процесу об'єкта ПЗОЗ (зерноочисної машини або агрегату) методом ідентифікації передбачає наступне. При сталих режимах роботи (з урахуванням культури, її призначення, якості вихідного матеріалу, виконання допусків на показники функціонування ЗОМ і ін.), синхронно відбирають реалізації вхідних і вихідних змінних. За цих реалізацій визначаються оцінки оператором А. Близькість оцінки оператора А до його істинного значення визначає

відповідність реального об'єкта і моделі.

Для ідентифікації статичних моделей використовується регресійний аналіз. Для ідентифікації динамічних моделей використовуються відомі співвідношення в тимчасовій і частотній областях (кореляційні функції, спектральні щільності, амплітудно-частотні характеристики, передавальні функції та ін.) [4].

Сукупність названих двох типів моделей дає досить вичерпні характеристики при дослідженні робочих органів з метою їх оптимізації, для прогнозу показників якості роботи машин, для складання технічних завдань на проектування та ін. [1].

Регресійні моделі технологічних процесів ПЗОЗ в нормированному вигляді є основою для отримання математичних моделей прогнозу показників якості функціонування машин і агрегатів в польових умовах і проведення машинного експерименту методом імітаційного моделювання.

Список використаних джерел

1. Михайлов Є. В. Післязбиральна обробка зерна у господарствах півдня України (монографія). Мелітополь: Люкс. 2012. 260 с.
2. Mykhailov Ye. and other (2020) Economic and Technical Efficiency of Sunflower Seed Treatment. Monograph, Warszawa, 158 p.
3. Думенко К., Огиенко Е. Моделирование процесса обеспечения надежности зерноуборочных комбайнов. Motrol. Motoryzacja i energetyka rolnictwa. Lublin, 2012. 14(2). С. 51–56.
4. Mikhailov E, Postnikova M, Zadosnaia N, Afanasyev O, (2019) Methodological Aspects of Determining Parameters of a Scalper-Type Air-Sieved Separator Airflow. Springer Nature: Switzerland AG, pp.133-137
5. Kharchenko S, Kovalyshyn S, Zavgorodniy A, Kharchenko F, Mikhailov E, (2019) Effective sifting of flat seeds through sieve. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Vol. 58, № 2. 17-26.

УДК 631.53.01:633

## **ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПРОЦЕСУ ДОЗУВАННЯ НАСІННЯ ТЕХНІЧНИХ КУЛЬТУР**

*Попик П. С.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Сучасне сільськогосподарське виробництво висуває нові вимоги до технічних засобів, що стимулює виробників техніки вносити постійні зміни у конструкції машин та параметри робочих органів. Все частіше розробляються і впроваджуються прогресивні конструкційні матеріали,



застосовуються більш досконалі механічні пристрої, засоби електроніки, гідравліки, гідроавтоматики, високоточне технологічне обладнання. Ці вдосконалення спрямовані на вирішення повсякденних проблем агровиробників, пов'язаних з виробництвом високоякісної продукції при помірних затратах енергоносіїв та коштів. З цієї точки зору важливим етапом в технології вирощування будь-якої культури постає сівба, від своєчасності і якості якої значною мірою залежить доля майбутнього врожаю.

Точність виконання посіву закладає основу майбутній врожайності при вирощуванні технічних культур. Багато в чому точність визначається конструктивними особливостями самого висівного апарату, який повинен забезпечувати необхідний рівень надійності виконання технологічного процесу висіву. В свою чергу показники технологічної надійності залежать від конструктивних параметрів апарату, визначення яких має суттєве практичне значення. За основний показник надійності виконання технологічного процесу висівного апарату можна прийняти ймовірність його безвідмовної роботи (коефіцієнт надійності). Основні вимоги до точного посіву технічних культур є дотримання розподілення насінин в рядку на однаковій відстані між насіннєвими гніздами та мінімізувати й усунути висів двійників, тобто висів у одне гніздо декількох насінин одночасно замість однієї.

Ведеться розробка нового пневмомеханічного висівного апарату вакуумного типу, висівний диск якого має активні комірки спрямованої дії, що призводить до більш точного захвату насінин комірками при виконанні технологічного процесу висіву. Запропонований висівний апарат направлений на усунення основних недоліків серійного пневмомеханічного висівного апарату, а саме пропуску висіву та утворення двійників.

В результаті роботи планується отримання висівного диску принципово нової конструкції, яка призводить до покращення умов присмоктування насінин до комірки висівного диску і зменшення появи пропусків та двійників в технологічному процесі висіву. Також планується отримання підвищення економічної ефективності при збиранні майбутнього врожаю в порівнянні з серійним пневмомеханічним висівним апаратом.

#### Список використаних джерел

1. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підручник / [Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.]; за ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2005. 464 с.
2. Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин / [Бойко А.І., Свірень М.О., Шмат С.І., Ножнов М.М.]. К., 2003. 206 с.
3. Сисолін П. В. Теорія, проектування та розрахунки посівних машин. К.: ІСДО, 1994. 148 с.
4. Патент на корисну модель № 84210 Україна, МПК А01С 7/04, А01С 17/00, А01С 19/00. Пневмомеханічний висівний апарат. А.І. Бойко,

П.С. Попик. № у 2013 05473; Заяв. 26.04.2013; Опубл. 10.10.2013, Бюл. № 19.

УДК 631.53.01:633

## **ПНЕВМОМЕХАНІЧНИЙ АПАРАТ З АКТИВНОЮ КОМІРКОЮ СПРЯМОВАНОЇ ДІЇ**

*Попик П. С.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

В даний час, в ряді регіонів України, в рамках єдиної концепції підвищення продуктивності праці в рослинництві та мінімізації енерго- і ресурсовитрат, провідна роль відводиться технічному переозброєнню землеробства відповідно до вимог сучасних зональних технологічних систем вирощування сільськогосподарських культур. В умовах аграрних підприємств, все більшого розповсюдження набувають зберігаючі технології, засновані на застосуванні посівних комплексів, як вітчизняного так і зарубіжного виробництва.

Пневмомеханічний посів швидко стає одним із самих популярних методів посіву, за рахунок високої продуктивності і універсальності використання, як при традиційному, так і при нульовому обробітку ґрунту. Цей метод забезпечує високу продуктивність і точність технологічного процесу висіву просапних культур.

Пневмомеханічні апарати знайшли широке розповсюдження для висіву насіння різних культур. Основною операцією, від якої залежить ефективність роботи апарату, є дозування насінин, тобто відокремлення від загальної маси окремих частинок і направлення їх у борозну регулярним потоком. Принциповими недоліками пневмомеханічних апаратів класичної схеми побудови з плоским диском обладнаним отворами для присмоктування насінин є короткий час відведення на захват насінин присмоктуючим отвором. Так, при лінійній швидкості руху отвору (комірки) відносно маси насінин в завантажувальній камері  $V = 0,4$  м/с і діаметрі самого присмоктуючого отвору комірки в 3 мм, час експозиції (захвату) складає всього  $t = 0,01$  с. При цьому, як слідує з конструктивного рішення апарату вектор дії присмоктуючої сили направлений перпендикулярно вектору швидкості руху комірки. На наш погляд це принципова недосконалість апаратів такого типу, що і породжує їх недоліки.

Основною функцією апаратів, що визначає якість виконання технологічного процесу висіву, є можливість відокремлення насінин від

загальної маси матеріалу. Ця функція складається із ряду окремих етапів: захват насінини присмоктуючою коміркою, переміщення її до моменту скидування, і безпосередньо, саме скидування і транспортування в борозну.

Всі ці фази важливі при формуванні однозернового потоку і впливають в кінцевому результаті на точність виконання висіву.

Внаслідок розбіжностей у формах насінин, їх фізико – механічних властивостей і стану зовнішніх поверхонь в роботі пневмомеханічних апаратів навіть при досконалому їх регулюванні спостерігаються порушення у вигляді пропусків або одночасного захвату декількох насінин (двійники). Робота висівного апарата вважається тим досконалішою, чим менше недоліків він допускає.

На покращення конструктивних рішень пневмомеханічних висівних апаратів і їх функціонування направлено багато робіт. Одним з них є пропозиція стосовно розробки апарату з активними комірками спрямованої дії.

Гіпотеза розробки висівного апарату з коміркою спрямованої дії полягає в створенні пневмомеханічного апарату з коміркою, що змінює своє положення для кращої орієнтації відносно дозуючих насінин. Ідея створення такого апарату направлена на підвищення точності висіву. Передбачається що висівний пневмомеханічний апарат з внесеними змінами в конструкцію диску забезпечить найкращі умови захвату, утримання та виносу з маси насіння однієї насінини і транспортування її до насіннєпроводу навіть при незначному розрідженні у вакуумній камері. У результаті повинні підвищитись точність технологічного процесу висіву та зменшитись енергозатрати висівного агрегату при сівбі просапних культур.

Список використаних джерел

1. Бойко А. І., Свірень М. О., Шмат С. І., Ножнов М. М. Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин. К., 2003. 206 с.
2. Сисолін П. В. Теорія, проектування та розрахунки посівних машин. К.: ІСДО, 1994. 148 с.
3. Гевко Б. М. Технологічні основи проектування та виготовлення посівних машин: монографія. Тернопіль: Вид. ТНТУ ім. Івана Пулюя, 2013. 238 с.

УДК 631.362.3

## **ОЧИЩЕННЯ НАСІННЯ ЦУКРОВОГО БУРЯКА ВІД ДИКОЇ РЕДЬКИ НА ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ НАСІННЕОЧИСНИХ МАШИНОЮ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗВОЛОЖЕННЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ**

*Головченко Г. С.*

*Сумський національний аграрний університет*

Постановка проблеми. Очищення насіння цукрового буряка від дикої редьки можна забезпечити на електромагнітних насіннеочисних машинах [1, 2]. Вимогам державного стандарту на насіння цукрового буряка по засміченню дикою редькою можуть задовольняти виходи (*II + III*) на деяких режимах роботи машини. Подальше вдосконалення способу очищення цукрового буряка від дикої редьки набуває важливого значення.

Мета досліджень. Метою дослідження є вивчення впливу зволоження вихідного матеріалу на якість очищення цукрового буряка від дикої редьки на електромагнітних насіннеочисних машинах.

Виклад основного матеріалу. Насіння, засмічене дикою редькою, надходить на електромагнітні насіннеочисні машини. Із приймального бункера машини крізь вікно одного із отворів регульованого диска машини вихідний матеріал самопливом надходить в змішувальні шнеки, в яких і перемішується з магнітним порошком, що надходить із апарата дозування. При очищенні із зволоженням вода розбризкується обертовим диском і зволожує масу, яка в цьому випадку в верхньому шнеку лише перелопачується, а потім в нижньому шнеку змішується з порошком. Із нижнього змішувального шнека суміш шнеком і лотковим транспортером двома потоками подається на доріжки обертового барабана, де і поділяється на фракції. Насіння дикої редьки скочується униз і виводиться через вихід *I* приймача. Насіння цукрового буряка з магнітним порошком, що захопився, виводиться через вихід *III*. Насіння цукрового буряка і дикої редьки, які частково обволотились порошком, виводяться із машини через вихід *II*. Якість очищення насіння цукрового буряка і дикої редьки виконується заслінками приймача. Відходи складають 15 – 20%.

Наводяться результати по очищенню насіння цукрового буряка від дикої редьки в залежності:

- 1) від ступеню зволоження вихідного матеріалу із змішуванням з магнітним порошком вручну при подачі магнітного порошку 6%;
- 2) від подачі магнітного порошку, зволоженого на 2% вихідного матеріалу із змішуванням з магнітним порошком вручну.

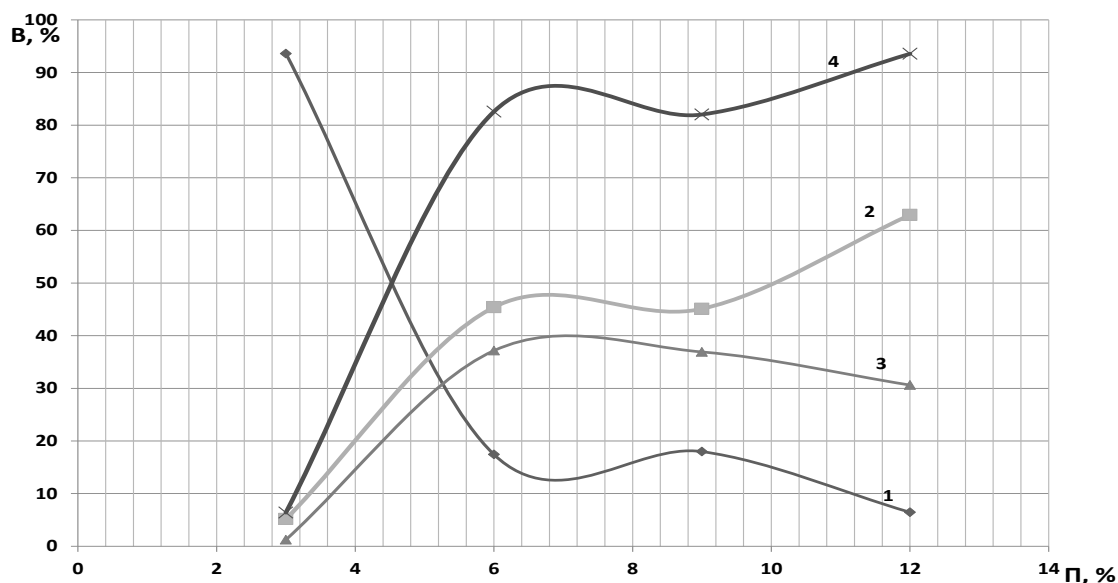


Рис. 1. Залежності виходу насіння цукрового буряка  $V$  від подачі магнітного порошку  $P$  при положенні заслінок приймача на поділці 2,5: 1 – вихід I; 2 – вихід II; 3 – вихід III; 4 – виходи (II + III).

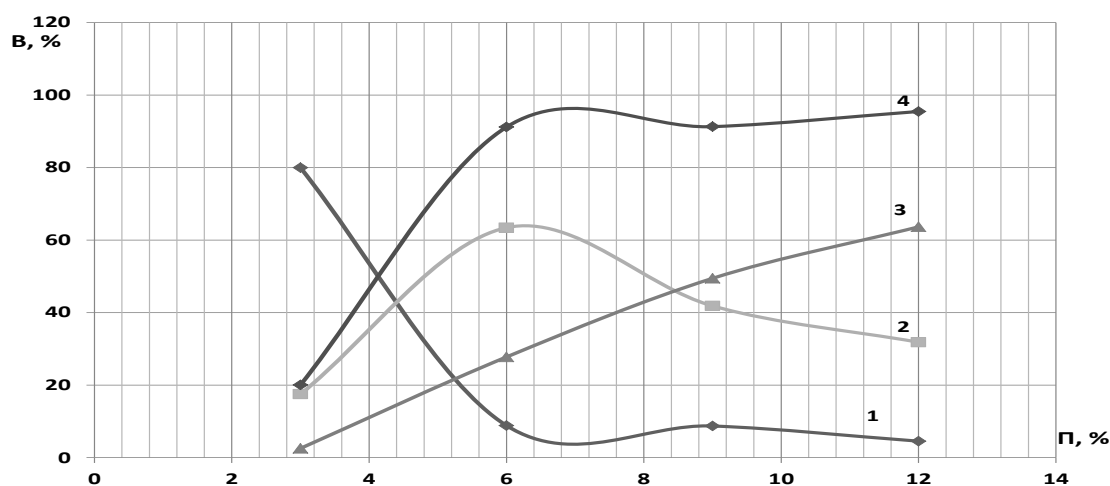


Рис. 2. Залежності виходу насіння цукрового буряка  $V$  від подачі магнітного порошку  $P$  при положенні заслінок приймача на поділці 5: 1 – вихід I; 2 – вихід II; 3 – вихід III; 4 – виходи (II + III).

При досліджуванні подачі магнітного порошку 6% зволоження вихідного матеріалу позитивно впливає на якість очищення цукрового буряка від дикої редьки.

Вимогам державного стандарту на насіння цукрового буряка (50 – 55 шт. дикої редьки на 1 кілограм цукрового буряка) задовольняють виходи (II + III) при зволоженні 2 % і положеннях заслінок приймача на поділках 2,5 і 5. При цьому виходи (II + III) насіння цукрового буряка складали 82,6 – 91,2%.

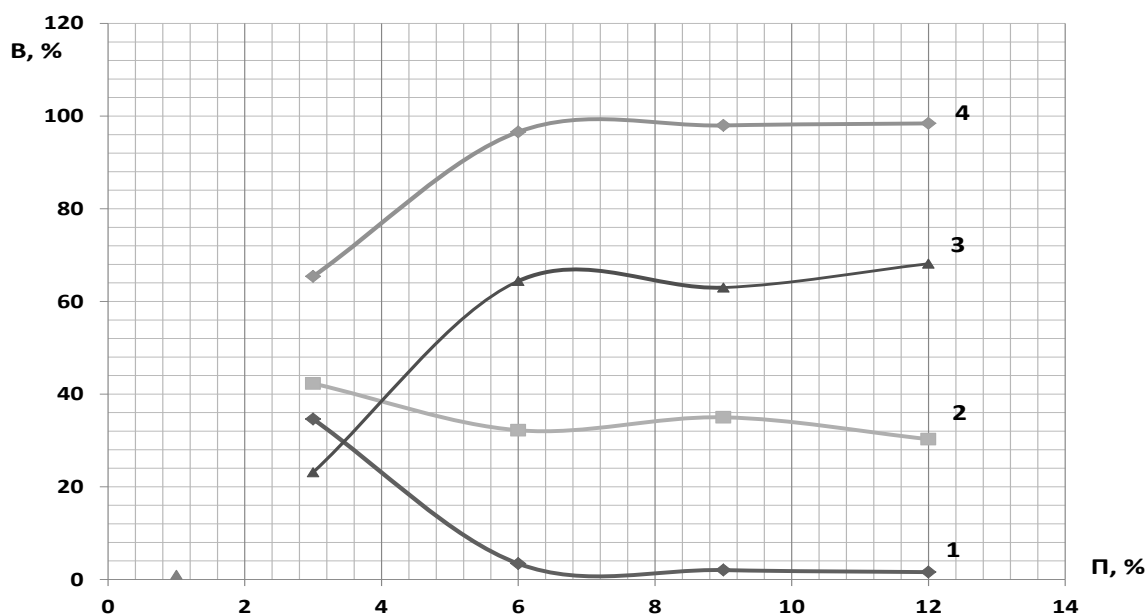


Рис. 3. Залежності виходу насіння цукрового буряка  $B$  від подачі магнітного порошку  $P$  при положенні заслінок приймача на поділці 7,5: 1 – вихід I; 2 – вихід II; 3 – вихід III; 4 – виходи (II + III)

При підвищенні зволоження до 4% вимогам державного стандарту задовольняли виходи (II + III) при положеннях заслінок приймача на поділках 2,5; 5 та 7,5 при виходах цукрового буряка 82,1 – 96,9%.

При збільшенні відкриття заслінок приймача при усіх режимах зволоження вихід насіння цукрового буряка в виходах (II + III) зростає.

#### Висновки

При зволоженні вихідного матеріалу на 2% (табл. 2) вимогам державного стандарту на насіння цукрового буряка задовольняли виходи (II + III) при подачі магнітного порошку 6% з положенням заслінок приймача на поділках 2,5 та 5 з виходом насіння цукрового буряка 82,6 – 91,2%; при подачі магнітного порошку 9% з положенням заслінок приймача на поділках 2,5; 5 та 7,5 з виходом насіння цукрового буряка 82,0 – 98%; при подачі магнітного порошку 12% з положенням заслінок приймача на поділках 2,5 та 5 з виходом насіння цукрового буряка 93,6 – 95,5%.

Дані табл. 1 та 2 показують, що зволоженням вихідного матеріалу можна досягти зниження вмісту дикої редьки в одному кілограмі цукрового буряка до 13 – 32 шт. з виходом насіння цукрового буряка в виходах (II + III) 82,6 – 91,2%.

#### Список використаних джерел

1. Кулагин М. С. Механизация послеуборочной обработки и хранения зерна и семян. М. Колос, 1979. 256 с.
2. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів. О.М. Царенко, Д.Г. Войтюк, В.М. Швайко та ін.; За ред. С.С. Яцуна. К.: Мета, 2003. 448 с.

3. Сільськогосподарські та меліоративні машини. Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2004. 544 с.

УДК 631

## ГРУНТООБРОБНА ТЕХНІКА ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА

*Сокол А. О., Калнагуз О. М.*

*Сумський національний аграрний університет*

На початку двадцять першого століття в сільському господарстві обробіток ґрунту здійснювали в основному простими агрегатами, тобто такими, що за один прохід виконують одну операцію. Наприклад, спочатку проводили оранку, далі – культивуацію, боронування й коткування. Інакше кажучи, ґрунтообробні агрегати проходили по одному полю велику кількість разів, що призводить до надмірного ущільнення ґрунту та деградації ґрунту; збільшення строків повного циклу ґрунтообробки та збільшення витрат палива. Недостатня забезпеченість господарств ґрунтообробними знаряддями є наслідком гальмування опанування та впровадження сучасних ресурсо- і енергозберігаючих технологій, які ґрунтуються на мінімальному обробітку ґрунту [1-3].

Енергозбереження та скорочення ресурсів досягається шляхом зменшення глибини обробітку при використанні комбінованих ґрунтообробних агрегатів, які здатні за один прохід реалізувати декілька операцій. Внаслідок цього мінімізується шкідливий вплив маси агромашини на ґрунт завдяки зменшенню кількості проходів агрегату. Таким чином звільняються машини, зменшуються витрати палива та зберігається енергія. Поєднання операцій з обробітку ґрунту та сівби скорочує витрати палива – на 15-20%, а затрати праці на 20-25%. В результаті використання описаних агрегатів маємо такі результати: зменшення витрат вологи за допомогою зменшення розриву в часі між операціями по обробітку ґрунту та сівбою при використанні звичайних ґрунтообробних агрегатів з 2-3 годин (а іноді 1-3 дні) до декількох секунд при використанні комбінованих ґрунтообробних посівних агрегатів. Це є результатом покращення росту та підвищення врожайності на 10%.

Для отримання жаданого результату від роботи з комбінованими агрегатами, які за один прохід виконують до шести операцій, тобто одночасно здійснюють повний цикл робіт із підготовки ґрунту, потрібно дотримуватися таких вимог: виконання технологічного процесу комбінованими агрегатами повинно забезпечувати більшу енергоощадність,

ніж загальна енергоємність виконання операцій звичайними машинами; продуктивність комбінованих ґрунтообробних машин повинна бути вище продуктивності комплексу звичайних агрегатів; зберігати родючість ґрунту, забезпечувати надійну роботу в системі нових технологій, сприяти підвищенню врожайності оброблюваних культур; добра адаптація до роботи при незадовільних ґрунтових та погодних умовах.

Машинобудівні заводи України прагнуть не відставати від закордонних виробників техніки в сучасних системах землеробства та виготовляють власну комбіновану ґрунтообробну техніку [1-3].

Провідними виробниками багатоопераційної техніки для обробітку ґрунту в Україні є ВАТ «Уманьфермаш», ВАТ «Калинівське РП «Агромаш», ТОВ ВО «Восход», ВАТ «Хмільниксільмаш», ТОВ НВП «Білоцерківмаз», ВАТ «Львівський завод фрезерних верстатів», ТОВ «Краснянське СП «Агромаш»», та ін. Використання в одній комбінації інтегральних дисків, чизелів і котка гарантує високу якість обробки всіх ґрунтів за один прохід та вирівнювання рельєфу ґрунту і створює: кращі умови для проростання насіння; кращі умови для росту коренів; краще середовище для життя земляних черв'яків; краще поглинання поживних речовин; краще вбирання вологи; кращий повітрообмін.

Чизелі розташовані на рамі і з'єднані з основною рамою паралелограмним пристроєм, за допомогою якого регулюється глибина обробітку ґрунту чизелями.

Розташування чизельних лап на амортизаторах і застосування високопружних стійок знижує тягове зусилля і забезпечує високу надійність робочих вузлів агрегату при обробці ґрунтів з наявністю каменів і ідеальне розпушування ґрунту. Передній ряд дисків забезпечує проникнення чизелів в ґрунт з меншим зусиллям, і це знижує енергоємність обробки і підвищує стійкість чизельних лап [4-6].

В цілому тенденції такі, що в майбутньому, ймовірно, буде зростати популярність комбінованих агрегатів, які передбачають розміщення робочих органів як на задній, так і на передній навісці трактора. При цьому важливим залишається фактор змінюваності робочих органів. Тобто модульна система, при якій робочі органи можна вільно ставити і прибирати за короткий час, є найперспективнішою.

Комбіновані ґрунтообробні інструменти більш енергоефективні порівняно з таким же традиційним ґрунтообробним інструментом.

Більш високий індекс ефективності обробки ґрунту для комбінованого ґрунтообробного знаряддя виявлений в порівнянні з показниками окремих ґрунтообробних знарядь, що вказує на кращу ефективність комбінованих агрегатів.

Список використаних джерел

1. Машины для обробітку ґрунту та сівби: посібник / За ред Кравчука В.І., Мельника Ю.Ф. Дослідницьке: УкрНДІПВТ. 2009. 288 с.



2. Гевко Р. Б. Машина сільськогосподарського виробництва: навчальний посібник. Вид. 2-е, доопр. Тернопіль : ТДПУ, 2005. 228 с.

3. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. К.: «Агроосвіта», 2015. 679 с.

4. Агротехнічні вимоги та оцінка якості обробітку ґрунту: навч. посібник / М. С. Чернілевський, Ю. А. Білявський, Р. Б. Кропивницький, Л. І. Ворона. вид. 2-ге, допов. Житомир: Вид-во «Житомирський національний агроекологічний університет», 2012. 84 с.

5. Шустік Л. Техніка для передпосівного обробітку. Пропозиція. 2015. Режим доступу до ресурсу: <https://propozitsiya.com/tehnika-dlya-peredposivnogo-obrobitku-gruntu>.

УДК 631.333

## **ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ ТА ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН**

*Безсмертний О. В., Гордійчук О. Ю., Андросович О. І.  
Поліський національний університет*

Внесення науково обґрунтованої кількості мінеральних добрив, або ж застосування засобів захисту рослин, являється обов'язковою умовою отримання високих врожаїв вирощуваних сільськогосподарських культур. Це зумовлено потребою збереження та відтворення родючості ґрунтів, що без застосування певних компонентів, в тому числі добрив, практично не можливе. Про це свідчить щорічне світове зростання потреб у добривах, що пов'язано з прагненням аграріїв збільшити врожайність сільськогосподарських культур. Основним завданням технологічних операцій підготовки і внесення добрив, а також застосування засобів захисту рослин, є раціональна організація механізованих робіт, наприклад, скорочення відстані перевезень, унеможливлення зайвих перевалок у період внесення добрив на поля, забезпечення максимально можливої продуктивності машинно-тракторних агрегатів.

Хімічні препарати мають різне призначення, тому кожному способу внесення відповідає своя технологія, певний комплекс агрегатів машин. Кожна з цих груп машин виконує завдання, які б відповідали агротехнічним вимогам. Виконання вимог і завдань можливе за умови правильного вибору технології та підбору машин, які забезпечують високу якість і найбільшу продуктивність.

На сьогоднішній час викликають особливу увагу, автоматизовані технології точного землеробства, що дають змогу точно визначити потрібну кількість мінеральних добрив, які слід внести на певну точку поля з точністю до 10 см, оскільки ґрунт одного поля має різну родючість, так само по відношенню до засобів захисту рослин. Такі технології ґрунтуються на обробленні інформації, яку використовуватимуть під час підготовки використання техніки, незалежно від того який її вид.

Саме тому перспективним є застосовування комп'ютерної техніки на машинах для підготовки та внесення добрив, приготування робочих розчинів та внесення засобів захисту рослин. Нові машини, або ж їх елементи, мають відповідати наступним вимогам, рівномірність внесення зі змінною нормою внесення добрив, або засобів захисту, яка регулюється за допомогою комп'ютера відповідно до потреб рослин на кожній елементарній ділянці поля.

Продуктивність машин для внесення мінеральних добрив та засобів захисту рослин, як відомо, залежить від їх робочої ширини захвату, робочої швидкості агрегата та коефіцієнта використання змінного часу. Фізико-механічні властивості мінеральних добрив, які поставляє на вітчизняний ринок як українська, так і закордонна хімічна промисловість, протягом останніх десятиліть залишаються майже незмінними.

Список використаних джерел

1. *Войтюк Д. Г., Вигера С. М., Аніскевич Л. В.* Точне землеробство. Яке місце в ньому відводиться захисту рослин. *Захист рослин.* 2000. №8. С. 25-26.

УДК 662.75 + 579.222

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ДЕЗІНТЕГРАЦІЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ З ОТРИМАННЯМ БІОБУТАНОЛУ**

<sup>1</sup>*Братішко В. В.,* <sup>2</sup>*Шульга С. М.,* <sup>2</sup>*Тігунова О. О.*

<sup>1</sup>*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

<sup>2</sup>*Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України*

Експериментальні дослідження процесу ультразвукової дезінтеграції рослинної сировини з отриманням біобутанолу проводились на базі лабораторій Національного університету біоресурсів і природокористування України та Державної установи «Інститут харчової

біотехнології та геноміки Національної академії наук України» в період серпень-вересень 2021 року.

Метою експериментальних досліджень було встановлення таких параметрів оброблення рослинної біосировини, зокрема, її ультразвукової дезінтеграції, за яких вихід біобутанолу при наступній ферментації сировини був би найбільшим. Програма досліджень передбачала підготовку рослинної сировини з приготуванням суспензій на основі подрібненої сировини, обробленням отриманих суспензій ультразвуком та їх подальшої ферментації з отриманням біобутанолу. Підготовка сировини полягала в двостадійному подрібненні сировини визначеної вологості до заданого середньозваженого розміру подрібнених часточок, змішуванні всієї маси подрібненої сировини для забезпечення її однорідності, приготуванні суспензій із заданим вмістом сухої речовини та наступному обробленні суспензій ультразвуком.

Експериментальні дослідження проводились на ріпаковій соломі врожаю 2021 року. Вологість вихідної сировини становила 14% [1].

Для попереднього подрібнення рослинних матеріалів використовувалась дробарка стеблових матеріалів «Елікор-5», для остаточного – лабораторний млин ЛЗМ-1. Середньозважений розмір подрібнених часточок визначався за допомогою розсіву лабораторного РЛУ-3 з комплектом сит лабораторних [2, 3].

Рослинна сировина подрібнювалась до середньозваженого розміру часточок 0,1 мм та змішувалась за допомогою лабораторного змішувача [4]. Для приготування суспензій на основі подрібненої рослинної сировини використовувати воду питну очищену. Для зважування сировини використовували ваги лабораторні [5].

Для ультразвукової дезінтеграції застосовували лабораторну ультразвукову ванну, що складалася з гастрономічної ємності стандартизованого розміру GN 1/4 глибиною 65 мм, на днищі якої жорстко кріпилися п'єзокерамічні ультразвукові випромінювачі частотою 28 кГц і потужністю ультразвуку 60 Вт кожен. Живлення лабораторної установки здійснювалось за допомогою ультразвукового генератора UCE-NT1500 потужністю 1,5 кВт.

Після ультразвукової дезінтеграції сировина направлялася на подальшу ферментацію в Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України.

В якості досліджуваних факторів при проведенні експериментальних досліджень виступали час ультразвукового оброблення суспензії (t, хв.), вміст сухої речовини суспензії (s, %) та питома потужність ультразвуку ( $\mu$ , Вт/мл). В якості експериментального критерію виступав питомий вихід біобутанолу на одиницю об'єму суспензії та маси сухої речовини (г/л та г/кг, відповідно).

При проведенні досліджень фактори змінювались у таких межах: час ультразвукового обробітку суспензії – 5-25 хв.; вміст сухої речовини – 5-10%; питома потужність ультразвуку – 0,18-0,72 Вт/мл. Використовувалась ультразвукова ванна з випромінювачами загальною потужністю 720 Вт та частотою ультразвуку 28 кГц.

Після оброблення отриманих експериментальних даних було встановлено, що фактор «час оброблення суспензії  $t$ , хв.» не чинить значущого впливу на експериментальні критерії. Найвищий питомий вихід біобутанолу (2,445 г/л та 48,9 г/кг) спостерігався для таких значень досліджуваних факторів: вміст сухої речовини суспензії  $s = 5\%$ , питома потужність ультразвуку  $\mu = 0,72$  Вт/мл, що відповідає верхній межі варіювання цих факторів. Найменший питомий вихід біобутанолу (1,162 г/л та 11,62 г/кг) спостерігався при вмісті сухої речовини суспензії  $s = 10\%$  та питомій потужності ультразвуку  $\mu = 0,18$  Вт/мл, що відповідає нижній межі варіювання.

В результаті оброблення експериментальних даних було отримано залежності питомого виходу біобутанолу від досліджуваних факторів у вигляді ступеневих функцій для питомого виходу на одиницю об'єму суспензії  $B_v$ , г/л та

$$B_v = 7,84563 s^{-0,721369} \mu^{0,142132}, \quad (1)$$

де  $s$  – вміст сухої речовини суспензії, %

$\mu$  – питома потужність ультразвуку, Вт/мл

та для питомого виходу на одиницю маси сухої речовини  $B_m$ , г/кг:

$$B_m = 784,563 s^{-1,72137} \mu^{0,142132}. \quad (2)$$

Графічні інтерпретації залежностей (1, 2) наведені на рис. 1 і 2, відповідно.

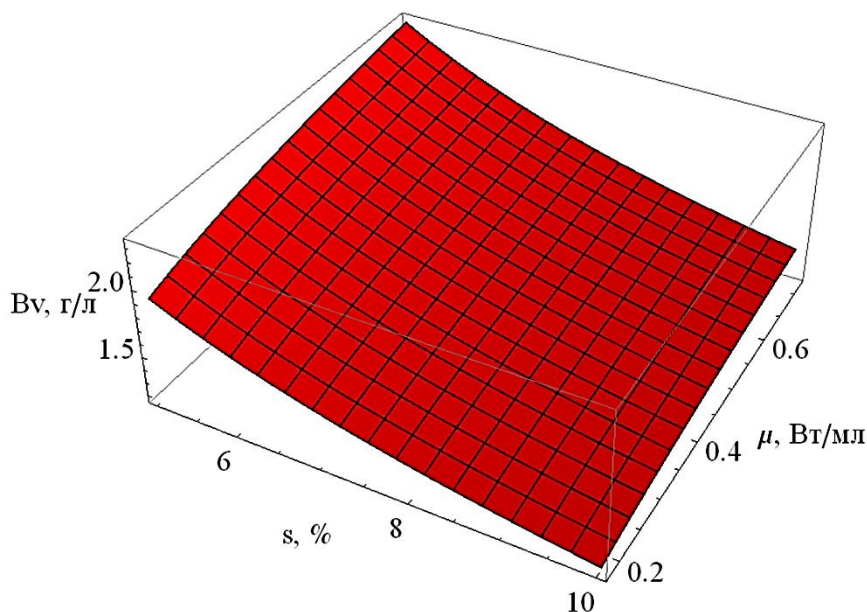


Рис. 1. Залежність питомого виходу біобутанолу на одиницю об'єму суспензії  $B_v$ , г/л від вмісту сухої речовини суспензії  $s$ , % та питомої потужності ультразвуку  $\mu$ , Вт/мл.

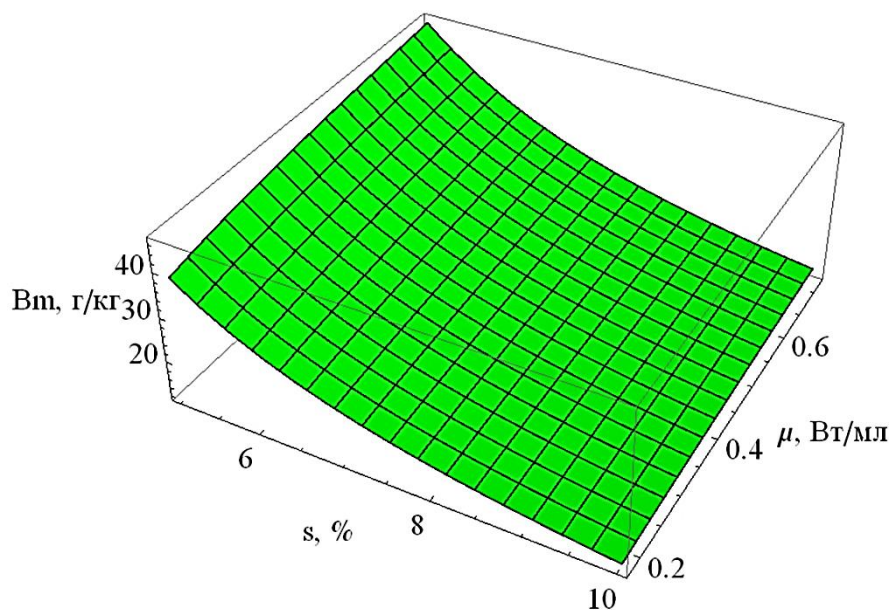


Рис. 2. Залежність питомого виходу біобутанолу на одиницю маси сухої речовини  $V_m, \text{ г/кг}$  від вмісту сухої речовини суспензії  $s, \%$  та питомої потужності ультразвуку  $\mu, \text{ Вт/мл}$ .

Як видно з наведених графіків збільшення вмісту сухої речовини в суспензії призводить до суттєвого зниження питомого виходу біобутанолу, що може бути пояснене наявністю ефективного шару дії ультразвуку на середовище при розташуванні випромінювачів на одній з поверхонь ультразвукової ванни або робочої (кавітаційної) камери. При цьому, вплив питомої потужності ультразвуку на вихід біобутанолу в межах дослідів є меншим за інтенсивність але призводить до збільшення виходу біопалива, причому, з огляду на рис. 1-2, ефективність дії цього фактору зростає при зменшенні вмісту сухої речовини в суспензії, що оброблюється.

В цілому, наведені результати свідчать про ефективність та доцільність застосування такого способу попереднього оброблення сировини в технологіях рідких біопалив як оброблення ультразвуком, а також дозволяють встановити перелік та раціональні межі варіювання досліджуваних факторів при проведенні подальших експериментальних досліджень.

#### Список використаних джерел

1. ГОСТ 27548-87 Корми растений. Методы определения влаги.
2. ТУ-8378-004-00321000-2007 Сита лабораторні поліамідні.
3. ТУ У 28.7-2210200135-002:2007 Сита лабораторні металоткані.
4. Ачкевич О. М. Вплив ступеня заповнення робочої камери змішувача барабанного типу на рівномірність змішування. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2016. Вип. 170. С. 84-87.
5. ДСТУ EN 45501:2007 Прилади неавтоматичні зважувальні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань.

УДК 534.014.3

## **ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ КОМБІНОВАНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ STRIP-TILL ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ**

*Середа Л. П., Ковальчук Д. А.*

*Вінницький національний аграрний університет*

Постановка проблеми. Сьогодні землеробство в Україні переживає досить серйозну проблему, пов'язану із швидкими темпами падіння потенційної родючості ґрунтів [3].

Ведення сільськогосподарської діяльності за промисловою технологією обробітку ґрунту, яка передбачає інтенсивний механічний вплив на ґрунт, призводить до стрімкого падіння показника ґрунту як гумусу, у зв'язку з його переміщення, руйнування структури та аераційною здатністю.

Ефективний розвиток землеробства не обходиться без впровадження інноваційних рішень. Тому досить велику актуальність мають наукові дослідження направлені на пошуки альтернативних, сучасних технологій обробітку ґрунту, які дозволять зберегти та відновити потенційну родючість ґрунтів, що є запорукою вискоєфективного процесу виготовлення рослинної продукції, у тому числі із розробкою комбінованих ґрунтообробних агрегатів для них, що і обумовлює актуальність та практичну цінність досліджень.

Аналіз останніх досліджень. На сьогодні в країні домінує незбалансована дефіцитна система землеробства. Внесення органічного добрива не забезпечує повного відтворення родючого потенціалу ґрунту. Притримуючи й надалі таку тенденцію призведе до подальшого загострення проблеми, яка має неминучі наслідки. Водночас сільське господарство України потребує значного термінового осучаснення [3].

Стратегічно важливим напрямком розвитку землеробства в Україні є формування матеріально-технічної бази для збереження основного показника ґрунту під час обробітку. Сьогодні необхідно проводити дослідження ґрунтообробних агрегатів, які спрямовані на реалізацію інноваційних ґрунтозберігаючих технологій обробітку, які одночасно зберігають родючість ґрунту, так і підвищують урожайність посівних культур [1,2].

Мета дослідження – полягає у обґрунтуванні конструкції комбінованого ґрунтообробного агрегату для Strip-till технології обробітку ґрунту, при цьому дозволить зберегти основний показник ґрунту – гумус та зменшити травмування ґрунту, мінімізуючи механічний вплив на нього.



Результати дослідження. Сьогодні АПК України далеко не раціонально розпоряджаються стратегічно важливим ресурсом країни, що призводить до поступової втрати своєї родючості, здатності до відтворення біомаси. 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.

Передпосівний обробіток ґрунту за технологією Strip-till (рис. 1) є ключовим підготовчим етапом до посіву культур. Особливою ознакою такого обробітку ґрунту є те, що він базується на знищенні бур'янів та розпушуванні ґрунту без обертання пласту [3].

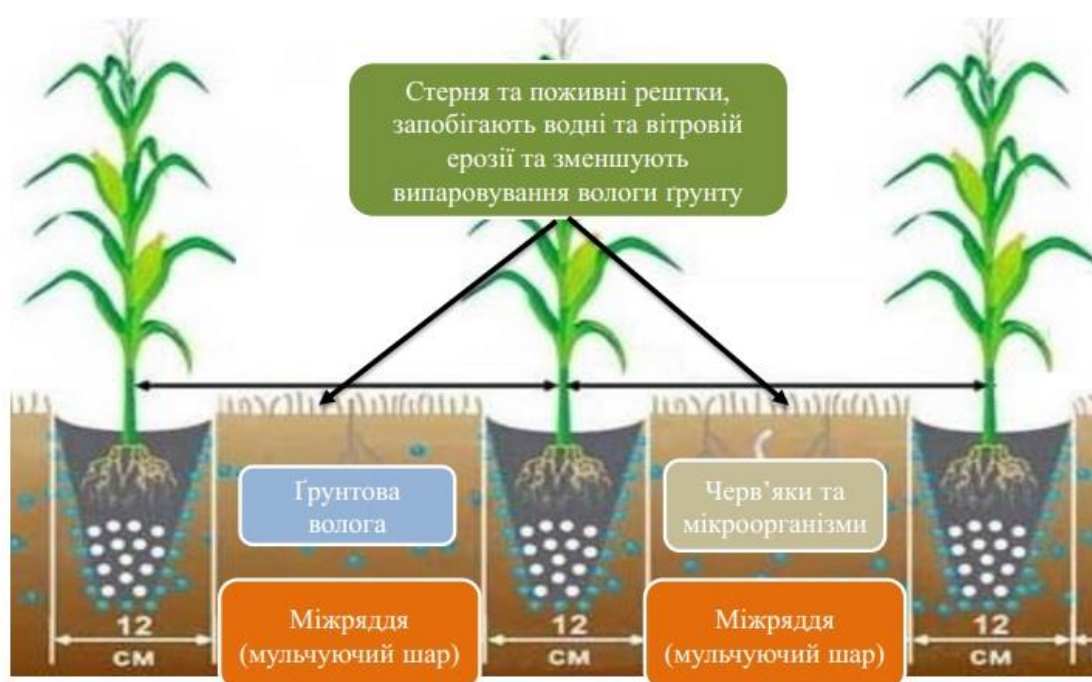


Рис. 1. Посів за технологією Strip-till.

Під час передпосівного обробітку ґрунту за технологією Strip-till потрібно досягти наступне: забезпечити допустимий ступінь кришіння ґрунту не менше 86%; поверхня ґрунту повинна бути вирівняна, а гребенистість в межах 42 мм; не припустимо виніс вологого ґрунту на поверхню більше ніж на 11%; рівне на якісне насіннєве “ложе” при передпосівному обробітку ґрунту.

Виходячи з цього, необхідно щоб спроектований ґрунтообробний агрегат для обробітку ґрунту за технологією Strip-till, забезпечував:

- зберігання та відновлення гумусу в ґрунті, тим самим в подальшому формуючи великі врожаї посівів культур;

– створення оптимального насіннєвого “ложе” на потрібну глибину обробітку ґрунту, тим самим створюючи сприятливі умови для проростання насіння культур із подальшим розвитком кореневої системи.

Все більшого застосування в АПК України набувають комбіновані ґрунтообробні агрегати для обробітку ґрунту, впровадження яких дає позитивні результати роботи. Суттєвими перевагами є розширення функціональних можливостей використання, висока продуктивність, економія паливних ресурсів, але саме головне – зниження техногенного впливу на ґрунт [3].

Суттєвим фактором є мінімізація проходів машинно-тракторного агрегату по полю, так як це створює тиск на ґрунт що ущільнює його. Порушення структури ґрунту та повітряно-водного режиму живлення ґрунту призводять до нерівномірності сходу насіння [3].

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 внутрішньогрунтово 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 представлено на рисунку 2.

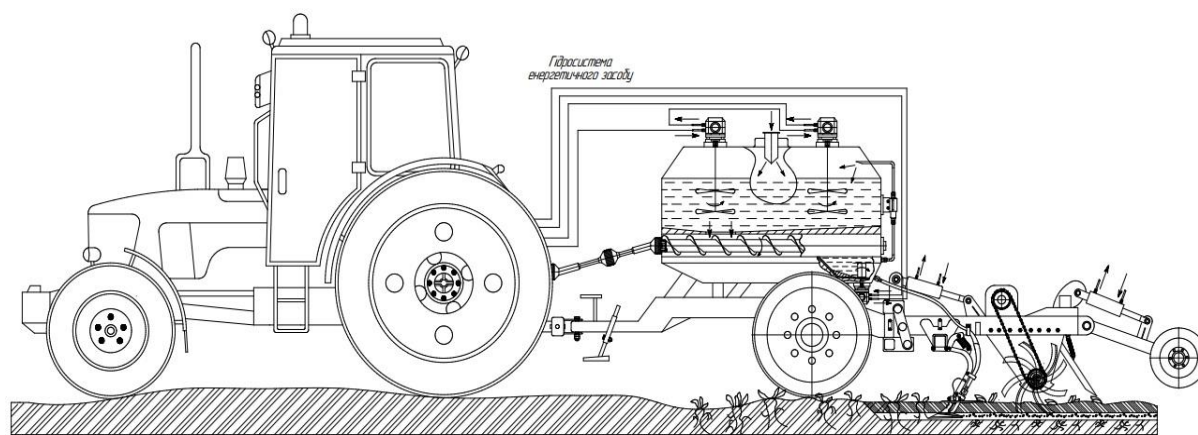


Рис. 2. Загальний вигляд машинно-тракторного агрегату для технології Strip-till



### Висновок

Конструкція запропонованого ґрунтообробного агрегату має не дуже великі габаритні розміри, що є доволі маневреним. В загальному за один робочий прохід ґрунтообробний агрегат 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.

### Список використаних джерел

1. *Серета Л.П., Швець О.І.* Технологія STRIP-TILL в рослинництві. Перспективність впровадження в Україні. Вісник аграрної науки Причорномор'я "Ukrainian Black Sea region agrarian science", Вип. 4, 2019.
2. *Серета Л. П.* Технологія Strip-till в рослинництві. Перспективи впровадження в Україні. Зрошувальне землеробство, ДДАЕУ, 2017 С. 104-107.
3. *Серета 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.

УДК 662.113/8.055

## АНАЛІЗ ГРАВІТАЦІЙНОЇ ПОДАЧІ ДИСПЕРСНОЇ БІОМАСИ НА ТЕХНОЛОГІЧНУ ОБРОБКУ

*Єременко О. І., Руденко Д. Т.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Постановка проблеми. На твердопаливних виробництвах для отримання якісної продукції у вигляді гранул (пелет), брикетів, тріски тощо за технологією передбачається виконання ряду процесів, пов'язаних з гравітаційною подачею технологічного матеріалу в обладнання. Це живлення подрібнювачів, сепараторів, змішувачів, дозаторів, грануляторів, брикетних пресів, фасувальних машин та ін. Конструкційно-технологічні параметри приймальних пристроїв зазначених технічних засобів повинні забезпечувати безперебійну й рівномірну подачу сировинної дисперсної біомаси до робочих органів. Разом з цим, фізико-технологічні властивості різних видів біомаси мають широкий діапазон технологічних показників, що обмежує створення універсальних приймальних пристроїв у вигляді воронки [1, 2]. Тому виникає необхідність розробки методики розрахунку

пристроїв приймання та гравітаційної подачі біомаси на подальші технологічні операції.

Результати досліджень. Прийнята спрощена аналітична модель надходження дисперсної біомаси під дією сили тяжіння в конусний бункер або воронку. Модель приймального пристрою є сукупністю елементарних похилих поверхонь у вигляді вузьких рівнобедрених трикутників, звернених кожен вістрям вниз.

В дослідженнях врахована висота падіння  $h_0$  частинок, їх маса  $m$  та кут  $\alpha_0$  надходження у приймальний пристрій.

Потрібно було визначити швидкість падіння  $V_{\text{ц}}$ , траєкторію польоту частинки  $(x; y)$ , місце падіння і кут, під яким падає матеріал.

В результаті аналізу моделі отримано диференціальні рівняння руху дисперсної біомаси у воронці:

$$\left. \begin{aligned} \ddot{x} &= -k\dot{x}; \\ \ddot{y} &= g - k\dot{y}. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

де  $k$  - коефіцієнт пропорційності, який визначається дослідним методом,  $c^{-1}$ .

Після інтегрування та математичних перетворень отримано рішення складових системи рівнянь (1):

$$x = \frac{V_0 \sin \alpha_0}{k} (1 - e^{-kt}); \quad (2)$$

$$y = \frac{g}{k} t - \frac{1}{k^2} (g - k V_0 \cos \alpha_0) e^{-kt} - \frac{k V_0 \cos \alpha_0}{k^2}, \quad (2a)$$

де  $g$  – сила гравітаційна, що діє на сировинну дисперсню біомасу, Н.

Рівняння (2) і (2a) описують траєкторію польоту центру мас частинки дисперсного матеріалу (біомаси) під час вільного падіння в межах порожнини приймального конусного пристрою.

Це результати дослідження падіння тільки однієї частинки дисперсної біомаси. Якщо ж одночасно потік частинок біомаси, то буде мати місце хаотичне їх зіткнення один з одним, але все одно вони (частинки) будуть підкорятися, в основному, більшості наведеним вище закономірностям.

Швидкість  $V_{\text{ц}}$  центру мас частинки матеріалу знаходимо за формулою:

$$V_{\text{ц}} = \sqrt{(\dot{x})^2 + (\dot{y})^2}. \quad (3)$$

Дисперсна біомаса, що потрапляє у приймальний конусний пристрій, повинна рівномірна пройти і потрапити на робочі органи обладнання за технологічними вимогами.

### Висновок

При падінні біомаса може потрапити або в конусну частину приймального пристрою, або проходити безпосередньо у вивантажувальний отвір, що грає важливу роль в роботі технологічної машини. У момент зіткнення падаючих частинок біомаси з похилою поверхнею воронки може мати місце явище удару. Зважаючи на це необхідно системно

проаналізувати падіння частинок дисперсної біомаси на похилу поверхню приймального пристрою.

Список використаних джерел

1. Єременко О. І., Лук'янець В. О. Дослідження та вдосконалення живильного пристрою перспективного брикетного преса. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету [електронне фахове видання]. Мелітополь: 2014. Вип. 4, Т. 2. С. 146-156.

2. Субота С. В. Результати експериментальних досліджень роботи гвинтового прес-брикетувальника для виробництва паливних брикетів із рослинної сировини. Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Механізація та електрифікація сільського господарства». 2013. Вип. 97, т. 2. С. 40-46.

УДК 631.361.022

## ТРАЄКТОРІЯ РУХУ ХЛІБНОЇ МАСИ В АКсіАЛЬНО-РОТОРНОМУ МОЛОТИЛЬНОМУ-СЕПАРУВАЛЬНОМУ ПРИСТРОЇ

*Доценко М. І., Мартишко В. М.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Шлях, пройдений хлібною масою (ХМ) в молотильного просторі багато в чому визначає якісні та енергетичні показники роботи бильних МСП. У поперечно- потокових МСП його величина дорівнює довжині дуги підбарабання. В аксіально-роторному МСП потік маси проходить шлях значно більший. Його величину визначає не довжина ротора, а траєкторія руху ХМ в молотильного просторі.

Дослідження проводили на аксіально-роторному МСП, довжина ротора 3,2 м, діаметр ротора 760 мм. Число билів секції і планок в сепарувальній секції – чотири; число гвинтових ходів на і роторі 20, частота обертання ротора  $n_p = 980 \text{ хв}^{-1}$ . Збільшення подачі ХМ від 3 до 10 кг/с не впливає на траєкторію і швидкість руху потоку в молотильному просторі.

Потужність на привід ротора зростає пропорційно подачі ХМ в молотильний простір. Значний вплив на траєкторію руху має стан ХМ, який залежить від коефіцієнта тертя ( $\mu_{\text{тр}}$ ) ХМ по поверхні ротора. При  $\mu_{\text{тр}} = 0,4$  потік ХМ робить 10...11 оберти навколо осі на 1п.м. його довжини, при  $\mu_{\text{тр}} = 0,8$  – 20...21 оберти. Із збільшенням  $\mu_{\text{тр}}$  в два рази збільшується шлях, пройдений ХМ в молотильного просторі практично на ту ж величину.

Разом з  $\mu_{\text{тр}}$  на траєкторію руху ХМ впливає і шлях S пройдений масою в молотильного просторі суттєво впливає кут  $\theta_6$  нахилу билів.

При  $\theta_6 = 0$  збільшення  $\mu_{тр}$  від 0,4 до 1,2 збільшує шлях  $S$  пройдений ХМ майже в чотири рази, при  $\theta_6 = 40$  а шлях  $S$  – в 1,5 рази. Збільшення відстані, яку проходить ХМ в молотильного просторі з ростом  $\mu_{тр}$  можна пояснити якісними показниками аксіально-роторних МСП при обмолоті вологих і засмічених хлібів. Це є причиною високої енергоємності аксіально-роторних МСП в таких умовах. При обмолоті ХМ з  $\mu_{тр} = 0,4$  потужність, на привід ротора при подачі 10 кг/с досягає 150 ... 200 кВт, а з коефіцієнтом тертя  $\mu_{тр} = 1,2$  – 600 ... 800 кВт.

Цілком очевидно, що відстань, яку проходить ХМ в молотильного просторі визначає число ударів, билами ротора по ХМ, тому якісні показники обмолоту колосків, сепарації зерна і енергетичні показники роботи аксіально-роторного МСП покращуються.

Представлені результати досліджень показують, що підбором зазначених конструктивних параметрів аксіально-роторних МСП можна суттєво зменшити його габарити що впливають, в певній мірі, на габарити і масу комбайна, а також оптимізувати показники роботи аксіально-роторних МСП в різних умовах збирання.

УДК 631.356.4

## **АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ҐРУНТУ ПІД СІВБУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ**

*Кобзар О. М., Мартишко В. М.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Одна з головних умов одержання високих врожаїв при інтенсивній технології вирощування ріпаку полягає в якісному передпосівному обробітку ґрунту, який виконують паровими культиваторами та комбінованими агрегатами, що забезпечує дрібногрудкувату структуру ґрунту та сприятливі умови для сівби і росту ріпаку.

Для передпосівного обробітку ґрунту використовують різні машини та ґрунтообробні агрегати, переважно використовують комбіновані ґрунтообробні агрегати, які за один прохід виконують декілька операцій: суцільну культивацію, вирівнювання поверхні поля, подрібнення і ущільнення ґрунту, глибоке розпушування ґрунту по ширині і глибині тракторної колії.

Культиватор КПН-8, «Вакула» призначений для передпосівного обробітку ґрунту у всіх ґрунтово-кліматичних зонах, за виключенням районів з кам'янистими ґрунтами на глибину від 5 до 15 см. Робочим органом культиватора є звичайна стрілчаста лапа шириною 270 мм, яка

встановлена на жорстко закріпленій стійці, що дає змогу якісно проводити обробіток ґрунту на задану глибину без виглиблення на твердому ґрунті. Недолік культиватора – ущільнення ґрунту при підвищеній вологості.

Культиватор Lemken Kompaktor дає змогу досягти рівномірної глибини і ущільнення ґрунту що є важливим при сівбі ріпаку. За один прохід Kompaktor виконує декілька операцій. Спочатку передній коток вирівнює ґрунт і забезпечує перше подрібнення великих грудок, далі два ряди стрічастих лап проводять суцільне розпушування, за ними розміщений задній коток, а в кінці причіпний коток який забезпечує ущільнення ґрунту. Після проходку агрегату розпушений ґрунт знаходиться на твердій основі, а його дрібногрудкова структура забезпечує рівномірні сходи рослин. Завдяки тому що попереду й позаду розпушувальних лап встановлені котки ущільнення відбувається не робочими органами, а котками що сприяє якісній підготовці ґрунту під посів.

Особливість культиватора Vector від німецької фірми Kockerling полягає в блоці гідравлічного налаштування глибини за допомогою якого, можна безступінчасто регулювати глибину обробітку без необхідності зупинки трактора. Ще однією перевагою цього культиватора є можливість одночасно з обробітком ґрунту вносити мінеральні добрива.

#### Висновок

Найбільш ефективніше і якісніше підготовка ґрунту під сівбу озимого ріпаку перевагу віддають комбінованим агрегатам типу Lemken Kompaktor і Kockerling Vector, які використовуватись не тільки при передпосівному, а й при основному обробітку ґрунту.

УДК 631.333

### **ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВІДЦЕНТРОВОГО РОЗПОДІЛЬНИКА МАШИН ДЛЯ ВНУТРІШНЬОГРУНТОВОГО ЛОКАЛЬНОГО ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ**

<sup>1</sup>Онищенко В. Б., <sup>1</sup>Девятко О. С., <sup>1</sup>Назаренко К. Ю., <sup>2</sup>Ратушний В. В.

<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України

<sup>2</sup>ННЦ «ІМЕСГ» НААН України

Проведений аналіз існуючих конструктивно-технологічних схем багатоканальних висівних систем дозволяє зробити висновки про те, що відомі технології не в повній мірі задовольняють наведені агротехнічні вимоги [1]. При цьому встановлено, що на внесення різних по фізико-механічним властивостям добрива та їх суміші, більш перспективним є використання систем з незалежним розподіленням матеріалу, що вносять,

та повітря, на задану кількість потоків з наступним надходженням добрив в окремі канали транспортуючого робочого органу з подальшим рухом аеросуміші по каналах до місця висіву в ґрунт. Така технологічна схема багатоканальної висівної системи забезпечує високі та якісні показники технологічного процесу.

При аналізі можливих варіантів конструктивного виконання розподільчих робочих органів виявлено, що рівномірність розподілення добрив можна покращити за рахунок застосування розподільчих робочих органів відцентрового типу [2]. Обертовий розподільник, з виконаними в його бічній поверхні випускних отворів приведено на (рис. 1).

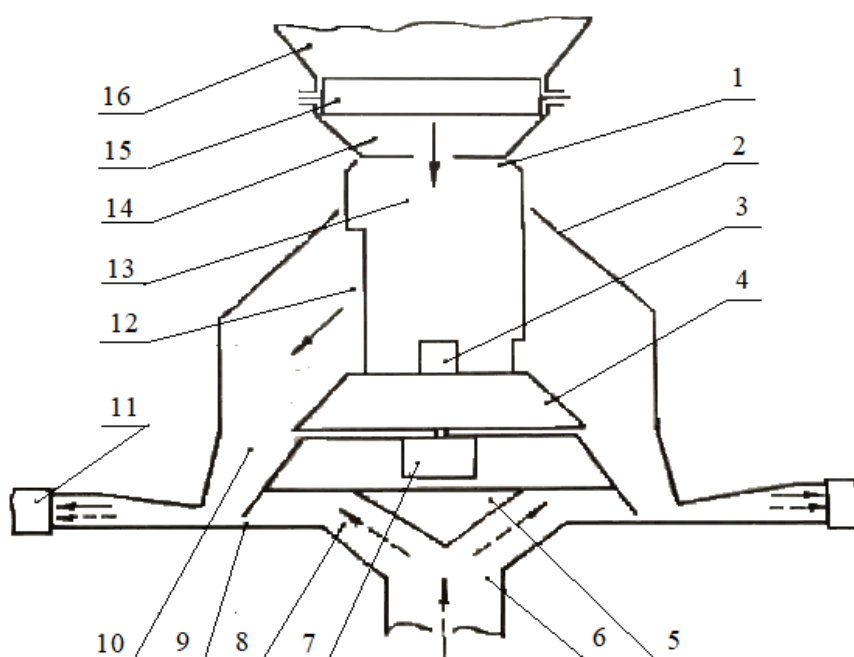


Рис. 1. Схема відцентрового розподільчого органу: 1 – впускне вікно; 2 – корпус; 3, 12 – випускні вікна; 4 – диск; 5 – розподільник повітряного потоку; 6 – пневматичний привод; 7 – привод розподільника; 8 – пневмоканали; 9 – ежектори; 10 – прийомні горловини відвідних патрубків; 11 – канали транспортуючого робочого органу; 13 – розподільник; 14 – туконапрямляч; 15 – дозуючий пристрій; 16 – бункер.

Запропонований робочий орган включає в себе корпус 2, в основі якого знаходяться, рівномірно розташовані по коловій поверхні, приймальні горловини відвідних патрубків 10. В корпусі 2 встановлений обертовий розподільник 13, у вигляді стакана, дном якого є центральна частина диска 4, далі розміщений привод 7. Над впускним вікном 1 розподільника знаходяться туконапрямляч 14, з'єднаний з дозуючим пристроєм 15 бункера 16. У точці з'єднання розподільника з диском, по коловій поверхні розроблені випускні отвори 3 і 12.

Приймальні горловини відвідних патрубків 10 являються одночасно завантажувальними горловинами ежекторів 9 пов'язаними внутрішніми кінцями з пневмоканалами 8, а зовнішніми – з каналами 11 транспортуючого робочого органу. Пневмоканали з'єднані через розподільник повітря 5 з пневмоприводом 6 та з джерелом стиснутого повітря.

Установка працює наступним чином. Добрива з бункера 16 подаються дозуючим пристроєм 15 через туконаправлявач 14 до впускного вікна 1 розподільника 13. Після чого, гранули добрив, під дією відцентрових сил розганяються та направляються до випускного вікна 3 і 12, пройшовши які, добрива переміщуються на периферію диска і направляються до приймальних горловин відвідних патрубків. В цей же час, розділений розподільником 5, повітряний потік із пневмопривода 6, поступає по пневмоканалам 8 до ежекторів 9, де заховає опинившись в завантажувальних горловинах гранули добрив, і переміщує їх по каналам 11 транспортуючого робочого органу до місця внесення.

Аналізуючи процес роботи запропонованої конструктивно-технологічної схеми розподільчого робочого органу, можна зробити висновок про те, що з метою забезпечення якісних показників даного процесу, необхідно досліджувати його окремі елементи і обґрунтувати його конструктивні параметри і режими роботи.

#### Список використаних джерел

1. Адамчук В. В. Підсумки створення технологічних комплексів для застосування твердих мінеральних добрив і хіммеліорантів. Техніка АПК. 2000. №3. С. 10-12.

2. Адамчук В. В. Обґрунтування моделі внесення мінеральних добрив. Механізація та електрифікація сільського господарства. Глеваха. ННЦ „ІМЕСГ”, 2002. Вип. 86. С. 90-99.

УДК 631.51.01

## **МЕХАНІЗОВАНИЙ ОБРОБІТОК ҐРУНТУ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН**

*Прилуцький І. О., Губенко А. С., Токовчук О. М.  
Поліський національний університет*

Зміни клімату для землеробства України, які зумовлюються, перш за все, глобальним потеплінням, негативно впливають на урожайність сільськогосподарських культур, оскільки погодна складова врожаю у нашій державі становить понад половину позитивного результату.

Загально відомим є то факт, що сталий розвиток сільськогосподарського виробництва можна забезпечити спираючись на науково обґрунтовані, відповідно до зональних умов, системи землеробства. Важливу роль при цьому, відіграє впровадження у виробництво енергозберігаючих, ґрунтозахисних та індустріальних механізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур, які передбачають здійснення комплексу заходів щодо підвищення родючості ґрунту, ефективного використання техніки, добрив та інше.

Важливою, а досить часто, вирішальною ланкою забезпечення високої культури землеробства, підвищення родючості ґрунту, збільшення врожайності сільськогосподарських культур являється раціональний тобто правильно підібраний вид механізованого обробітку ґрунту. В залежності від виду, а також інтенсивності обробітку ґрунту, змінюється фізичний стан верхнього шару, що є спричиняє визначальний вплив на водний, повітряний, тепловий і поживний режими, а також життєдіяльність мікроорганізмів, що в кінцевому результаті проявляється на врожайності сільськогосподарських культур.

Отже для проведення якісного механізованого обробітку ґрунту, необхідно володіти інформацією, щодо щільності, оптимального структурного складу, фізико-механічних показників стану ґрунту, а також реальної і прогнозованої його вологості на момент обробітку. Провести системний аналіз конструкційно-технологічних параметрів і показників роботи ґрунтообробних робочих органів.

Механізований обробіток ґрунту має виконувати також і багатопланові завдання, це і збереження та поліпшення фізичних властивостей ґрунту, знищення бур'янів, поліпшення фітосанітарних умов ґрунтового середовища, так і забезпечення найкращих умов для проростання насіння та росту та розвитку сільськогосподарських рослин. В умовах зростання посушливості клімату необхідно вживати системні та науково обґрунтовані заходи з адаптації аграрного виробництва до нових кліматичних умов. Протистояння постійному дефіциту вологи в



землеробстві досягається за рахунок накопичення і збереження її шляхом постійного застосування сучасних енергетичних ресурсозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур, а саме, мінімізації обробітку ґрунту, скорочення строків проведення весняних польових робіт, і загалом дотримання регламентів використання усіх механізованих технологічних операцій.

Список використаних джерел

1. *Шевченко І. А.* Керування агрофізичним станом ґрунтового середовища. К.: Видавничий дім «Вініченко», 2016. 320с.

УДК 631.356.4

## **АНАЛІЗ ЗАДАЧІ АДАПТАЦІЇ РЕЖИМІВ РОБОТИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН**

*Смолінський С. В.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Постановка проблеми. При реалізації механізованих процесів у рослинництві істотний вплив на показники ефективності виконання процесу мають параметри умов функціонування та характеристики технологічного матеріалу, з яким взаємодіють робочі органи технологічних машин. У зв'язку із суттєвою варіацією зазначених факторів спостерігається мінливість показників ефективності виконання операцій в широкому діапазоні, інколи навіть при невідповідності агротехнічним вимогам.

Для вирішення зазначеної задачі використовують різноманітні методи адаптації: структурна, параметрична, корегування цілей тощо. Але в більшості випадків, доцільно при цьому використовувати параметричну адаптацію режимів роботи на основі моделей.

При адаптації режимів роботи сільськогосподарських машин доцільно розглядати їх як системи, що навчаються. Особливістю таких систем є здатність до зміни структури та параметрів з метою наближення по характеристикам до досліджуваної системи і вимог до її функціонування, за умови чіткого формулювання мети навчання і побудови алгоритму її реалізації.

Метою дослідження є на основі аналізу задачі адаптації режимів роботи сільськогосподарських машин обґрунтувати алгоритм її реалізації.

Результати досліджень. Реалізація адаптації системи, що навчається, найбільш ефективна за умови розробки адекватної моделі управління такою системою. В цьому випадку, основною умовою при навчанні системи є мінімізація відхилення розрахункових значень показників ефективності  $Y_p$ ,

які отримані на основі моделі, від фактичних значень  $Y_f$  для відповідних умов роботи

$$\Delta(Y_p, Y_f) = \sum \{ Y_f i - (a_i[K, U]) \}^2 \rightarrow \min,$$

де  $a_i$  – коефіцієнти розрахункової моделі;  $K$  – множина умов функціонування системи, які ідентифікують технологічний матеріал, навколишнє середовище тощо;  $U$  – множина режимів роботи системи, які ідентифікують безпосередньо об'єкт управління та забезпечують досягнення системою відповідного стану.

При побудові моделі необхідно отримати коефіцієнти моделі  $a_i$ , значення яких найбільш точно забезпечували б опис за допомогою моделі переходу системи у відповідний стан. Коефіцієнти  $a_i$  можуть бути отримані на основі регресійної моделі (за результатами експериментальних досліджень або обробки апріорної інформації) або із застосуванням методу розмірностей.

Для реалізації задачі адаптації доцільно застосовувати наступний алгоритм:

Крок 1. Початок.

Крок 2. Аналіз характеристик умов функціонування і технологічного матеріалу, а також параметрів і діапазону регулювання режимів роботи системи.

Крок 3. Аналіз доцільності структурної адаптації системи. У випадку потреби – проводять структурну адаптацію, при відсутності такої потреби – здійснюють вибір моделі системи.

Крок 4. Вибір моделі системи, який здійснюється шляхом аналізу існуючих в банку даних моделей управління системою або побудови нової моделі.

Крок 5. Побудова моделі управління системою, яка реалізується шляхом вибору її виду і визначення коефіцієнтів моделі (у відповідності із методологічними підходами, які викладені вище).

Крок 6. Зміна структури і параметрів моделі (відповідно структурна і параметрична адаптація) з метою наближення по характеристикам до досліджуваної системи і у відповідності вимогам до її функціонування.

Крок 7. Формування управлінських рішень або їх вибір у відповідності з обраною стратегією на основі моделі.

Крок 8. Перевірка відповідності розв'язку задач адаптації при управлінні переходом системи у відповідний стан. У випадку невідповідності – доцільно повторно проаналізувати доцільність структурної адаптації системи (згідно кроку 3) і при потребі її провести.

Крок 9. Кінець.

#### Висновок

З метою ефективного функціонування сільськогосподарської машини за умови невизначеності, непередбачуваності і мінливості характеристик зовнішнього середовища, необхідно її прийняти системою, що навчається,

а її адаптацію реалізувати шляхом застосування моделі управління у відповідності із запропонованим алгоритмом.

УДК 631.356.4

## **ОБГРУНТУВАННЯ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АГРЕГАТУ ДЛЯ ЗБИРАННЯ КАРТОПЛІ**

*Смолінський С. В.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Збирання врожаю є завершальною операцією в технології вирощування картоплі і від ефективності її реалізації істотно залежить рентабельність виробництва продукції в цілому. Механізоване збирання картоплі здійснюється комбайновим, роздільним і комбінованим способом із застосуванням картоплекопачів, картоплекопачів-валкоукладчиків, картоплекопачів-навантажувачів, картоплезбиральних комбайнів і т.д.

Останнім часом все ширшого застосування при збиранні картоплі у господарствах набувають картоплезбиральні комбайни. Для невеликих господарств – це переважно, причіпні однорядні, для середніх – дво- або трирядні причіпні, для великих та спеціалізованих господарств – три- і чотирирядні самохідні картоплезбиральні комбайни.

Аналіз галузі картоплярства в Україні свідчить, що вирощування картоплі переважає у невеликих і середніх господарствах із застосуванням для збирання одно- і дворядної картоплезбиральної техніки компаній Rora, AVR, Grimme, Unia, Lockwood, Bolko, Гомсельмаш і т.д.

Ефективність роботи агрегата істотно залежить від ґрунтово-кліматичних та господарчих умов, а також від технічних, якісних та економічних показників роботи картоплезбиральних машин. Аналіз результатів досліджень багатьох вчених свідчить, що не завжди ефективно використовуються можливості агрегата при збиранні картоплі, і виникає потреба пошуку шляхів подальшого підвищення ефективності на основі технічних та технологічних рішень.

Метою дослідження є обґрунтувати шляхи підвищення ефективності агрегату для збирання картоплі шляхом аналізу особливостей функціонування картоплезбиральних машин та схеми їх компоновки у збиральний агрегат.

Результати досліджень. На основі проведеного аналізу основних показників ефективності роботи картоплезбиральних машин встановлено, що одним із найбільш суттєвих факторів по підвищенню цих показників є продуктивність збирального агрегата.

Продуктивність картоплезбирального агрегата визначається як добуток ширини захвату агрегата  $B$ , робочої швидкості  $V$  і коефіцієнту використання робочого часу  $\tau$

$$W=0,1BV\tau, \text{ га/год.}$$

або зазначений вираз можна представити у вигляді

$$W=0,1z bV\tau,$$

де  $z$  – кількість рядків, що підкопуються одночасно і визначають рядність збиральної машини. Рядність збиральної машини визначається по конструктивному її виконанню і кількості встановлених підкопувальних робочих органів (для начіпних і машин  $z=1\dots2$ , для причіпних машин  $z=1\dots3$ , для самохідних машин  $z=3\dots4$ );  $b$  – ширина міжряддя при вирощуванні картоплі (в умовах України ширина міжряддя переважає  $b=0,70$  м, відомий досвід застосування ширини міжряддя  $b=0,75, 0,90, 1,10, 1,40$  м) і визначається умовами та технологією вирощування у відповідності з ґрунтово-кліматичними умовами;  $V$  – робоча швидкість збирального агрегата, яка регламентується технічною характеристикою збиральної машини і тягово-швидкісними характеристиками енергетичного засобу.

Рядність збиральної машини та робоча швидкість збирального агрегата обмежуються також пропускною здатністю машини. Якщо оптимальне значення подачі для відповідної марки і моделі машин за даних умов роботи становить  $Q_{opt}$ , то подача бульбоносного шару ґрунту в машину  $Q$  має прямувати до оптимального значення подачі:  $Q \rightarrow Q_{opt}$ , при якому досягатимуться найкращі показники якості отриманого врожаю.

Величину для визначення подачі бульбоносного шару ґрунту в машину представимо у вигляді

$$Q=V \sum \{S[\gamma_1 v_{1i} + \gamma_2 v_{2i}]\}, \text{ кг/с}$$

де  $S$  – площа поперечного перерізу пласта, що підкопується, величина якої залежить від конструктивного виконання підкопувальних робочих органів;  $\gamma_1, \gamma_2$  – питома маса ґрунту і бульб відповідно;  $v_{1i}, v_{2i}$  – вміст по масі у воросі ґрунту і бульб відповідно;  $i=1,2,\dots$  – кількість рядків, що підкопуються збиральною машиною одночасно.

Тоді із урахуванням оптимальної величини подачі

$$V \sum \{S[\gamma_1 v_{1i} + \gamma_2 v_{2i}]\} \rightarrow Q_{opt}.$$

На основі аналізу наведеної умови встановлено, що підвищення продуктивності збирального агрегата при зменшенні вмісту ґрунтових домішок у підкопаному пласті  $v_{1i}$  із збереженням оптимального значення подачі  $Q_{opt}$  можливо досягнути шляхом збільшення рядності агрегата.

Для реалізації наведеного принципу доцільно використовувати збиральний агрегат (рис. 1), що складається із енергетичного засобу (трактора) 1 та картоплезбирального комбайна 2, який приєднується до енергетичного засобу (на схемі подано однорядний комбайн із симетричним з'єднанням з трактором). В передній частині з двох боків на енергетичний засіб начіплюються дві картоплекопалки 3 із Г-подібним напрямком

технологічного матеріалу (забезпечення Г-подібного напрямку руху технологічного матеріалу можливе шляхом застосування додаткових валкоукладачів, які закріплюватимуться на виході матеріалу із копалки). Аналогічно можна використовувати подібний принцип і на двохранних картоплезбиральних комбайнах.

Згідно схеми, картоплекопалки 3 підкопують два бічні рядки картоплі, просіюють дрібний ґрунт, а бульби із незначним вмістом домішок укладають на ще непідкопаний рядок, який розміщується між ними. Картоплезбиральний комбайн 2 підкопуватиме ще непідкопаний рядок картоплі із одночасним підбиранням бульб, які підкопані картоплекопалками і укладені на рядок.

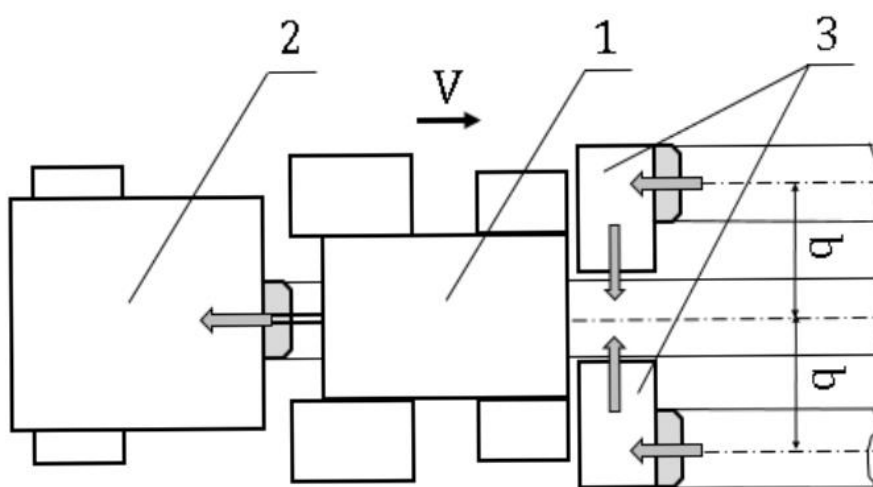


Рис. 1. Схема комплектування агрегата для збирання картоплі

Було проведено аналіз можливості комплектування агрегата для механізованого збирання картоплі за подібною схемою (рис. 1). При застосуванні однорядного картоплезбирального комбайна із шириною захвату 0,75 м при робочій швидкості 3,0 км/год. і агрегуванні із тракторами потужністю 50...65 к.с. продуктивність становитиме близько 0,17 га/год. У випадку додаткового встановлення на трактор двох картоплекопалок із одночасним зниженням робочої швидкості до 2,0 км/год., продуктивність агрегата збільшуватиметься в 2,1...2,5 рази, що і підтверджує доцільність застосування зазначеної схеми компоновки агрегата для збирання картоплі.

#### Висновок

На основі проведеного аналізу процесу збирання картоплі і функціонування збиральних агрегатів встановлено, що з метою підвищення ефективності процесу збирання із застосуванням причіпних картоплезбиральних комбайнів доцільно на енергетичний засіб в передній частині по бокам начіплювати картоплекопалки. В процесі збирання картоплі бічні картоплекопалки забезпечуватимуть додаткове викопування

бульб із двох бічних рядків і укладання їх на невикопаний рядок (рядки), які підбиратимуться в процесі підкопування рядка картоплезбиральним комбайном, що приєднаний до трактора позаду. Наведена компановка дозволяє забезпечити підвищення продуктивності збирального агрегата, а отже, і ефективності в цілому механізованого процесу збирання картоплі.

УДК 621.928

## **КЛАСИФІКАЦІЯ ПОВІТРЯНИХ СЕПАРАТОРІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ НАСІННЯ СОНЯШНИКА**

*Колодій О. С., Черкун В. В.*

*Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного*

У сільському господарстві нашої країни більшість експлуатованих машин є машинами повітряно-решітного типу, головним органом яких є решето, а додатковим - пневмосистема.

Застосовувані в даний час машини для очищення зерна повітряним потоком можна розділити на чотири основні групи: вібраційні, гравітаційні, відцентрові і інерційні.

Об'єднання в одній машині пневмосепаратор і решітного сепаратора сприяє підвищенню ефективності очищення. Компонування повітряного і решітного сепараторів в одній машині дає можливість використовувати один механізм розподілу зернового потоку по ширині сепаруючих органів машини - пневмоканала і решета, підвищити якість очищення купи при пропуску через одну машину.

Схеми конструювання повітряно-решітних машин різні. Найбільш розповсюджені схема, при якій повітряна очищення передуючи очищенню на решетах. Так як наявність в матеріалі домішок, що виділяються решетом, великого впливу на роботу пневмосепаратор не робить, а ефективність роботи решета після виділення легких домішок істотно підвищується [1]. Така схема конструювання присутня в машині попереднього очищення зерна МПР-50 [2].

Існують схеми, де пневмосепаратор розташований після решета. Ці схеми застосовуються в машинах вітчизняних і зарубіжних фірм при малій пробуктивності або в попередньому очищенні, де встановлені решета з великими отворами.

Мають місце технологічні схеми дворазовою очищення зерна повітряним потоком після решета і до нього, наприклад, в машинах СВУ-5, К-531 «Петкус».

Схеми решітної частини в машинах різноманітні, при цьому одиночне решето в них застосовується рідко. Найбільшого поширення набула двоярусна схема розташування решіт і включає в себе три основні схеми, які відрізняються способом розподілу матеріалу по ярусах.

Перша схема передбачає виділення спочатку великої домішки, потім дрібною. Решето з дрібними отворами розташовують під решетом з великими. Насіневий матеріал подається на верхню решето, проходив через нього виділяється насіння і дрібні домішки, сходом - великі домішки. Нижнім решетом в прохід виділяються дрібні домішки.

Спочатку виділяються дрібні домішки згідно з другою схемою, потім - крупні. При цьому решета встановлені по ходу матеріалу, спочатку - з дрібними отворами, за ним - з великими.

Найбільш ефективною вважається третя схема - фракційна. В її основі лежить ідея поділу на першому етапі матеріалу приблизно на дві рівні частини, одна з яких не містить великих домішок, а інша - дрібних. На другому етапі ці фракції обробляються окремо [3].

Основи фракційної очищення зерна закладені в роботах М.Н. Летошнева, Г.Д. Терскова, М.М. Ульріха, К.С. Суворова, вони отримали розвиток в працях В.Г. Дулаєва, В.В. Гортинський, А.Н. Зюліна, В.М. Дрінчі та ін.

Елементи методу фракційної обробки закладені, наприклад, в конструкції сепаратора ЗСМ-20, де фракціонування проводиться на розвантажувальному ситі. У 60-х роках він використовувався в лініях фракційної переробки [4].

Фракційна схема очищення, поряд з класичною схемою, ЗАВ-50, де для поділу на фракції, що відрізняються за фізико-механічними властивостями домішок, передбачається використовувати повітряно-решітчасту машину [5].

Досвід створення зерноочисних машин з плоскими решетами вказують на недостатність інформації для створення раціональних рішень задач по різкого збільшення продуктивності при одночасному зниженні металоємності і енергоємності обладнання, що відповідає сучасним вимогам економічним і технологічним вимогам виробництва насіння [5]. Роботи по дослідженню процесу сепарації плоско-решітчастої машинами свідчать про обмеженість подальшого підвищення його інтенсифікації [3-6]. Тому закономірний той факт, що багато вчених, творчі колективи були задіяні в пошуку нових шляхів інтенсифікації технологічних процесів очищення і сортування насіння. Процес сепарації на решеті можна інтенсифікувати за рахунок збільшення товщини шару оброблюваного матеріалу і за рахунок збільшення швидкості його руху по решето.

Підвищення інтенсифікації процесу сепарації за рахунок збільшення товщини шару можливо до певної межі.

На основі аналізу всіх існуючих зерноочисних машин, а так-же поточного стану техніки для післязбиральної обробки зерна можна зробити висновок про те, що найбільш перспективним напрямком в плані зниження енергоємності є повітряно-гравітаційні сепаратори, які дозволяють одночасно виділити легкі, дрібні і великі домішки.

Список використаних джерел

1. Кюрчев С. В. Аналіз методів збільшення врожайності сільськогосподарських культур та вимоги до сепаруємого матеріалу. Праці ТДАТУ 193 Вип. 17, Т. 3. С. 311-322.

2. Колодій О. С., Кюрчев С. В. Методики исследования параметров сепаратора семян предложенного типа. Motrol "Motorization and energetics in agriculture", LublinRzeszow, 2013 Vol.15, No2. p. 205-213

3. Кюрчев С. В. Багатокритеріальний аналіз існуючих сепараторів насіння із різним робочим агентом. Механізація сільськогосподарського виробництва. Харків: ХНТУСГ, 2015. Вип.156: т. 1. С. 86-92.

4. Kotov B. I., Kalinichenko R. A., Stepanenko S. P., Shvidya V. O., Lisetsky V. O. (2017). Modeling of technological processes in typical samples of selective sampling and grain harvesting (separation, drying, actively venting, cooling). Nizhin: Vidavets PP Lisenko M.M.

5. Колодій О. С. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів пневмогравітаційного сепаратора насіння соняшника:автореф. дис. канд. техн. наук. Мелітополь:ТДАУ, 2015. 23 с.

УДК 631.348:629.734.7

## **ПРОДУКТИВНІСТЬ РОБОТИ БЕЗПЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ AGRAS T16**

*Холодюк О. В.*

*Вінницький національний аграрний університет*

Застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) в сільському господарстві має величезний потенціал і з кожним роком інтерес до їх використання зростає в першу чергу при реалізації завдань точного землеробства.

БПЛА оснащені двигуном, мають корисне навантаження і тривалість польоту, достатні для виконання спеціальних завдань. Залежно від розв'язуваних завдань вони обладнуються мультиспектральними камерами, різноманітними датчиками, системами супутникової навігації, малогабаритними бортовими комп'ютерами та ін. БПЛА дозволяють збирати інформацію про поле, складати ортофотоплан поля, здійснювати



моніторинг посівів та його стан на різних етапах розвитку рослин, виконувати картографію, відстежувати нормалізований вегетаційний індекс (NDVI), обприскувати засобами захисту рослин для боротьби зі шкідниками та хворобами чи вносити трихограму.

Отож, сьогодні можна з впевненістю сказати, що технологія використання БПЛА у сільському господарстві досить стрімко поширюється територією України. І наразі сервісні компанії, які займаються внесенням пестицидів, фунгіцидів, десикантів, просто перевантажені замовленнями.

Метою досліджень є розрахунок експлуатаційної продуктивності роботи безпілотного літального апарату Agras T16.

Використання БПЛА для обприскування полів стало можливим завдяки технології ультрамалооб'ємного внесення ЗЗР з мінімальними витратами робочого розчину, а саме – від 0,5 до 5 л/га. Розмір краплі близько 130-250 мкм дозволяє забезпечити гарне проникнення препарату в продиhi навіть дуже густих посівів.

Розрахуємо експлуатаційну продуктивність роботи Agras T16 за годину змінного часу за відомою формулою [1], прийнявши робочу ширину захвату дрона рівною  $B_p = 6,5$  м та робочу швидкість дрона  $V_p = 25$  км/год [2]. Коефіцієнт використання часу зміни визначаємо як відношення часу основної (чистої) роботи (обприскування) до тривалості зміни. Для операції обприскування приймаємо  $T_{зм} = 6$  год.

Розрахунок часу основної (чистої, корисної) роботи виконуємо, скориставшись методикою розрахунку потокової лінії захисту рослин. Так, час на виконання основної роботи (обприскування) за зміну, визначали як добуток тривалості робочого ходу дрона за один цикл ( $t_o$ , год) на кількість циклів дрона за зміну ( $n_{ц}$ , год).

Тривалість підготовчо-заключних робіт приймаємо  $T_{пз} = 0,4-0,6$  год; тривалість виконання технічного і технологічного обслуговування дрона -  $T_{то} = 0,1-0,3$  год; час на відпочинок і особисті потреби -  $T_{ф} = 0,4-0,7$  год. Вищезгадані складові тривалості зміни  $T_{пз}$ ,  $T_{то}$ , і  $T_{ф}$  прийняті на основі власних хронометражних спостережень. За певних умов вони можуть приймати дещо інші значення.

Тривалість циклу - це час, протягом якого обслуговують дрон (заправлення, заміна батареї і т.д.), його робочий політ на заплановану місію і повернення на місце старту. Тривалість циклу визначаємо наступним чином:

$$t_{ц} = t_{оч} + t_{зан} + t_{пух} + t_o + t_x + t_{пер}, \text{ год} \quad (1)$$

де  $t_{оч}$  - тривалість очікування заправки, год. Передбачає тривалість заміни батареї і бака. За хронометражними спостереженнями приймаємо до 0,015 год.;

$t_{зан}$  - тривалість заправки бака дрона, год. Здебільшого заправку виконують вручну при заливанні робочого розчину із 20 л каністр. Рідше

використовують автоматичні заправні станції. Орієнтовна тривалість заправки 16 літрового бака Agras T16 становить від 0,025 до 0,040 год. Приймаємо  $t_{зан} = 0,035$  год;

$t_{рух}$  - тривалість злітання і руху дрона з робочим розчином від місця заправки до першого проходу в загінці та без робочого розчину в зворотному напрямку та сідання у точці зльоту, год;

$t_o$  - тривалість робочого ходу (обприскування) дрона, год;

$t_x$  - тривалість зміщення дрона (ліворуч чи праворуч) у кінці робочого ходу, год.

$t_{пер}$  - тривалість перевірки оператором основних налаштувань польоту, год.

Тривалість руху  $t_{рух}$  визначали наступним чином. Час злітання і садіння дрона приблизно рівен 30 секундам (0,0083 год), а відстань перельоту (ліворуч чи праворуч від пункту заправки) до першого проходу вибирають із міркувань ефективного використання часу та становить приблизно 50 – 100 м. Таким чином, розрахункову формулу для визначення тривалості руху до першого проходу дрона та його повернення запишемо у вигляді

$$t_{рух} = 2 \left( t_{зл} + \frac{10^{-3} L}{V_{техн}} \right) = 2 \left( 0,0083 + \frac{10^{-3} \cdot 50}{20} \right) = 0,0216, год. \quad (2)$$

Тривалість робочого ходу дрона (час спорожнення бака), визначаємо за формулою:

$$t_o = \frac{10^{-3} l_o}{V_p}, год \quad (3)$$

де  $l_o$  - довжина шляху (польоту), що пролітає дрон між двома послідовними заправками

$$l_o = \frac{10^4 \cdot V_{\delta}}{B_p \cdot H_o} = \frac{10^4 \cdot 16}{6,5 \cdot 5} = 4923, м. \quad (4)$$

де  $V_{\delta}$  - місткість бака дрона, л;

$H_o$  - норма витрати робочої рідини, л/га. Приймаємо  $H_o = 5$  л/га [2].

Розглянемо робочу ділянку (рис. 1), на якій виконували обприскування. Як видно з рисунка вона містить ділянки із довжиною гонів 450 і 670 м. Тому оператору при черговій місії польоту дрона необхідно цю довжину враховувати, а також, орієнтовно розраховуючи потребу в робочій рідині. Приймаємо, що Agras T16 розпочинає проводити обприскування з точки А постійно зміщуючись ліворуч в точку Б (початкова робоча довжина гону  $l_p = 450$  м). Таким чином, починаючи свій політ з точки А він може виконати 10 проходів ( $4923:450 = 10,94$ ). Загальна довжина польоту  $l_o$  дрона на заданій місії становитиме 4500 м ( $10 \cdot 450 = 4500$  м).



Рис. 1. Схема робочої ділянки для визначення продуктивності Agrab T16

Тривалість робочого ходу дрона (час спорожнення бака) становитиме

$$t_o = \frac{10^{-3} \cdot 4500}{25} = 0,18, \text{ год.}$$

Вважаємо, що у продовж 0,18 год (10,8 хв) основної роботи дрона якраз вистачить заряду акумулятора на виконання заданої місії (max. 12-13 хв) [2].

Тривалість холостого ходу (зміщення його ліворуч (рис. 1) протягом циклу) визначають за наступною формулою:

$$t_x = \frac{10^{-3} \cdot l_x \cdot n_x}{V_x} = \frac{10^{-3} \cdot 6,5 \cdot 10}{5} = 0,013, \text{ год.} \quad (5)$$

де  $l_x$  - довжина одного холостого зміщення дрона, м. Вона рівна його ширині захвату  $l_x = 6,5$  м;

$n_x$  - кількість холостих зміщень дрона за час спорожнення його бака.  
 $n_x = 4500/450 = 10$  проходів;

$V_x$  - швидкість дрона при зміщенні його ліворуч на заданій загінци, км/год. Приймають  $V_x \approx 5$  км/год.

Тривалість перевірки оператором основних налаштувань польоту  $t_{nep}$  приймаємо рівними нулю ( $t_{nep} = 0$  год), оскільки він їх перевіряє одночасно із обслуговуванням дрона (заміна акумуляторної батареї, заливка бака тощо). Отже, тривалість циклу, а в даному випадку це час повного спорожнення бака дрона (16 л) становитиме

$$t_u = 0,015 + 0,035 + 0,0216 + 0,18 + 0,013 = 0,265 \text{ год.}$$

Тоді кількість циклів дрона за зміну дорівнюватиме

$$n_{\text{ц}} = \frac{6 - (0,5 + 0,2 + 0,6)}{0,265} \approx 18 \text{ циклів.}$$

Враховуючи, що час основної роботи дрона за зміну складає  $T_o = 0,18 \cdot 18 = 3,24, \text{ год.}$ , коефіцієнт використання часу зміни становитиме  $\tau = 3,24/6 = 0,54$ .

Отже, продуктивність роботи Agras T16 за годину змінного часу становитиме [1]

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot 6,5 \cdot 25 \cdot 0,54 = 8,8, \text{ га / год.}$$

Саме таку продуктивність роботи дрона 8-9 га/год і одержують на полях неправильної конфігурації та ті, що містять значну кількість перешкод, наприклад лінії електропередач. З практичного досвіду можна додати, що своєчасне виконання усіх заходів, а саме: надійна робота дрона, наявність заряджених акумуляторних батарей, підготовлений робочий розчин, ефективна організація праці дозволяють обробити 10 га площі та більше за одну годину роботи. Припустивши, наприклад, що ніч роботи екіпажу в складі 2-х операторів (два дрона) і 1-го помічника з 19 год вечора до 7 год ранку за сприятливих погодних умов двома безпілотниками Agras T16, дозволить покрити площу від 170 га до 240 га. Звісно, щоб одержати такі показники роботи, необхідно операторам і помічнику бути у чудовій фізичній формі й мати неабияку витримку. Щодо можливих заходів підвищення продуктивності обприскування БПЛА необхідно зменшувати час заправки місткості бака, використовуючи автоматизовані заправні станції на 100 л і більше. Працюючи з Agras T16 бажано мати дві місткості бака для швидкої заміни. Також необхідно зменшувати непродуктивні витрати часу на підготовчо-заклучні роботи, технологічне обслуговування дрона та особисті потреби оператора й помічника. Таким чином, використання БПЛА, зокрема Agras T16, створюють передумови зменшення витрат палива, підвищення урожайності культур та рівня еколого-гігієнічної безпеки.

Список використаних джерел

1. Ластівка М. М. Експлуатація машин і обладнання: уавчальний посібник. Ладижин, 2019. 374 с.
2. User Manual Agras T16. [Electronic resource]. Retrieved from: [http://dl.djicdn.com/downloads/t16/20191009/Agras\\_T16\\_User\\_Manual\\_v1.0\\_EN.pdf](http://dl.djicdn.com/downloads/t16/20191009/Agras_T16_User_Manual_v1.0_EN.pdf) (дата звернення 04.10.2021).

## *Секція*

# *Механіко-технологічні процеси, робочі органи та машини для тваринництва*

УДК 637.331

### **ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ТЕХНІКИ ДЛЯ ГОДІВЛІ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ**

*Болтянська Н. І., Болтянський О. В.*  
*Таврійський державний агротехнологічний університет*  
*імені Дмитра Моторного*

Молочне скотарство є пріоритетною галуззю тваринництва в багатьох країнах світу, оскільки воно дає один із головних продуктів харчування переважної більшості населення планети. Збільшення обсягів виробництва молока з роками не втрачає своєї актуальності, а навпаки, набуває все більшого значення, адже чисельність населення в світі зростає, а відповідно більшою стає потреба в молоці. Крім того, до зростання обсягів спонукає урбанізація та ріст середньодушових доходів, навіть у нетрадиційних для споживання молока регіонах. Поряд з цим, суттєво змінюється структура молочних ферм у світі. В умовах глобалізації світові тенденції все більше позначатимуться на розвитку вітчизняної молочної галузі, в тому числі проявлятимуться і структурні трансформації молочних ферм. Молочна галузь є однією із традиційних галузей сільськогосподарського виробництва України, а результати її функціонування визначають розвиток багатьох галузей агропромислового комплексу. Тенденції, що відмічені у виробництві молока, впливають тісною мірою на соціально-економічний розвиток України в цілому, а якість продукції галузі молочного скотарства для кінцевих споживачів є важливою складовою продовольчої безпеки країни [1, 2].

На ринку молока в Україні склалася нестабільна ситуація впродовж останніх років. Негативним явищем є зниження купівельної спроможності українців внаслідок дії системи економічних та політичних факторів у країні. Вихід на світові ринки молочної продукції ускладнюється незадовільними показниками якості вітчизняної молочної продукції та невідповідністю міжнародним стандартам. Також негативно вплинуло на розвиток галузі відсутність діючої державної підтримки виробників молока, диспаритет цін у сільському господарстві, руйнування системи матеріально-технічного забезпечення [3].

Аналіз інтенсивного промислового скотарства Європи, США і країн з розвиненим тваринництвом, а також кращих молочних комплексів України свідчить про те, що створений видатний генофонд нових порід великої рогатої худоби з підвищеним потенціалом молочної і м'ясної продуктивності надзвичайно чутливий до дисбалансу поживних і біологічно активних речовин у традиційних господарських раціонах при нормуванні за застарілими нормами і технікою годівлі і вимагає фундаментального удосконалення системи нормування, техніки годівлі, максимального поліпшення якості і біологічної цінності кормів в реальних умовах підвищеної екологічної напруги у більшості регіонів України [4].

Молочна продуктивність корів залежить від різних факторів. Основними з них є спадковість, порода, фізіологічний стан, жива маса, вік, умови годівлі, утримання та використання тварин. Одним із головних факторів зовнішнього середовища, який істотно впливає на рівень і якість молочної продуктивності, є повноцінна годівля та утримання тварин за зоогігієнічними нормами.

Основну масу яловичини в Україні одержували і одержують за рахунок вирощування надремонтного молодняку та відгодівлі дорослих тварин переважно молочних і, частково, молочно-м'ясних порід, поголів'я яких за останні роки різко зменшилося, а попит задовольняється за рахунок експорту. Наукою встановлено і практикою переконливо доведено, що тільки за повноцінної збалансованої годівлі тварини максимально проявляють свої генетичні можливості, при чому повноцінність годівлі повинна визначатися не тільки кількістю в раціоні необхідних кормів, а й наявністю доступної енергії, поживних і біологічно активних речовин. При недостатньому енергетичному живленні у корів спочатку знижуються надої, а потім зменшується і вміст жиру в молоці. Особливо негативно на вміст жиру в молоці впливає дефіцит перетравного протеїну в раціонах тварин. Однією з основних тенденцій розвитку техніки для годівлі великої рогатої худоби в даний час є розробка і виробництво різноманітних за конструктивним виконанням і функціональними можливостями машин для приготування і роздачі кормів. Це надає сільгосптоваровиробникам широкі можливості по комплектуванню оптимального парку техніки для ефективної годівлі тварин з урахуванням всіх особливостей кожного конкретного підприємства: розміру ферми, рівня розвитку інфраструктури та технічного оснащення, технології годівлі, використовуваних кормових раціонів і ін.

При цьому інноваційна діяльність в основному ведеться по шляху створення кормозмішувачів з урахуванням різного рівня розвитку інфраструктури та розміру підприємств, забезпечення високої якості приготування кормосуміші і вдосконалення автоматизованих систем годівлі тварин.

Останнім часом спостерігається збільшення попиту споживачів на самохідні кормозмішувачі, з метою розширення сфери застосування яких фірми-виробники ведуть активну роботу по підвищенню їх маневреності, яка досягається за рахунок «третичкової» конструкції шасі машини. Одним з пріоритетних напрямків розвитку змішувачів-кормороздавачів з урахуванням різного рівня розвитку інфраструктури підприємств є їх конструктивне виконання за модульним принципом. Ця концепція реалізується в змішувачах-кормороздавачах, конструкцію яких можна адаптувати до різної конфігурації тваринницьких приміщень за рахунок установки на бункері машини розвантажувальних люків різного кількості і виконання. Одним з етапів на шляху реалізації інноваційного напрямку розвитку техніки для приготування і роздачі кормосумішей стало створення стаціонарних кормозмішувачів, що дозволяє використовувати їх в якості малогабаритних кормоцехів на тваринницьких об'єктах різного розміру.

Як і раніше домінуюче положення на європейському ринку займають змішувачі-кормороздавачі з вертикальною системою подрібнення-змішування. Це обумовлено головним чином тим, що вони забезпечують високу якість приготування кормосуміші зі збереженням структури корму. Крім того, змішувачі-кормороздавачі з вертикальною системою подрібнення-змішування виконують ефективну оброблення тюків і рулонів, зручні для завантаження з будь-якого боку, мають просту конструкцію, зручні в експлуатації і обслуговуванні.

Для управління процесом год годівлі виробники розробляють програмне забезпечення, яке дозволяє: виконувати контроль за роботою операторів; відслідковувати результати годівлі тварин по групах, здійснювати обмін даними з зовнішніми консультантами з годівлі в режимі on-line, готувати звіти по використанню кормових компонентів та ін. В даний час для вирішення питання приготування і роздачі збалансованих за поживністю кормосумішей на фермах, де для годівлі тварин застосування змішувачів-кормороздавачів не представляється можливим або неефективно, розроблені і випускаються автоматизовані системи годівлі тварин. При цьому на практиці застосовуються в основному дві технологічні схеми годівлі тварин. Відповідно до однієї з них приготування і роздача кормосуміші здійснюється різними технічними засобами. В іншому випадку, приготування кормосуміші (дозування і змішування попередньо подрібнених кормів) і її роздача виконується підвісним кормороздавачем бункерного типу з розширеними функціональними можливостями (завдяки наявності систем електронного зважування та змішування). Технічні можливості кормороздавачів, що випускаються в даний час, дозволяють реалізувати на практиці як індивідуальне, так і групову годівлю, в залежності від системи утримання тварин.

Останнім часом отримують розвиток автоматизовані системи годівлі тварин, переміщення яких здійснюється не по підвісних напрямних, а в

автономному режимі з використанням сучасних систем управління рухом мобільних об'єктів. Причому при створенні конструкції таких роботів за основу були взяті не підвісні роботи-кормороздавачі, а мобільні змішувачі-кормороздавачі. Такі інноваційні розробки вже були продемонстровані на найбільших міжнародних виставках.

Список використаних джерел

1. *Serebryakova N.* Areas of energy conservation in animal feed production of Ukraine. Сб. научн. ст. Межд. научно-практ. конф. (Минск, 26–27 ноября 2020 года) Минск: БГАТУ, 2020. С. 276–278.

2. *Podashevskaya E.* Areas of application of nanotechnologies in animal husbandry. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі. ТДАТУ, 2020. С. 357–361. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tsst/wp-content/uploads/sites/6/podashevskaya-2020.pdf>.

3. *Zhuravel D., Boltianska N.* Integrated approach to ensuring the reliability of complex systems. Current issues, achievements and prospects of Science and education: Abstracts of XII International Scientific and Practical Conference. Athens, Greece 2021. P. 231–233.

4. *Zhuravel D., Skliar O.* Modeling the reliability of units and units of irrigation systems. Multidisciplinary academic research. Abstracts of I International Scientific and Practical Conference. Amsterdam, Netherlands 2021. P. 83–86.

УДК 636.363:66-913

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОЗДАВАННЯ КОРМІВ НА ФЕРМАХ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ**

*Болтянський Б. В.*

*Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного*

Для отримання високої молочної продуктивності важливо не тільки правильно збалансувати раціони по поживних речовинах, але і забезпечити технічну і технологічну реалізацію програми годівлі тварин. Виконання цієї вимоги в значній мірі залежить від ефективної організації роздавання кормів, що є одним з енергоємних і трудомістких процесів.

В даний час на молочних фермах України поширена мобільна система роздавання кормів. Використання мобільних кормороздавачів порівняно із стаціонарними є ефективнішим з погляду витрачання енергетичних і трудових ресурсів.



Система стаціонарних транспортерів-роздавачів є дуже енерго- і металоємною, її реалізація пов'язана із значними експлуатаційними витратами. Наприклад, питома металоємність потокової технологічної лінії роздавання кормів з використанням стаціонарних стрічкових транспортерів для комплексу на 1200 корів з розрахунку на голову складає 53,5 кг, а при використанні мобільних кормороздавачів цей показник зменшується майже в 4 рази. На доставку і роздавання кормів кормороздавачем КТУ-10А на фермі з поголів'ям 1200 корів витрачається 17,9 люд.-год., а при використанні стаціонарного кормороздавача типу ТВК-80 в комплекті з мобільним кормороздавачем – 18,8 люд.-год.

Проведена оцінка енергоємності залежно від складу агрегату показала, що, мобільні кормороздавачі типу КТУ і КПТ з місткістю бункера 10 м<sup>3</sup>, доцільно використовувати на середніх і великих молочних фермах.

Метою даних досліджень є підвищення ефективності технологічного процесу роздавання кормів на фермах великої рогатої худоби шляхом створення обладнання для потокового внесення компонентів кормів в процесі їх роздавання та визначення його оптимальних конструкційно-технологічних параметрів.

На даний час бракує ефективних технічних засобів механізації для потокового внесення компонентів кормів при їх роздаванні, а на практиці вони відсутні. Більшою мірою вимогам щодо технічних засобів для потокового внесення компонентів відповідають технічні засоби з можливістю внесення у кормосуміші кількох компонентів і переміщенням між скотарськими приміщеннями, зокрема кормороздавачі КТУ-10А [1]. Однак вони вимагають подальшого вдосконалення з метою підвищення універсальності за компонентами роздавання, ефективності технологічного процесу приготування і роздавання кормів на фермах ВРХ та зниження питомих витрат [2].

Аналіз технічних засобів потокового внесення різних компонентів кормів в процесі їх роздавання показав, що перевагою таких систем є значне скорочення ручної праці за рахунок механізованого та автоматизованого одночасного внесення в корм визначених обсягів різних компонентів. Але в існуючих технічних засобах відсутнє потокове внесення різних компонентів. Вони мають обмежену мобільність, високу складність конструкції та велику вартість [3].

В Запорізькому науково-дослідному центрі з механізації тваринництва НААН України (ЗНДЦМТ) спільно з Таврійським державним агротехнологічним університетом імені Дмитра Моторного (ТДАТУ) проводились дослідження з оптимізації технології приготування та роздавання кормів, структурної побудови та параметрів процесів змішування та роздавання кормосумішей, з обґрунтування параметрів технологічного процесу потокового змішування кормосумішей та

параметрів експериментальних робочих органів змішувачів-кормороздавачів [4].

Отже, керуючись світовим досвідом та базуючись на попередніх дослідженнях для усунення вищевказаних недоліків, необхідний такий технічний засіб для потокового внесення різних компонентів у кормосуміші в процесі роздавання кормів, який повинен виконувати наступні технологічні операції: накопичення окремих об'ємних масивів компонентів; механізоване налаштування та вимикання технічного засобу для потокового внесення компонентів у кормосуміші; дозовану потокову подачу компонентів у кормосуміші в процесі роздавання кормів.

В ЗНДЦМТ розроблено експериментальний зразок обладнання для потокового внесення компонентів кормів в процесі їх роздавання [4].

Конструктивна особливість експериментального зразка. На бітерно-транспортний вузькогабаритний кормороздавач типу КТУ-10А встановлюється 2-х секційний бункер концкормів з активним робочим органом, який складається з двох частин – спірального шнеку та лопатевого барабану. Лопатевий барабан виконано з гвинтовою навивкою, напрям якої співпадає з напрямом навивки спірального шнеку. З'ємна перегородка в бункері концкормів розташована на межі з'єднання спірального шнеку та лопатевого барабану робочого органу. Вивантажувальні вікна (вікна дозування) в бункері розташовані: шибер – напроти спірального шнеку, поворотна заслінка – напроти лопатевого барабану з гвинтовою навивкою.

Технологічна особливість. Бункер концкормів забезпечено з'ємною перегородкою, яка поділяє його на дві частини, та двома вивантажувальними вікнами дозування з заслінками. Це і забезпечує технологічний процес потокового внесення одночасно 2-х компонентів концентрованих кормів з можливістю дозовано вносити компоненти у кормосуміші.

Дослідження експериментального зразка обладнання для потокового внесення компонентів кормів в процесі їх роздавання проводились на базі вузькогабаритного кормороздавача для визначення оптимальних конструкційно-технологічних параметрів на основі багатофакторного 3-рівневого стандартного плану експерименту Бокса-Бенкена.

За результатами експериментальних досліджень обладнання для потокового внесення компонентів кормів визначено, що продуктивність і рівномірність видачі компонентів сипких кормів в потоці складають від 0,3 до 3,5 кг/м при варіації (нерівномірності подачі компонентів) 4-11%.

Визначено оптимальні конструкційно-технологічні параметри обладнання для потокового внесення:

- параметри робочого органу: довжина – 1104 мм, зовнішній діаметр – 100 мм, крок гвинта – 100 мм, частота обертання – 60 об./хв.;

- розмір вікон дозування: одне напроти спірального шнеку – 200x40 мм, а друге напроти лопатевого барабану з гвинтовою навивкою – 555x40 мм [4].

Перевагою розроблюваного обладнання є те, що його можна встановити на серійний кормороздавач типа КТУ-10А, що забезпечить технологічний процес потокового внесення компонентів з можливістю рівномірно вносити компоненти у кормосуміш, а також мобільність, простота конструкції і невелика вартість.

Обладнання для потокового внесення компонентів кормів в процесі їх роздавання забезпечить зниження питомих витрат на приготування і роздавання кормів на 45%, час приготування кормосуміші – на 30%, собівартості виробництва молока – на 2,8%, питомої матеріаломісткості обладнання – з 430 кг/м<sup>3</sup> до 260 кг/м<sup>3</sup>.

#### Список використаних джерел

1. *Парієв А. О., Болтянський Б. В., Дереза О. О., Дереза С. В., Дробішев О. О., Коротченко Т. М.* Вибір раціонального енергетичного засобу для агрегування мобільного змішувача-кормороздавача. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 2. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tsst/wp-content/uploads/sites/6/naukovyj-visnyk-tdatu-2020-vypusk-10-tom-2.pdf>

2. *Шацький В. В., Мілько Д. О., Коломієць С. М., Семенцов В. І., Болтянський Б. В.* Якість змішування компонентів раціону – основа підвищення продуктивності тварин. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, Вип. 1, том 3. Мелітополь, ТДАТУ, 2011. С. 36-43.

3. *Boltianskyi B., Sklyar R., Boltyanska N., Boltianska L., Dereza S., Grigorenko S., Syrotyuk S., Jakubowski T.* The Process of Operation of a Mobile Straw Spreading Unit with a Rotating Finger Body-Experimental Research. Processes 2021, 9 (7), 1144.

4. *Парієв А. О., Дробішев О. О., Коротченко Т. М., Болтянський Б. В., Сиротюк С. В.* Експериментальний зразок обладнання для потокового внесення компонентів у кормосуміші. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 1. DOI: 10.31388/2220-8674-2021-1-15. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tsst/wp-content/uploads/sites/6/naukovyj-visnyk-tdatu-2021-vypusk-11-tom-1.pdf>

УДК 631.861

## ОСНОВНІ СПОСОБИ ПЕРЕРОБКИ ПЕРЕПЕЛИНОГО ПОСЛІДУ В ОРГАНІЧНЕ ДОБРИВО

*Комар А. С.*

*Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного*

Останніми роками городники та садівники обрали напрям переходу на органічне землеробство і відмови від використання мінеральних добрив. Повна відмова від застосування добрив неможлива, так як в процесі росту і розвитку рослини активно виносять з ґрунту поживні речовини, що в підсумку призводить до їх виснаження. Внесення ж мінеральних добрив дозволяє швидко заповнити втрати елементів живлення, але існують і негативні моменти. Наприклад, непомірне використання мінеральних солей неминуче призведе до засолення ґрунту. Також, азотні тукові суміші у формі нітратів і нітритів здатні накопичуватися в вегетативній масі та плодах рослин, що може привести до отруєння людини і сільськогосподарських тварин. З кожним роком перепільництво набуває все більшої популярності [1] демонструючи постійне зростання обсягів вирощування птиці. На сьогоднішній день в Україні налічується більше 5 млн. перепелів. В країні функціонують великі ферми, що налічують 150-200 тис. перепелів в одному господарстві. Виходячи з цього пропонуємо підживлювати сільськогосподарські культури застосуванням переробленого перепелиного посліду.

Дослідженням процесів переробки посліду присвячені роботи Борщевського П., Вальдмана А., Димиденка В. М., Сахацького М. Сахацької Т., Смирнова О. П., Ярошенка Ф. О. та інших [2]. В працях науковців розглянуто ряд гіпотез та досліджено безліч ідей, щодо переробки відходів птахівництва. Проте використання переробленого перепелиного посліду, в якості органічного добрива в сучасних тенденціях до вирощування та споживання екологічно чистої продукції в Україні є актуальною.

Організм перепела відрізняється активним ростом, в результаті чого при споживанні 1 кг корму на виході маємо стільки ж посліду [3]. Отже, на птахофермах з вирощування цих птахів, накопичується величезна кількість посліду, який можна придбати за доступною ціною. Цінність посліду як органічного добрива визначається вмістом насамперед таких речовин, як азот (1,3-1,7%), фосфор (0,6-0,9%  $P_2O_5$ ), калій (0,5-0,8%  $K_2O$ ). Одне з основних переваг перепелиного посліду – висока концентрація макро- та мікроелементів в легкозасвоюваній формі. Багато речовин посліду легко розкладаються під впливом світла, атмосферного повітря, вологи, ферментів і мікроорганізмів. Відмінним середовищем для розмноження і

життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів, які сприяють підвищенню родючості ґрунтів є компостований перепелиний послід. До недоліків посліду перепелів відноситься висока концентрація сечової кислоти, що здійснює токсичний вплив на ріст і розвиток рослин. Загальновідомо, що неприпустимо використання посліду будь-якої домашньої птиці в свіжому вигляді, тому використовують кілька основних способів переробки органічних добрив [2].

Компостування перепелиного посліду є найбільш поширеним способом підготовки органічних відходів до застосування. Компостування зазвичай проводять в пластикових, дерев'яних або металевих ємностях, а при наявності великої кількості органіки – в насипах або ямах. Приготування компосту за технологією передбачає пошарове укладання перепелиного посліду та іншої органіки (торф, тирса, листя, рослинні залишки). Свіжий послід та рослинні відходи укладають шарами по 20-30 см, зволожуючи в разі необхідності. Розкладання їх відбувається протягом 30-40 діб. Процес компостування маси передбачає механічне кількаразове перемішування, щоб отримати більш однорідну суміш. Правильно приготовлений компост не повинен виділяти сторонніх запахів (аміаку, гнилої трави тощо).

Найбільшої ефективності досягають при приготуванні компосту восени, за 1-1,5 місяці до передбачуваного внесення добрива. Дозрілий компост розкидають по ділянці, що потребує підживлення, після чого ґрунт необхідно перекопати.

Для прискорення компостування можна використовувати культури ефективних мікроорганізмів (ЕМ). Відповідно до інструкції по застосуванню, засіб розбавляють і додають в ємність при укладанні компосту. Препарати ЕМ не тільки прискорюють процес ферментації суміші, але і в достатній мірі підвищують її якість і ефективність.

Існує технологія отримання біогумусу на основі посліду птиці – вермикомпостування, яка полягає в переробці посліду за допомогою дощових черв'яків спеціальної червоної каліфорнійської породи. За десятки років селекції порода характеризується більшою плодючістю, пристосованістю до умов розведення, продуктивністю при переробці органіки. У процесі життєдіяльності черв'як поглинає величезні кількості ґрунту і повертає її у вигляді екскрементів, збагачених гуміновими кислотами, ферментами і корисними мікроорганізмами. Така земля може використовуватися для вирощування розсади, внесення при висадці, приготування рідких кореневих і позакореневих підживлень.

Вермикомпостування проводять в спеціальних цехах обладнаних технологічним устаткуванням, що забезпечує оптимальні параметри мікроклімату середовища (температура  $20 \pm 2,5$  °C, вологість маси компосту – не більше 70 %, рН –  $7,0 \pm 0,5$ ) для маткової вермикультури, яке вносять до компосту в кількості 30-50 екземплярів на 1 кг субстрату.

Вермикомпост готовий до використання через 2-3 місяців після закладки в субстрати культури каліфорнійського черв'яка.

Вермикомпост вважається одним з найбільш ефективних органічних добрив, однак, якщо порівнювати з отриманням компосту, його приготування вимагає великих зусиль: 1. Згодовувати свіжий послід черв'якам неприпустимо (спочатку необхідно приготувати компост); 2. Вирощування колонії гнойових черв'яків вимагає підготувати яму, глибиною від 1 до 1,5 метрів і шириною 1,5 метра (довжина довільна). Таку яму з середини обшивають дошками, заповнюють компостом та вносять культуру черв'яків. У процесі переробки необхідно стежити за вологістю компосту, а також періодично (за потребою) вносити корм для черв'яків.

Перепелиний послід можна використовувати у вигляді рідкої підгодівлі для рослин. Готується така підгодівля досить просто: свіжий послід укладають в ємність, куди додають воду у пропорції 50 / 50; отриману суміш ретельно перемішують і щільно закривають ємність кришкою; через 7-10 діб підгодівля перебродить і стане придатна до використання. Зброджений послід містить високу концентрацію діючих речовин, перед використанням таку рідину необхідно розбавити: для підживлення під корінь на відро води беруть 0,5-1 літрів суміші, а для проведення позакоренових обробок на 10 літрів води беруть 0,2-0,25 л суміші. Рідку підгодівлю вносять з розрахунку 0,3-0,8 кг на 1 м<sup>2</sup>.

Висушені, під дією високих температур та здрібнені в порошок органічні добрива на основі посліду відомі у продажу як «пудрет». В домашніх умовах приготувати «пудрет» важко і енерговитратно, так як для цього потрібне спеціальне устаткування і значні витрати палива. «Пудрет» не містить патогенних мікроорганізмів і насіння бур'янів, а також позбавлені токсичних речовин. Висушений перепелячий послід, з метою підвищення ефективності, рекомендується розводити з водою (у пропорції 0,05 кг на 1 м<sup>2</sup>). Внесення «пудрет» під перекопування витратно, але також ефективно (у пропорції 0,25 кг на 1 м<sup>2</sup>).

Останнім часом широкого поширення набули гранули з перепелиного посліду [4]. Таке органічне добриво має низку переваг перед конкурентами: 1) містить повний набір мінеральних речовин і мікроелементів; 2) відсутні нітрати, насіння бур'янів, хвороботворні бактерії; 3) сприяють відновленню структури гумусного шару ґрунту; 4) можливість внесення механізованим способом; 5) тривалий термін зберігання, втрачає мінімум поживних речовин у відкритій упаковці; 6) відсутній неприємний запах.

Переробляючи перепелиний послід в органічне добриво та застосовуючи в ґрунті землекористувачі та землеорендарі природнім шляхом відновлюють гумус, що в будь-якому випадку принесе прибуток у вигляді приросту врожаїв.

Список використаних джерел

1. Болтянський Б. В., Дереза С. В., Григоренко С. М. Досвід кафедри

«Технічні системи технологій тваринництва» з вирощування перепелів. Тваринництво сьогодні, №4. Київ, 2018. С. 38-45.

2. *Комар А. С.* Сучасні методи переробки пташиного посліду. Обуховські читання: Зб. тез ХVІ Міжн. наук.-практ. конф. К.: НУБіП, 2021. С. 104-108.

3. *Болтянська Л. О., Болтянський Б. В., Скляр Р. В., Григоренко С. М.* Обґрунтування оптимального раціону годівлі перепелів. Тваринництво сьогодні, №7. Київ, 2018. С. 38-42.

4. *Комар А. С.* Методика експериментальних досліджень установки для виготовлення пелет з перепелиного посліду. Науковий вісник ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 2. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tsst/wp-content/uploads/sites/6/naukovyj-visnyk-tdatu-2020-vypusk-10-tom-2.pdf>

УДК 631.3:636

## **ВИЗНАЧЕННЯ МУДРОЇ ТВАРИННИЦЬКОЇ ФЕРМИ**

*Ребенко В. І.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Постійний розвиток науки і техніки спричиняє зміну технологій виробництва тваринницької продукції. В умовах зменшення кількості ресурсів та необхідності збільшення обсягів виробництва надзвичайно гостро постає питання ефективності цього виробництва.

Історія розвитку техніки показує, що спочатку були прості ручні знаряддя, які полегшували важку людську роботу, поряд з тим широко застосовувалась більш продуктивна робота свійських тварин і використовувались машини з силовим приводом тварин. Поява інших джерел енергії спричинила різкий та інтенсивний розвиток різноманітної техніки, яка дозволяла суттєво підвищити продуктивність і якість виробництва продукції при одночасному зменшенні її собівартості. Застосування засобів автоматизації дозволило суттєво зменшити затрати людської праці, а з появою інформаційних систем майже повністю від неї відмовитись. Сучасні високотехнологічні інтелектуальні тваринницькі підприємства мають найвищу ефективність виробництва.

В таких умовах в світі і в Україні активно переходять на енергоощадні технології виробництва продукції тваринництва, які дають потрібну кількість і якість при зменшенні витрат ресурсів. Такі підприємства називають «розумними фермами» або «Smart-farms». Проте в дальній перспективі це вже будуть «мудрі ферми» (Wise-farms), які дозволять виробляти продукцію без втручання людини.

Згідно термінологічних визначень розум – це набір певних умінь, знань, навичок, здатність логічно мислити і аналізувати, а мудрість – це вміле застосування всієї сукупності знань, при цьому, можливість спиратися на власний досвід.

Отже застосувавши ці поняття, отримаємо наступне визначення для мудрої ферми – це підприємство, яке застосовує у виробництві найкращі технології, веде збір і аналіз даних як у виробництві так і у суміжних процесах, оперативно реагує на зміни, а також прогнозує перспективні дії для підтримання рівня ефективності виробництва або його покращення в певних умовах.

Для цього будуть широко застосовуватись потужні інформаційні системи, високоефективні та продуктивні машин і обладнання та різноманітні джерела енергії і ресурсів. Людині на цьому підприємстві відводиться роль спостерігача або оператора-контролера чи наладчика.

Збір даних та їх обробка на багатьох фермах проводиться вже зараз, проте ще немає ефективних алгоритмів прийняття рішень, і цю роботу виконує людина, прогножуючи необхідні дії та зміни. Поява таких алгоритмів і їх застосування на виробництві дозволить називати таку ферму «мудрою».

УДК 631.223.2:628.1

## **ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА ЧЕРЕЗ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ**

*<sup>1</sup>Серебрякова Н. Г., <sup>2</sup>Скляр Р. В., <sup>2</sup>Болтянська Н. І.*

*<sup>1</sup>Білоруський державний аграрний технічний університет*

*<sup>2</sup>Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного*

Найгострішою економічною проблемою в тваринництві продовжує залишатися низька конкурентоспроможність вітчизняної продукції, обумовлена високими витратами ресурсів - кормів, робочого часу, енергії на отримання продукції, обслуговування тварин, низькими показниками продуктивності і відтворення стада, технічного оснащення ферм і застосування сучасних ресурсозберігаючих технологій. Стає все більш очевидним, що традиційні методи ведення господарства, застосування високозатратних, енергоємних технологій, застарілих моделей машин, недосконалого обладнання, неефективних форм організації праці не можуть забезпечити отримання конкурентоспроможної продукції. В ринкових умовах інноваційна стратегія стає найважливішим фактором «виживання»



[1, 2]. Ефективність виробництва продукції тваринництва характеризується кінцевими результатами - чистим доходом, рівнем рентабельності, термінами окупності інвестицій і залежить від двох чинників: зовнішнього ринку потреби продукції, ціни її реалізації, ціни на споживані в галузі ресурси, машин, комбікормів тощо; використання вітчизняних досягнень науково-технічного прогресу, генетичного потенціалу, системи годівлі, управління технологічними процесами та ін.

В останні роки в багатьох регіонах модернізуються діючі і будуються нові ферми і тваринницькі комплекси. У них застосовуються ресурсозберігаючі доїльні установки, безприв'язне утримання корів, їх годівля збалансованими кормовими сумішами, мобільні роздавачі-змішувачі, холодний метод утримання телят в індивідуальних будиночках, природна вентиляція приміщень через коникову щілину. Аналіз автоматизованих технологій обслуговування тварин і об'єктів автоматизації в тваринництві дозволив встановити, що перспективним напрямком є створення систем управління, побудованих за модульним принципом з метою універсалізації та уніфікації засобів автоматизації і можливості їх гнучкого нарощування. Встановлено, що стан вітчизняного машинного доїння різко відстав від ряду провідних зарубіжних фірм, де процеси машинного доїння і годівлі досягли практично повної автоматизації, починаючи з автоматичної індивідуальної годівлі тварин із застосуванням універсальних керуючих мікро-ЕОМ [3].

Відомо, що рівень реалізації біологічного потенціалу тварини залежить від раціональної оснащеності ферм сучасними технічними засобами контролю і керування технологічними процесами. Впровадження автоматизованих систем керування технологічними процесами в тваринництві дозволяє підвищити продуктивність праці в 1,2-2 рази, знизити енерговитрати на 30-40%, збільшити продуктивність тварин до 20%, істотно поліпшити умови праці тваринників.

Однак Україна поступається західним фірмам за рівнем трудоємності виробництва основних продуктів тваринництва в 6-15 разів, по енергоємності технічних засобів у тваринництві в 2,5-3 рази. Докорінна перебудова технологій і технічне переозброєння ферм на основі досконалої техніки, а також засобів автоматизації дозволить знизити витрати праці, енергії, кормів та інших ресурсів. Існуючі методи і технічні засоби реалізації цього завдання недостатньо ефективні. Тому розробка і вдосконалення технічних засобів для контролю і управління технологічними процесами при індивідуальному обслуговуванні тварин на молочних фермах і комплексах є актуальним завданням і має важливе народногосподарське значення.

У розвинених країнах світу розвиток інтенсивного і ефективного сільськогосподарського виробництва забезпечується сьогодні як за допомогою впровадження нових технологічних процесів виробництва, так і

за рахунок поліпшення інформаційно-технологічної бази при керуванні цими процесами. Як правило, основним фактором ефективності сільськогосподарського виробництва є сучасні інформаційні технології. Базовими елементами нових інформаційних технологій є комп'ютерні програми. У цих програмах відображаються у вигляді математичних моделей і методів обробки інформації передові сучасні методики виробництва сільськогосподарської продукції, а також знання провідних фахівців і вчених відповідних галузей сільського господарства. Такі економічні показники як прибуток, рівень рентабельності виробництва дозволяють проводити оцінку ефективності окремо взятої сільськогосподарської галузі в умовах ринкової економіки. У максимальному збільшенні цих показників і полягає кінцева мета впровадження нових інформаційних технологій.

Рішення різноманітних завдань, пов'язаних з визначенням техніко-економічних показників виробництва продукції тваринництва на фермах ВРХ при різному виборі технологій, будівель, споруд, обладнання, технічних засобів та ін. з наявних ресурсів або пропонованих сучасним агропромисловим ринком, вимагає виконання дуже великої обчислювальної роботи і, практично, нездійсненно без застосування обчислювальної техніки.

#### Список використаних джерел

1. *Podashevskaya E.* Areas of application of nanotechnologies in animal husbandry. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі. ТДАТУ, 2020. С. 357–361. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tsst/wp-content/uploads/sites/6/podashevskaya-2020.pdf>
2. *Boltianska N., Skliar R., Skliar O.* Measures to improve energy efficiency of agricultural production. Abstracts of XIII International Scientific and Practical Conference. «Social function of science, teaching and learning». Bordeaux, France. 2020. Pp. 478-480.
3. *Serebryakova N.* Areas of energy conservation in animal feed production of Ukraine. Сб. научн. ст. Межд. научно-практ. конф. (Минск, 26–27 ноября 2020 года) Минск: БГАТУ, 2020. С. 276-278.

УДК 631.332

## **ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА ТВАРИННИЦЬКИХ ФЕРМАХ**

*<sup>1</sup>Скляр О. Г., <sup>1</sup>Болтянська Н. І., <sup>2</sup>Непарко Т. А.*

*<sup>1</sup>Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного*

*<sup>2</sup>Білоруський державний аграрний технічний університет*

Однією з причин, що стримують розвиток тваринництва інноваційним шляхом, є відсутність в країні перспективної програми технічного і технологічного оснащення, програми створення і виробництва техніки, програми розвитку спеціалізованого машинобудування для тваринництва і кормовиробництва. В Україні не функціонують спеціалізовані заводи з випуску інноваційної техніки, зруйнована база ремонту і технічного сервісу і система підготовки інженерних кадрів для тваринництва. Обласні і регіональні органи управління аграрного сектору не здійснюють технічну політику в області механізації і автоматизації тваринництва. Відновлення і розвиток вітчизняної бази сільгоспмашинобудування для тваринництва має здійснюватися на основі перспективної програми механізації та автоматизації галузі, що включає перспективні ресурсозберігаючі технології виробництва продукції і технології виконання процесів і операцій [1, 2].

Підвищення ефективності виробництва молока можливе не тільки за рахунок посилення технічної оснащеності ферм комплектами машин, але і за рахунок вдосконалення технології та організації виробництва: збільшення питомої ваги ферм з безприв'язним утриманням тварин до 30-35% поголів'я, як найбільш ефективного способу утримання тварин; розширення обсягів доїння корів в доїльних залах зі станками «Ялинка», «Тандем», «Паралель», «Карусель» до 35-40 %; застосування багатофункціональних роздавачів-змішувачів кормів, багатофункціональних фронтальних навантажувачів, що забезпечують відсікання кормів від моноліту і навантаження їх в мобільні кормороздавачі, самохідних агрегатів багатофункціонального призначення, що здійснюють навантаження, доподрібнення, змішування і роздавання кормів, а також комплектів машин і обладнання для утримання і обслуговування телят у віці до 3-4 місяців, що включають технічні засоби для приготування, випоювання заміном незбираного молока і видачі концентратної підгодівлі і стеблових кормів; модернізації діючої техніки на основі застосування нових вузлів і агрегатів, систем автоматизації, яка дозволить не тільки підвищити терміни використання діючих машин і установок, а й на якісно новий рівень підняти їх техніко-економічні параметри: надійність,

продуктивність, питомі витрати енергії і інших ресурсів, поліпшити умови праці працівників ферм.

На фермах України більше 80% корів утримується на прив'язі. Такий спосіб утримання вимагає від працівників ферм великих витрат фізичної праці. Відсутність техніки для дозованої годівлі корів обумовлюють високі витрати корму на виробництво молока. Умови утримання корів не забезпечують їх тривалого використання [3].

Застосування раціонального способу утримання великої рогатої худоби і використання відповідної технології годівлі при безприв'язному утриманні є основною умовою отримання високої продуктивності і якості продукції. Дослідження показують, що годівля корів концентратами з кормових станцій до або після доїння в біологічному відношенні є найбільш раціональним, оскільки досягається рівномірне надходження поживних речовин. Автоматизована станція індивідуальної годівлі складається з станка з годівницею, оперативного бункера з датчиком рівня, дозатора комбікорму, системи ідентифікації тварин, «контролера», що керує процесом годівлі, і пристрою зважування корів. При вході тварини в станок станції сигнал від датчика індивідуального номера, розташованого на шийі, через «контролер» поступає на пульт керування, який автоматично вмикає в роботу дозатор індивідуальних порцій. Після цього здійснюється видача корму в годівницю у вигляді елементарних порцій вагою 80...200 г через кожні 13 с. Разова доза корму не більше 1 кг. Потім дозатор автоматично вимикається. Вимикання дозатора відбудеться також у разі самостійного передчасного виходу тварини з станції. Наступну разову дозу, за аналогією з описаним процесом, тварина конкретного індивідуального номера може отримати після закінчення встановленого проміжку часу, достатнього для повного перетравлення корму, що потрапив до шлунку. Асиміляція корму йде постійно малими порціями і в результаті підвищується засвоюваність поживних речовин і збільшується молочна продуктивність. Завантаження і підвантаження кормом оперативної ємності дозатора індивідуальних порцій в процесі роботи здійснюється автоматично [4].

Автоматична лінія годівлі при прив'язному утриманні це нове слово в молочному тваринництві. Абсолютно природно, що при ручному роздаванні кількість корму усереднюється так, що тварини з високим середньодобовим надоєм отримують недостатню його кількість, а з низьким – отримують надлишок. Обидва показники несприятливо впливають на здоров'я тварин і є однією з причин зниження надою. Автоматична лінія годівлі, завдяки виключенню людського чинника, дозволяє проводити дозування корму з точністю до грама. Застосування індивідуальних автоматизованих годівниць може забезпечити в процесі доїння індивідуальне згодовування комбікорму пропорційно кожному видоєного літру молока (зростання продуктивності на 8–10%).

Забезпечення мікроклімату в тваринницьких приміщеннях повинне ґрунтуватися на: застосуванні вискоєфективних технічних засобів на базі мікропроцесорної техніки; реалізації принципу енергоефективності на основі застосування регульованого повітрообміну, використання біологічного тепла тварин; кондиціонуванні, очищенні, дезодорації, санації повітря; захисті навколишнього середовища від забруднення вентиляційними викидами.

На фермах з виробництва молока виявлені особливості функціонування окремих систем мікроклімату, таких як відсутність обігріву, механічної вентиляції, конденсатоутворення і ін., їх переваги та недоліки, дані кількісні оцінки основних параметрів, що дозволяють приймати рішення про їх застосовності та ефективності в конкретних умовах.

Шляхом аналізу даних натурних вимірювань стану мікроклімату ряду приміщень діючих ферм, підкріплених відповідними розрахунками, встановлено: істотний вплив на всі показники мікроклімату розглянутих приміщень, величини їх питомого обсягу, приміщення з питомим об'ємом 30...50 м<sup>3</sup>/голову більш холодостійкі, в них можна зберігати температуру 0°C при зовнішніх температурах до -22...-24°C, в той час як в приміщеннях з об'ємом 90...100 м<sup>3</sup>/голову тільки до -12°C; найбільш раціональним з точок зору величини повітрообміну, теплозахисних якостей, цілісності конструкції є пристрій поздовжнього огороження з підвіконною частиною заввишки 1200...1400 мм і повітрообмінним отвором висотою не менше 1100 мм, теплоізоляційні властивості покриття приміщення найбільш значимі, тепловий потік розсіювання в них повинен бути не більше 35...40 Вт/м<sup>2</sup>, що дозволить виключити можливе інтенсивне конденсатоутворення, намерзання льоду, травмування людей і тварин; параметри коникових конструкцій приміщень доцільно вибирати з наявного типорозмірного ряду, а регулювання повітряних каналів коників здійснювати стисненням повітрям.

В існуючих технологіях і технічних засобах збирання гною з приміщень та підготовки органічних добрив не розв'язано такі актуальні питання: ліквідація втрат при транспортуванні гною до місця переробки; механізація трудомістких операцій з очищення стійл і внесення підстилки; усунення розведення гною атмосферними опадами при зберіганні через відсутність достатнього обсягу закритих сховищ; підготовка гною до використання в якості екологічно чистого органічного добрива; приготування органо-мінеральних добрив зі збалансованим складом поживних речовин. При цьому технології і технічні рішення, що застосовуються, є енерго-та ресурсовитратними, металоємними і ненадійними в експлуатації, тому гостро стоїть проблема створення енерго-ресурсозберігаючих технологій і комплектів технічних засобів, що

забезпечують максимальне використання ресурсів гною (як добрива) і захист довкілля.

Список використаних джерел

1. *Комар А. С.* Визначення заходів з підвищення енергоефективності сільськогосподарського виробництва. WayScience. Дніпро, 2020. Т.1. С. 118-121.
2. *Podashevskaya E.* Areas of application of nanotechnologies in animal husbandry. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі. ТДАТУ, 2020. С. 357–361. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/podashevskaya-2020.pdf>
3. *Skliar R.* Directions of increasing the efficiency of energy use in livestock. Current issues of science and education. Abstracts of XIV International Scientific and Practical Conference. Rome, Italy 2021. P. 171-176.
4. *Manita I. Y., Komar A. S.* The influence of technological characteristics of the udder of cows on suitability for machine milking. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 1. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/naukovyj-visnyk-tdatu-2021-vypusk-11-tom-1.pdf>

УДК 628.35

## НАПРЯМКИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ТВАРИННИЦТВІ

*Скляр О. Г., Скляр Р. В., Болтянська Н. І.*  
*Таврійський державний агротехнологічний університет*  
*імені Дмитра Моторного*

В даний час зростаючий дефіцит сільськогосподарських машин та низький рівень їх технічної готовності в поєднанні з подорожчанням палива і мастильних матеріалів привів до того, що площі посівів і поголів'я худоби незмінно скорочуються. Без організації товарного виробництва на базі енергоресурсозбереження не може бути стабільного вітчизняного ринку продовольства, зорієнтованого на масового споживача [1, 2].

Напрямки використання енергетичних ресурсів в тваринництві включають в себе [1]: кормовиробництво; приготування і роздавання кормів; мікроклімат тваринницьких приміщень ферм і комплексів; водопостачання ферм; видалення і переробку гною; процеси доїння корів і первинної обробки молока.

*Кормовиробництво.* У структурі повних енерговитрат для різних видів тварин і птиці на частку кормів припадає 58...92%. У грошовому

вираженні частка витрат на них також становить більше половини вартості тваринницької продукції.

**Зелена маса.** Ефективність використання зеленої маси на пасовищі істотно підвищується при застосуванні електричної огорожі, яка не тільки полегшує працю людей, а й змушує тварин повністю поїдати траву на обгородженій ділянці.

**Сіно.** Технологія заготівлі сіна в подрібненому вигляді при польовому сушінні дозволяє знизити сукупні витрати енергії в 1,2-1,5 рази в порівнянні з технологіями заготівлі розсипного і пресованого сіна.

**Силос.** Прибирання рослин з невисокою вологістю знижує витрати енергії на привід машин, транспортування, навантаження та інші операції (до 20 кг / га). Внесення хімічних консервантів і біологічних заквасок при будь-якому способі закладки кормів дає суттєвий енергетичний ефект.

*Приготування та роздавання кормів.* Енерговитрати на підготовку кормів до згодовування складають 20-30% від загальних енерговитрат на корми. Отримання кормових брикетів пресуванням солом'яної різки з іншими компонентами вимагає на 40-45% менше енерговитрат, ніж при гранулюванні.

В даний час все більше застосування знаходять малогабаритні установки та комплекти обладнання, в тому числі пересувні і самохідні, для приготування комбікормів. Через зменшення поголів'я худоби актуальним є застосування сучасних мобільних подрібнювачів-змішувачів-роздавачів кормів, здатних обслуговувати до 1000 голів за зміну.

У напрямку формування енергозберігаючих технологій виробництва та приготування кормів, що дозволяють підвищити енергетичну ефективність тваринницької галузі в цілому можна назвати наступні шляхи: раціональне розміщення тваринницьких підприємств та об'єктів кормовиробництва з метою зниження витрат на транспортування кормів; застосування економічних машин і агрегатів, а також енергозберігаючих прийомів для механізації технологічних процесів при виробництві та приготуванні кормів; приготування повноцінних кормових раціонів на основі менш енерговитратних кормів; селекційна і племенна робота в напрямку підвищення продуктивності тварин, а саме зменшення витрат корму на одиницю продукції; орієнтація тваринницької галузі на виробництво менш енерговитратних видів продукції, що мають більш високий коефіцієнт біоконверсії [3].

*Мікроклімат тваринницьких приміщень ферм і комплексів.* Велике практичне значення для економії енергії на створення мікроклімату можуть мати такі технології, процеси та заходи:

1. Малоенергоємні технології утримання тварин, такі як: холодний спосіб утримання високопродуктивних дійних корів; вирощування молодняка ВРХ раннього віку в індивідуальних будиночках, павільйонах і секційних приміщеннях; утримання відгодівельного поголів'я свиней на

незмінюваній підстилці; цілорічне табірної-пасовищне утримання худоби м'ясних порід тощо.

2. Удосконалення систем вентиляції та їх елементів з метою зниження витрати теплової та електричної енергії.

3. Застосування для обігріву приміщень високоефективних теплових генераторів з ККД, близьким до 100%. Перспективними є інфрачервоні системи опалення з газовими тепловими трубами-випромінювачами або інфрачервоними електричними панелями-випромінювачами. Також використання рекуперативних теплообмінників.

4. Переобладнання невеликих котелень, котлів-водонагрівачів на місцеві, поновлювані види палива, такі як: дрова, відходи деревини, солома, торф, біопаливо [4] тощо.

5. Зниження витрат електроенергії на освітлення виробничих, побутових та адміністративних приміщень шляхом застосування енергозберігаючих світильників.

*Водопостачання ферм.* Зниження енерговитрат на водопостачання тваринницьких ферм може бути досягнуто за рахунок реалізації наступних заходів: раціоналізації водопровідних мереж з метою надійного безперервного водопостачання; використання малоенергоємних насосів і пристроїв для підтримки напору; застосування систем гноєвидалення, що не вимагають великої витрати води; застосування альтернативних джерел енергії для підйому води; використання надійних і економічних напувалок з мінімальними втратами на розлив, гру тварин тощо.

Таблиця 1

Питомі енерговитрати при різних технологіях збирання і видалення гною при відгодівлі ВРХ, що припадають на 1 т приросту маси

Технологія	Витрати праці, люд.- год./т	Витрати енергоносіїв	
		електро енергія, кВт·год.	ПММ, кг
1. Самопливна система періодичної дії (утримання на решітчастих підлогах)	31,7	145	352
2. Механічна система за допомогою скребкового транспортера ТСН-2Б (прив'язне утримання)	72	90	59
3. Механічна система за допомогою бульдозера (безприв'язне утримання на періодично змінюваній підстилці)	12	—	66



*Видалення і переробка гною.* Прибирання гною з приміщень та транспортування його в гноєсховище – дуже енергоємні процеси (від 30 до 50% загальних енерговитрат на фермах) (таблиця 1).

Витрата електроенергії, що припадає на 1 т живої маси, за цикл вирощування при клітковому утриманні бройлерів на 30-35% більше, ніж при підлоговому. Застосування в новому клітковому обладнанні стрічкового транспортера дозволяє на 30-40% здешевити цей процес [4]. До 300 кг ум. п. на кожну тонну виробленого продукту дозволяє економити технологія переробки пташиного посліду в органіно-мінеральне добриво.

*Процес доїння корів і первинної обробки молока.* Хорошим прикладом енергозбереження є утилізація теплової енергії надоеного молока в сучасних теплохолодильних агрегатах, які забезпечують не тільки охолодження молока, але і підігрів води для технічних потреб ферми. Правильне використання пластинчастих охолоджувачів забезпечує одночасне збереження властивостей молока і підігрів води для напування тварин.

Окрім вище зазначених напрямків все більше отримують розповсюдження і наступні: використання відходів птахівництва і тваринництва для виробництва теплової та електричної енергії; застосування сонячних батарей, які можуть бути розташовані стаціонарно на даху, або під кутом, з відслідковуванням зміни положення сонця, для підвищення ККД використання сонячної енергії.

Список використаних джерел

1. *Болтянський Б. В.* Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник. К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.

2. *Skliar R.* Measures to improve energy efficiency of agricultural production. Abstracts of XIII International Scientific and Practical Conference. «Social function of science, teaching and learning». Bordeaux, France. 2020. P. 478-480.

3. *Skliar O. G.* Substrate management in biogas plants. Молодь і технічний прогрес в АПК: Мат. Міжнародної науково-практичної конференції. Том 2. Інноваційні розробки в аграрній сфері. Харків: ХНТУСГ. 2021. С. 260-262.

4. *Skliar R.* Directions of increasing the efficiency of energy use in livestock. Current issues of science and education. Abstracts of XIV International Scientific and Practical Conference. Rome, Italy 2021. P. 171-176.

УДК 631.171

## НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИДАЛЕННЯ ТА УТЕЛІЗАЦІЇ ГНОЮ

*Сухоручкін І. І., Ачкевич О. М.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Свинарство для України поряд з молочно-м'ясним скотарством – традиційна галузь тваринництва. У загальній структурі виробництва м'яса по всіх категоріях господарств свинина займає друге місце (35,8%) після яловичини і телятини.

Одна з головних задач у розвитку свинарства – підвищення його ефективності. При цьому особливого значення набуває впровадження прогресивних технологічних засобів, а на їх основі – поточкових технологічних ліній на свинофермах.

Набуває актуальності питання присвячені комплексній механізації поточкових технологічних ліній на свиновідгодівельній фермі, особливо лініям видалення гною. Адже відходи свинарства шкідливо впливають на глобальне потепління і атмосферні опади. Це одне із основних питань, які необхідно терміново вирішувати. Їх вплив на глобальне потепління відбувається через утворення парникових газів двоокиси вуглецю і метану. Гній може сприяти азотним опадам, оскільки із відстійників в атмосферу виділяється аміак.

Для утилізації гнойових стоків необхідно створювати замкнуті екологічні системи, які дозволять рециркулювати відходи тваринництва в родючість ґрунту, інтенсифікувати рослинництво (корм для свиней) і зберегти навколишнє середовище від забруднення. У цьому відношенні перспективними моделями свинарських підприємств можуть бути комплекси потужністю 54 тис. свиней на рік. Основні системи видалення гною, що використовуються в свинарстві, – утримання на щільних підлогах, видалення гною самосплавом або дельта-скрепером.

У світовій практиці все частіше використовують технологію анаеробного зброджування. Як правило, в біогазових установках переробляється гній свиней і корів, послід птахів, рослинні відходи, осади стічних вод, відходи цехів забою тварин (біологічні відходи). Використання методу біогазу допомагає вирішити агрохімічні, екологічні, соціальні та екологічні проблеми: економляться кошти на мінеральні добрива; зменшуються неприємні запахи навколо ферми; знижується навантаження гербіцидів на ґрунти; появляється додаткова плюсова енергетична складова на підприємстві.

Використання на свинофермі біогазової установки піднімає питання збирання та транспортування гною. На основі аналізу існуючих технологій

завантаження та видалення з приміщень напіврідкого гною, запропонована конструкція експериментального насоса зі змінним кроком і діаметром шнека.

Насос призначений для тваринницьких ферм та комплексів, які мають декілька гноєзбірників. Робочий орган насоса являє собою спеціальний гвинт. Для найкращого забору вантажу і зниження початкових опорів, він виконаний з нарощуванням кроком і поступово зменшуваним діаметром. Дана ціль модернізації досягається шляхом установки в корпусі насоса перед основним гвинтом додаткового гвинта з поступово зменшеним кроком і поступово наростаючим діаметром до низу, а саме до основи прийомника вантажу.

При роботі гній через приймальні вікна поступає на допоміжний і основний гвинти, а потім під тиском, який створюється ними подається через напірний патрубок до споживача. Робота гвинтового насоса складається із трьох нерозривно пов'язаних і узгоджених між собою основних процесів: завантаження і підбору, транспортування і розвантаження.

Впровадження даного технічного рішення забезпечить повну механізацію потокових технологічних процесів на свиновідгодівельній фермі. Застосування в лінії видалення і утилізації гною експериментального насосу-завантажувача дає змогу: підвищити продуктивність, надійність лінії; повністю механізувати процес перекачування і завантаження гною.

УДК 662.763

## **ПІДВИЩЕННЯ ВИХОДУ БІОГАЗУ ПРИ ЗБРОДЖУВАННІ ГНОЮ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ З ВІДХОДАМИ ВИНОРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ В БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ**

*Поліщук В. М.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Як відомо, гній ВРХ часто використовується для отримання біогазу, з якого виробляється електрична і теплова енергія. Однак, внаслідок наявності в гної великої кількості сирової клітковини, вихід біогазу при його зброджуванні відносно низький. Тому актуальним завданням є підвищення виходу біогазу з гною ВРХ за рахунок використання різних стимулюючих добавок. Якщо ж така стимулююча добавка є відходом виробництва, при цьому вирішується завдання її утилізації, тим самим поліпшується екологічна ситуація в регіоні.

З метою підвищення виходу біогазу на даний час широко

практикується спільне зброджування гною ВРХ з силосом кукурудзи. Разом з тим, дану сировину можна використовувати як корм для тварин і продукти харчування для людини. Тому для підвищення виходу біогазу з гною ВРХ доцільно використовувати більш дешеву сировину, що стимулює вихід біогазу – відходи виробництв, які необхідно утилізувати з мінімальними витратами, покращуючи при цьому екологію. Однією із таких стимулюючих добавок можуть слугувати відходи виноробства.

Для проведення дослідження використовувалась лабораторна біогазова установка метантенком корисним об'ємом 30 л, і мокрим газгольдером. Завантаження метантенка субстратом періодичне. Обігрів метантенка здійснювався за допомогою водяної сорочки з електронагрівачем. Вихід біогазу фіксувався за шкалою, відградуваною в сантиметрах, нанесеною на циліндр-рівнемір газгольдера.

Для проведення дослідів з додаванням стічних вод виноробних виробництв (СВВВ) субстрат готувався шляхом додавання до водопровідної води подрібнених виноградних гребенів в співвідношенні 10:1. В ході досліджень частина води в субстраті була замінена стічними водами виноробних виробництв, як показано в табл. 1.

Метантенк завантажувався субстратом наполовину (коефіцієнт завантаження – 0,5). При додаванні нової порції субстрату переброджений субстрат змінювався наполовину (коефіцієнт спорожнення – 0,5). Тобто, при новому завантаженні в метантенк додавалося 7,5 кг субстрату. Як субстрат використовувався гній ВРХ (тверда фракція), зібраний на пасовищі, з його відносною вологістю 84%. У метантенк завантажувалося 3 кг гною, розведеного 4,5 кг рідини (води або її суміші з СВВВ). Температура бродіння становила 40°C.

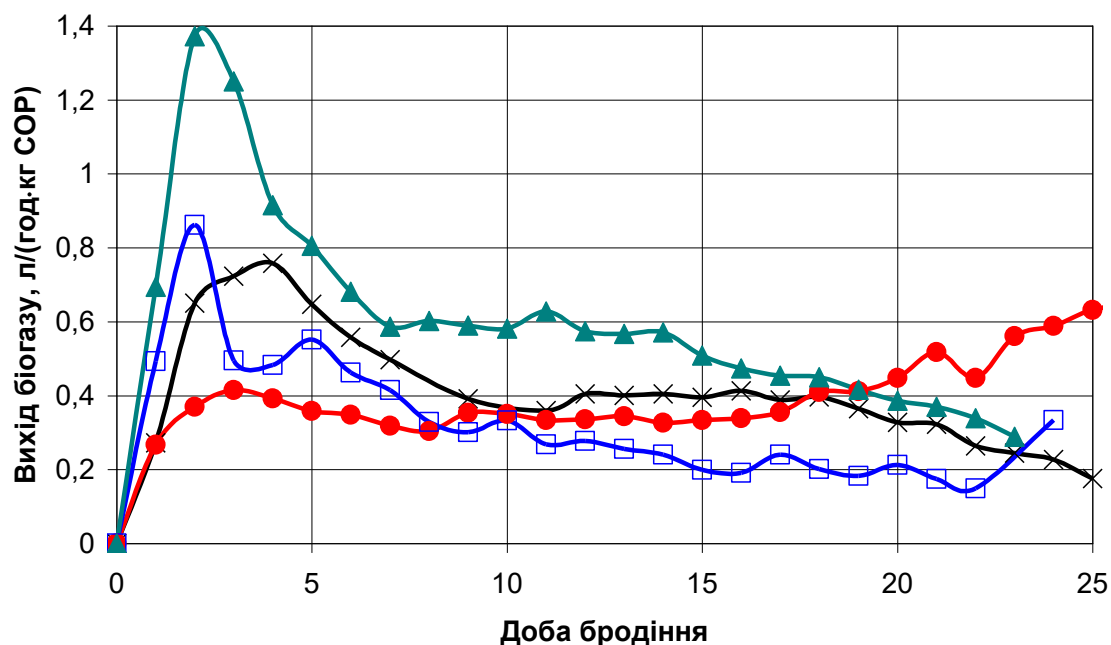
На рис. 1 представлені результати досліджень, які свідчать, що при зброджуванні гною великої рогатої худоби та заміною частини води в субстраті 2% СВВВ, динаміка зброджування аналогічна сбраживанню чистого гною ВРХ. У цьому випадку вихід біогазу поступово зростає в часі, а потім так само поступово спадає. Збільшення вмісту СВВВ в субстраті до 6,5% і більше дещо змінює динаміку зброджування субстрату. Вихід біогазу з часом різко зростає, а після досягнення максимуму так само різко падає. При незначному вмісті СВВВ в субстраті спостерігається діауксія, яка чітко виражена, тоді як при збільшенні вмісту стоків в субстраті стає ледь помітною.

Із рис. 1 встановлено, що максимальний вихід біогазу при 2% заміні води на СВВВ в субстраті становить 0,415 л/(год.· кг СОР), 6,5% – 0,862 л/(год.· кг СОР), 13% – 1,372 л/(год.· кг СОР). Вміст метану в біогазі становив 66%.

Таблиця 1

Склад субстрату при дослідженні впливу стічних вод виноробних виробництв на вихід біогазу при метановому сбраживанні гною ВРХ

Показник	Номер досліджу			
	1	2	3	4
Гній ВРХ, кг	3	3	3	3
Волога, кг, в котрій:				
Вода, кг	4,5	4,5	4,5	4,5
СВВВ, кг (%)	0 (0)	0,15 (2)	0,5 (6,5)	1 (13)
Вміст СОР в субстраті, кг (%)	0,46 (5,44)	0,40 (5,34)	0,41 (5,47)	0,42 (5,65)



Вміст стоків виноробних виробництв в субстраті, %: × 0 —●— 2 —□— 6,5 —▲— 13

Рис. 1. Динаміка виходу біогазу при зброджуванні гною великої рогатої худоби з додаванням стічних вод виноробних виробництв при температурі бродіння 40°C

При зброджуванні гною з ферми на 1000 голів ВРХ (з них 500 дійних корів) добовий вихід біогазу становитиме 10,6 тис. м<sup>3</sup>. При цьому термін окупності біогазової установки потужністю 2,3 МВт у складі двох метантенків об'ємом по 2500 м<sup>3</sup> (один з яких виступає в ролі доброджувача, де виробляється до 20% біогазу) при ціні електроенергії, отриманої з біогазу по "зеленому" тарифу, 0,157 \$/кВт·год., становить 10 років. При утилізації відходів виноробних виробництв шляхом їх метанового зброджування спільно з гноєм ВРХ з ферми на 1000 голів ВРХ добовий вихід біогазу збільшиться до 20,5 тис. м<sup>3</sup>. При цьому термін окупності біогазової установки потужністю 4,4 МВт при використанні «зеленого» тарифу скоротиться до 6,5 років.

УДК 636.4.09.033: 636.083.3

## **ФОРМУВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННІ ДЛЯ УТРИМАННЯ ТВАРИН ТА ПТИЦІ ЗА ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ПОКРІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ**

*Заболотько О. О., Жарий І. Я.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Постанова проблеми. Оптимальний мікроклімат протягом року у приміщенні забезпечує комфорт та максимальну продуктивність тварин і птиці.

Покрівельний матеріал даху приміщення для тварин та птиці є з одних конструктивних елементів, який впливає на мікроклімат в приміщенні, саме через поверхню даху будівля найбільше нагрівається влітку і водночас втрачає тепло взимку. Разом з тим, утворення конденсату на внутрішній поверхні покрівельного матеріалу приводить до зростання вологості в приміщення. Останнє впливає на надійність обладнання, через корозію та агресивне середовище, що утворюється в приміщенні в поєднання з випаровуванням від посліду та гною.

Тому, теплоізолюючі властивості покрівельного матеріалу даху мають велике значення при створенні стабільного мікроклімату у приміщенні, експлуатаційну тривалість роботи обладнання та машин у приміщенні для утримання тварин і птиці.

Аналіз останніх досліджень. Теплові характеристики в приміщенні, залежать від багатьох факторів. Одним з таких факторів [1-3], є забезпечення умов енергозбереження при експлуатації приміщення: тепловтрати через стіни складають – 30 - 40% від загальних тепловтрат, через вікна – 30 - 35%, дахові перекриття – 30 - 45% і через технологічні двері та тамбур приміщення – 5 - 8%.

Мінвата – кращий утеплювач для даху, вона має високу еластичність, між базальтовими волокнами існує повітря, коефіцієнт теплопровідності (0,030-0,045 Вт/м<sup>2</sup>·К). Волокнистий матеріал робить перегородку «дихаючим матеріалом». Однак, для забезпечення можливості вільного виходу водяної пари з приміщення за межі бар'єру, щоб не приводити до накопичення вологи внутрішні моноліту плити, для цієї мети на кроквах повинна бути встановлена висока паропроникна мембрана. Мінеральна вата має клас вогнестійкості (клас А1 або А2) це буде протипожежний бар'єр і захистить ферму в разі пожежі. Згідно з правилами, що діють з 2014 року, коефіцієнт теплопередачі U для даху не може перевищувати 0,20 Вт/м<sup>2</sup>·К). Для задоволення цих вимог загальна товщина ізоляції між покрівельним матеріалом і кроквами повинна становити 19-25 см – в залежності від теплових параметрів мінеральної вати [2].

В оптимізованій, інноваційній енергосистемі, яка працює на принципах синергії елементів конструкції та інженерних систем, велике значення має взаємодія окремих підсистем мікроклімату [4]. При розгляді приміщення як комплексну систему, то на стадії проектування треба передбачати важливі параметри: використані будівельні матеріали та технології. Одна з таких це - технологій «сухого будівництва» з використанням плитних та теплоізоляційних матеріалів [5], використання сучасних будівельних матеріалів (вакуумних ізоляційних панелей, гіпсокартонних плит з енергоакумуючими добавками РСМ (Phase changing material), цементних плит «Аквапанель») для будівництва енергоефективних приміщень [5].

На деяких об'єктах експлуатаційні витрати на системи формування мікроклімату можуть досягати 60% від загальних витрат. критерію оцінки енергоефективності систем вентиляції та кондиціонування повітря (СВ і СКП), який відповідав би сучасним світовим тенденціям та враховував взаємозв'язок між схемою повітророзподілення, розташуванням джерел шкідливостей, конструктивних особливостей приміщення, тепло-повітряних процесів та асиміляції CO<sub>2</sub> від присутніх в приміщенні тварин та птиці, інших шкідливостей.

Дослідження, проведені EURIMA (Європейською Асоціацією виробників ізоляційних матеріалів) у різних куточках Європи, переконливо показали, що забруднення навколишнього середовища можна уникнути, розвиваючи технологію ізоляційних процесів. У Європі загальна кількість викидів CO<sub>2</sub> становить 3000 млн. т. на рік. Із застосуванням теплоізоляції кількість викидів зменшується на 10%, що становить 300 млн. т. на рік. Одночасно скорочуються викиди сірчистих і азотистих сполуки, що значно зменшує кількість кислотних опадів [5].

Дослідження, проведені в Англії, показали, що якщо в розрахунку на 1 м<sup>2</sup> будівельної площі використовувати 50 мм ізоляційних матеріалів, то через 50 років вміст CO<sub>2</sub> в атмосфері скоротиться на 1 тону [5].

Результати досліджень. Площа покрівлі сучасного приміщення для тварин та птиці в 5-6 разів більша, ніж площа стін. Тому саме від якості матеріалу закладений в проект, покрівельних матеріалів і їх монтаж багато в чому буде залежати комфорт тварин та птиці.

Традиційним для України покрівельним матеріалом при будівництві невеликих приміщень є асбестоцементний шифер. Враховуючи його недоліки та сучасні вимоги до будівель де використовують сьогодні сталеві профільовані листи і «сендвіч» панелі та сучасні теплоізолюючі матеріали. Зазначені типи покрівлі на сам перед сприяють створенню оптимального мікроклімату для утримання тварин та безпосередньо виконують своє пряме призначення, проте необхідно враховувати під час вибору покрівельних матеріалів ряд індивідуальних факторів: вплив на здоров'я та продукцію тварин і птиці та інші параметри (див табл.1).

Комплексним критерієм оцінки ефективності мікроклімату є ефективність повітророзподілення в приміщенні. Де виділяються зони активного нагріву, зона комфорту тваринам та птиці. Під час життєдіяльності тварина виділяє тепло і повітря піднімається вгору, де взимку утворює конденсат, а влітку ще більше нагрівається. Повітря в приміщення розподіляється за законами термодинаміки.

Таблиця 1

## Споживні властивості деяких теплоізоляційних матеріалів

№ п/п	властивості	матеріал			
		мінеральна вата	полістирол	піноскло	вакуумна панель
1	теплопровідність, Вт/м·К	0,035	0,035	0,04	0,004
2	горючість	нг*	а3**	нг*	а1**
3	вплив на здоров'я тварини, птиці та людини	можливо негативний	нейтральни й	нейтральни й	нейтральни й
4	можливість утилізації	ні	так	так	ні
5	водопоглинання	велике	немає	невелике	немає

\* - негорючий матеріал, \*\* - клас вогнестійкості

Нами була розроблений модуль, який мав змінні стінки прошарки з різними теплоізолюючими матеріалами та нагрівальні і охолоджувальні елементи. За допомогою останніх, змінювали температуру між внутрішньою та зовнішньою поверхнею в різних віддалених точках

На рис. 1 а, б, с наведено результати експериментальних досліджень полів температур повітря в дослідному модулі для характерного серединного перетину. Дані наведені на рисунку відповідають умовам проходження температури навколишнього середовища ( $T_n$ ) нагрітого повітря із поверхні профільного листа у внутрішню частину приміщення ( $T_v$ ) та надходження прохолодного повітря з нижньої зони приміщення. Характер розподілу ізотерм має деякі загальні особливості.

Спостерігаються максимальні значення температур безпосередньо біля поверхні даху із подальшим їх зменшенням відносно осі Х. Що стосується розподілу температур по висоті області, що розглядається, то наявне її зменшення в напрямку від внутрішньої частини покрівлі даху до підлоги. Представлені поля швидкостей при різних значеннях інтенсивності нагріву (умовно – поверхні даху) за використанням ізолюючого матеріалу – мінеральної вати. Зони максимальних швидкостей відповідають осі зосередженого повітряного потоку.



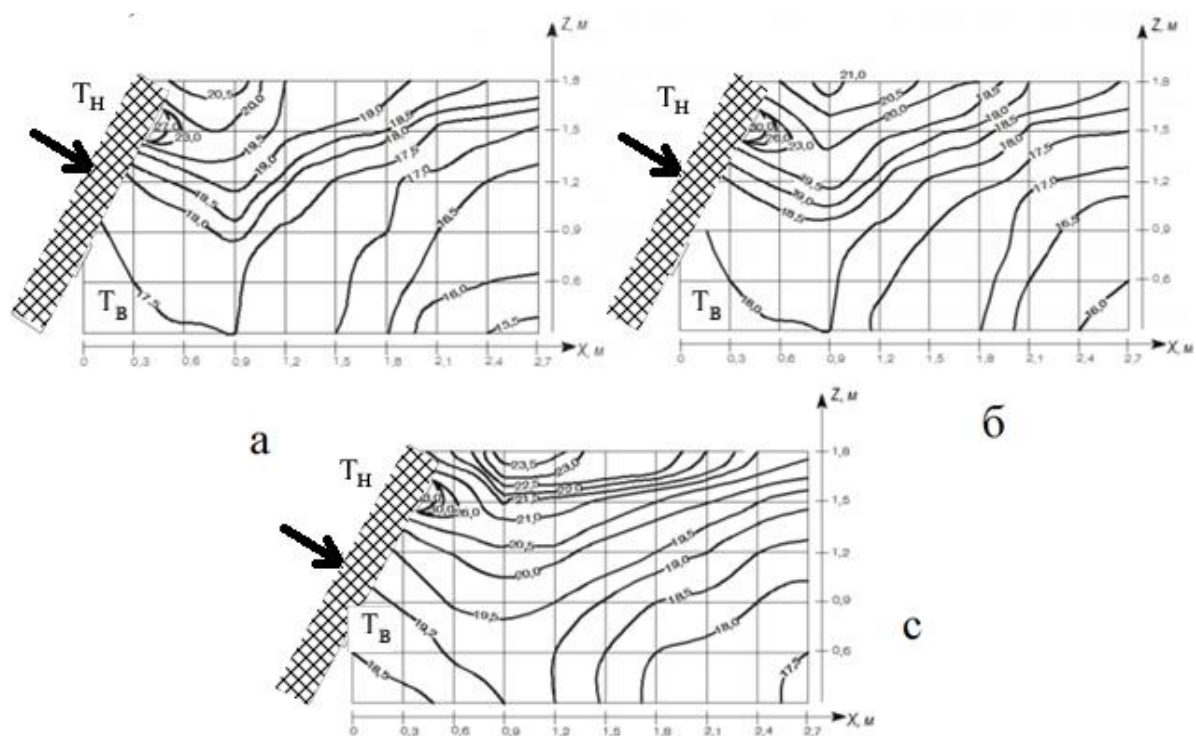


Рис. 1. Поля температури в дослідному модулі з встановленим нагрівачами а)  $W=150 \text{ Вт/м}^2$  ; б)  $W=180 \text{ Вт/м}^2$  ; в)  $W=220 \text{ Вт/м}^2$

### Висновки

Отже, для поверхні даху використовують сучасний листовий матеріал. Використання теплоізолюючого прошарку товщиною 25-50 мм забезпечує мікроклімат приміщення для утримання тварин та птиці. Теплоповітряний режим в приміщенні описується за допомогою неізотермічних повітряних струменів.

### Список використаних джерел

1. Бойко М. Теплоізоляційні матеріали. URL: <https://fasadinfo.ua/articles/montaj/127>.
2. Ефективна молочна ферма: важливі нюанси будівництва/ URL: <https://kurkul.com/blog/516-efektivna-molochna-ferma-vajlivi-nyuansi-budivnitstva>.
3. Термін служби базальтової вати. URL: <https://теплоизоляция.com.ua/blog-post/срок-службы-базальтовой-ваты/>.
4. Довгалюк В. Б., Рудзинський В. О., Наконечний В. І. Критерії оцінки енергоефективності організації повітрообміну. Енергоефективність в будівництві та архітектурі. Випуск 4. К.: КНУБА, 2013 р. с. 85-88.
5. Гавриш О. М. Енергоефективні конструктивні рішення та матеріали в технологіях сухого будівництва. Енергоефективність в будівництві та архітектурі". Випуск 4. К.: КНУБА, 2013 р. с.53-56.

УДК 631.3:636

УДК 631.2

## ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ЗАТОЧУВАННЯ РІЖУЧИХ ПАР СТРИГАЛЬНИХ МАШИНОК

*Ребенко В. І.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Підготовку ріжучих пар до роботи (комплектування, заправлення вхідної частини зубів гребінки), діагностику й заточення ножа й гребінки проводить слюсар-заточник. Його професійний рівень (теоретичний і практичний) у більшості випадків змушує бажати кращого. Так, за результатами дослідження, проведеного в декількох господарствах України всі слюсарі-заточники є самоучками, як правило, пенсійного віку й не мають ніякої спеціальної підготовки. У ході співбесіди жоден виконавець не міг пояснити, як правильно підготувати робоче місце (підібрати й раціонально розмістити допоміжне устаткування), зайняти зручне положення стосовно точильного агрегату, правильно розмістити основне й додаткове висвітлення на робочім місці, забезпечити електробезпечні й протипожежні умови для виконання процесу. Внаслідок цього виконавці допускають велику кількість помилок і порушень.

При експедиційній перевірці й обстеженні деяких стригальних пунктів, розміщених у типових і пристосованих будівлях, виявилось, що в жодному з них на робочім місці точильника не було технологічної або маршрутної карти, що визначає правила підготовки використовуваного устаткування, головне, була відсутня інформація про нормативних умови, допущення, особливості процесу заточення, доведення ріжучих пар і безпеки праці самого виконавця.

Змушує бажати кращого також і технічна оснащеність робочого місця заточника, тому що на стригальних пунктах донині переважно використовуються дискові точильні апарати, що випускалися в СРСР із 1961 по 1990 рік. Це апарати із чавунним диском, на поверхню яких наноситься абразивна паста (ТА-1, ДАС-350, ПЗН-60) і точильні апарати зі сталевим диском, на поверхню яких наклеюється наждакове полотно (точильний апарат ВНИИОК).

Перед заточенням ріжучих пар на точильних апаратах ТА-1 або ДАС-350 рекомендується перевірити заточувальний диск на наявність торцевого биття, яке не повинне перевищувати 0,3 мм. Воно може бути викликане неперпендикулярністю осі посадкового отвору диска до його робочої поверхні, деформацією при зберіганні або слабким закріпленням диска на валу. При великій битті якісне заточення ножа й гребінки не представляється можливим. Тримач на підвісі встановлюється так, як показано на рисунку 1, а напрямок обертання диска повинне відповідати

напрямку стрілки кутової швидкості  $\omega$ . Правильним вважається положення тримача, при яким відстань від його штифтів до центру диска при проходженні тримача через центр диска становить 9 мм. Перебуваючи у вертикальному положенні, тримач розташовується на рівній відстані від внутрішнього виточення диска і його зовнішнього краю. У цьому випадку вісь тримача перебуває на відстані 105 мм від вертикальної осі диска.

Державка із установленної на ньому гребінкою перебуває на відстані 12 мм від площини заточувального диска й повинен бути їй паралельний.

Перед заточенням ріжучу пару промивають у п'ятивідсотковому розчині каустичної соди або прального порошку, щоб вилучити залишки жиру, поту, волосся, змащення й механічних домішок. Для цієї мети використовують капронові щітки із твердим ворсом. Включають у роботу точильний апарат і наносять м'яким волоссяним пензликом або виконаним з мішковини пристосуванням шар наждакової пасти, що полягає зі шліфувального порошку № 8-5 (ГОСТ 3647-59), доведеного до рідкого або тістоподібного стану за допомогою змішування з автотракторним маслом Асп-6 або Асп-10 і гасом.

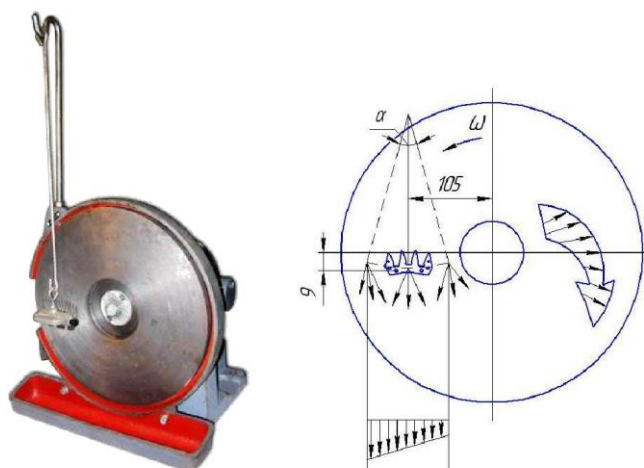


Рис. 1. Точильний апарат ТА-1. Епюра швидкостей диска при заточенні ножа на дисковому апараті

На великій окружності інтенсивність стирання висока, тому шар пасти наносять по кривій траєкторії (рис. 1). На іншу ділянку диска паста попадає за рахунок дії відцентрової сили й ризик нарізки диска із кроком 1,75 мм. Уводити ніж або гребінку в контакт із заточувальним диском впливає п'ятою, злегка повернувши кінчики зубів на себе, і поступово переводити натискання на всю площину. Деталь переміщається вправо й уліво доти, поки з-під неї не припиниться іскріння. Після цього необхідно знову нанести пасту на диск. Щоб заточення й стирання диска відбувалися більш рівномірно, при переміщенні гребінки повинна виходити на 1,5...2 зуба вліво й вправо за межі робочої поверхні диска. Досвідчений точильник прикладає більші зусилля на ту частину гребінки, яка розташована ближче до центру

обертання. Це сприяє рівномірності зношування гребінки по фронту, збільшенні строку її використання, підвищенню якості стрижки.

Тривалість контакту ножа або гребінки з диском повинна становити не більш 25...30 сек., потім необхідно відвести державку від площини диска. Відвід деталі проводиться у зворотному порядку, тобто спочатку відводять кінчики зубів, а потім увесь ніж (гребінку).

Якісно заточені ріжучі пари не повинні мати слідів (рисок) на робочій поверхні від руху ножа по гребінці. Робоча поверхня повинна бути дзеркальної або злегка матової (коли диск тільки проточений або шліфувальний порошок грубозернистий).

Для візуального контролю якості заточення ніж або гребінку беруть за край і підносять до джерела світла так, щоб світло відбивалося на краях зубів. Якщо заточення зроблене не повністю, то на робочій крайці кожного зуба буде видна біла лінія відбитого світла товщиною у волосся. Якщо ніж або гребінка заточені добре, то цих ліній не видно. Потім деталь бажане поставити на тримач і пригорнути на 1...1,5 секунди до центру робочої поверхні диска.

Для більш якісного заточення необхідно два точильні апарати. На першому проводиться заточення із грубозернистим порошком, а на другому – доведення (використовується дрібнозернистий порошок, до складу пасти додається більше гасу або масла).

У процесі розвитку машинної стрижки овець у нашій країні, поряд з серійними апаратами (ТА-1, ТАД-350, ДАС-350) співробітниками ведучих НДІ були розроблені нові способи заточення й точильні апарати, у конструкції яких були початі спроби виправити основний недолік існуючих - нерівномірність стирання ріжучих крайок зубів ножа й зубів гребінки. Причиною цього недоліку є заточувальний елемент у вигляді диска, який при роботі має різні дотичні швидкості на різних значеннях радіуса (рисунок 1):

$$v = w * R,$$

де  $v$  – лінійна швидкість крапки диска, м/с;  $w$  – кутова швидкість обертання диска  $\text{хв}^{-1}$ ;  $R$  – значення величини радіуса диска, мм.

Нерівномірне стирання робочих поверхонь приводить до зменшення повного ресурсу ножа й гребінки по числу можливих заточень.

Такі способи заточення не ввійшли в серійне виробництво через ряд недоліків, очікуваний економічний ефект від їхнього застосування не дозволяв говорити про перспективність використання в сільському господарстві.

Варто звернути увагу, що в закордонних точильних апаратах донині використовується заточувальний елемент у вигляді диска, хоча з моменту впровадження у виробництво їх конструкція перетерпіла деякі зміни (рис. 2).



«KTS grinder»

Heiniger, Швейцарія



«368 Grinder»

Lister, Великобританія

Рис. 2. Закордонні точильні апарати.

Очевидним варіантом усунення нерівномірного стирання є зміна типу заточувального елемента й технологічної схеми заточення, що було реалізовано співробітниками ВНИИОК (рисунок 3) і «Листер». Ним

було запропоновано використовувати технологію заточення за допомогою нескінченного плоского ремня, що забезпечує рівномірне знімання металу з робочих поверхонь ножа й гребінки.

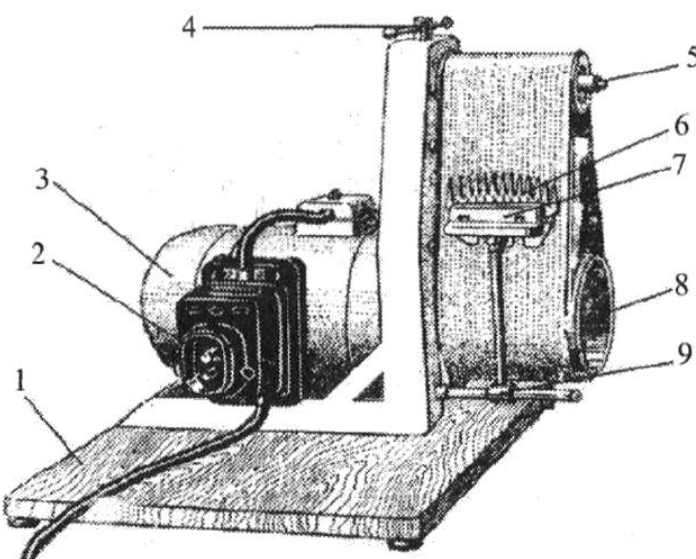


Рис. 3. Стрічковий точильний апарат: 1 - підстава; 2 - вимикач; 3 - електродвигун; 4 - гвинт натяжного пристрою; 5 - натяжний ролик; 6 - гребінка, що заточується; 7 - державка; 8 - провідний шків; 9 - поворотна втулка стійки державки (на кронштейні).

При заточенні на такому апараті швидкість руху абразивних зерен однакова по всій ширині контакту заточувального ремня з ножом і гребінкою, що сприяє рівномірності стирання робочих поверхонь ріжучої пари по всій площі плями контакту.

Технологія не одержала поширення у зв'язку з невеликим ресурсом і дорожнечою заточувальних ременів, однак промислові й наукові досягнення в області стрічкового шліфування за останні 10 років дозволяють нам припустити можливість економічно й технічно ефективного використання нескінченних абразивних стрічок для заточення ріжучих пар стригальних машинок.

УДК 631.374

## **ОСОБЛИВОСТІ ПРИВОДА РОБОЧИХ ОРГАНІВ ВИВАНТАЖУВАЧІВ СТЕБЛОВИХ КОРМІВ НАПІРНОГО ТИПУ**

*Остапчук О. О.*

*Вінницький національний аграрний університет*

Серед великого різноманіття сільськогосподарських вантажів значну частину становлять стеблові корми. При роботі з перерахованим кормом одним із найбільш енергоємним процесів є вивантаження у транспортні та технологічні засоби. Для вивантаження стеблового корму з траншейних сховищ у сільському господарстві найбільше поширення отримали машини періодичної дії з напірним робочим органом, робочий цикл якого складається із захоплення порції корму, відрізання та відриву порції від загальної маси, транспортування і розвантаження. Найбільші енергетичні витрати та навантаження на елементи вивантажувача спостерігаються під час захоплення, відрізання та відриву порції корму. Тому виникає задача розробки конструктивних рішень, які б дозволили зменшити навантаження та енергетичні витрати під час відрізання стеблового корму.

До переваг робочих органів напірного типу можна віднести малу тривалість операції різання порції корму, в залежності від виду стеблового корму і конструкції ріжучого ножа – прямого або із зубами, цей процес може становити від – 5-15 с. До основних недоліків даних навантажувачів можна віднести – значні зусилля різання, що призводить до збільшення параметрів рами, зубів і, в свою чергу, до збільшення металоємкості конструкції.

Найбільш перспективними напрямками вирішення даної задачі є застосування вібраційних робочих органів вивантажувачів та використання вирізаючих механізмів з гідроприводом чутливим до навантаження.

Для напірних вивантажувачів є небажаним створення загальної вібрації робочого органа механізму, оскільки існує жорсткий кінематичний зв'язок зі стрілою вивантажувача і вібрація може передаватись до енергетичного засобу, а тому необхідно встановлювати гасники коливань та

віброізолятори, що ускладнює конструкцію. Найбільш оптимальним є створення вібрації тільки робочого органа, за допомогою силових гідравлічних циліндрів.

В розвинених країнах в приводах робочих органів мобільних машин досить часто використовують гідроприводи, чутливі до зміни навантаження, які забезпечують одночасну роботу декількох робочих органів у регульованих режимах з пропорційністю тиску на виході насоса найбільшому з навантажень на виконавчих органах. Особливістю цих гідроприводів є забезпечення руху гідродвигунів, як поступальної так і обертальної дії, від одного гідронасоса за наявності тиску в напірній гідролінії, що відповідає найнавантаженішому гідродвигуну.

Використання такого гідропривода у вивантажувачах напірного типу дозволить підвищити продуктивність, технологічну ефективність, знизити на 30-40% питомі енерговитрати та матеріалоемність.

УДК 631.363:636.22/28

## **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ АДАПТИВНОГО ГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДА МЕХАНІЗМУ ДЛЯ ВІДРІЗАННЯ ТА ВИВАНТАЖЕННЯ СТЕБЛОВИХ КОРМІВ**

*Руткевич В. С.*

*Вінницький національний аграрний університет*

Підвищення ефективності використання механізму для блочно-порційного вивантаження стеблових корму, зниження витрат при його функціонуванні можливі лише при обґрунтованих раціональних структурах і параметрах об'ємного гідромеханічного привода.

Одним з напрямів підвищення технічних характеристик механізму для відрізання та вивантаження стеблових кормів є його гідрофікація. Багатофункціональний гідромеханічний привод дозволить замінити складні, енергонасичені механічні передачі привода робочих органів на гідравлічні.

В даній роботі розглядається гідравлічна схема узгодженої роботи привода ножевого механізму для відрізання та вивантаження стеблових корму з його подачею. Основна задача даної гідравлічної схеми - забезпечення оптимальної подачі П - подібної рамки з ножевим механізмом і розвантаження гідромотора від перевантаження. Це зумовлене тим, що при відрізанні стеблових корму від моноліту виникають умови (промерзання, зміна фракційного складу та вологості корму, попадання сторонніх предметів та інше) коли необхідно регулювати подачу ножевого механізму.



Дана задача вирішується завдяки тому, що рідина, яка нагнітається насосом, рівномірно розподіляється об'ємним ділильником потоку між гідромотором привода ножевого механізму і гідроциліндром подачі П - подібної рамки. Керування подачею механізму при необхідності здійснюється регульованим дроселем, який частково відводить рідину в бак з нагнітальної порожнини лінії підйому гідроциліндра.

Математична модель привода механізму для відрізання та вивантаження стеблових кормів дозволить на проєктній стадії оцінити пристосованість створюваного механізму до конкретних умов роботи, розкрити закономірність узгодженої роботи привода ножевого механізму з його подачею при збільшенні і спаданні навантаження на робочий орган механізму, теоретично обґрунтувати працездатність автоматизованого багатопотокового об'ємного гідропривода, чутливого до перепаду тиску.

Описана математична модель гідравлічного привода механізму для відрізання та вивантаження стеблових кормів дає можливість модернізувати і створювати нові приводи сільськогосподарського обладнання, гарантуючи підвищення їх якості і ефективності, чим забезпечується їх конкурентоспроможність на внутрішньому і зовнішньому ринках.

УДК 631.98.001

## **ДО ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ВИДІВ ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ В КИЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ**

*Опалко В. Г., Криворучко А. А.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Земля в Київській області використовується надзвичайно інтенсивно, оскільки угіддя сільськогосподарського призначення складають 65% земельного фонду. Структура земельних угідь не відповідає принципам екологічнобезпечного землекористування (з 1660,3 тис.га сільгоспугідь розорані 1354,2 тис.га) [1].

Для Київської області, як і для всього аграрного комплексу України характерним є стійке переважання рослинництва у структурі сільськогосподарського виробництва. Головними галузями рослинництва області є зернове господарство, виробництво цукрових буряків, соняшнику, картоплярство, овочівництво, вирощування плодово-ягідних культур.

Головною галуззю тваринництва Київської області тривалий час було скотарство молочно-м'ясного напрямку, яке нині зазнало найбільш істотних змін. На даний час інтенсивно розвивається птахівництво, оскільки воно



більш рентабельне і малозатратне. Ця галузь зосереджена переважно на великих птахофабриках, зокрема у приміській зоні столиці.

Тваринництва безпосередньо пов'язано з вирішенням такої важливої проблеми як підвищення родючості ґрунту. Одним з головних показників рівня родючості ґрунтів є гумус. Його оптимальна кількість забезпечує ведення інтенсивного землеробства і як результат отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур. При відтворенні гумусу роль органічних добрив, і в першу чергу гною і посліду, тобто продукції тваринництва, просто незамінна.

На даний час обсяги виробництва гною і посліду низькі і недостатні навіть для простого відтворення родючості ґрунтів. Це зумовлює необхідність використовувати в якості органічних добрив інші джерела органічної сировини: торф, сапропель, солом, тирсу, кору деревних порід.

Таблиця 1

Внесення органічних добрив в Київській області під урожай  
сільськогосподарських культур 2020 року

площа, оброблена органічними добривами		обсяг внесених органічних добрив, т						обсяг внесених органічних добрив у розрахунку на 1 га, кг	
га	% до посів. площі	усього	у тому числі за видами					уточн. посів. площі	площі, обробленої добрив.
			гній тварин	послід птиці	мул, сапропель	торф, його субстрати	інші орг. добрива		
99452	12,2	1522143	1236164	221981	240	9282	54476	1864	15305

Згідно з даними Держстату України [2] під урожай основних сільськогосподарських культур Київській області у 2020 році було внесено 1,52 млн тонн органічних добрив. Переважну більшість складає гній – 81%, курячий послід не використовується широко в господарствах, що підтверджується даними, де обсяг внесеного посліду складає 15%.

Використання органічних добрив природного походження, таких як торф та продукти з нього (переважно гумати), сумарно не перевищує 1%, різні види мулів, сапропелі взагалі оцінюються сотими частинами. Втім, їх внесок за часткою діючих поживних компонентів є очевидно більшою, оскільки такі добрива є більш концентрованими, у порівнянні з гноївкою. Досить значну частку 4% складають органічні добрива, згруповані в категорію «Інші види», втім із публічної форми статистичної звітності неможливо встановити види таких добрив.

Важливим фактором для аналізу використання органічних добрив є показник питомого використання добрив на одиницю площі, а також на одиницю загальної площі ріллі. За період з 1990 по 2020 рр. відбулося

стрімке падіння обсягів внесення органічних добрив на одиницю ріллі, що добре корелюється зі зменшенням поголів'я великої рогатої худоби та свиней. Разом із тим, відбувається поступове падіння показника внесення органічних добрив на одиницю площі. Аналіз даних показує значну відмінність цього показника за регіонами України – від 1 кг/га в Закарпатській області до 1864 кг/га в Київській (тут він найбільший в країні) [3].

Таким чином, важливими задачами для підвищення родючості ґрунту є обґрунтування і розробка різних агротехнічних прийомів, в тому числі внесення різних видів органічних добрив таких як гній, пташиний послід, торф, компости, сапропелі, осади стічних вод.

Список використаних джерел

1. <http://kyivobl.ukrstat.gov.ua>.
2. Використання добрив і пестицидів під урожай сільськогосподарських культур 2020 року. Держстат, 2020
3. <https://saf.org.ua>.

УДК 631.223.4

## **КОНЦЕПЦІЯ РОЗВИТКУ КРУГЛИХ ПРИМІЩЕНЬ ДЛЯ УТРИМАННЯ КІЗ**

*Хмельовський В. С.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Актуальність питання. Продукти, отримані із молока кіз, характеризуються широким попитом на вітчизняному та європейському ринку серед споживачів, які мають проблеми із засвоєнням лактози. Козине молоко практично немає конкурентів за вмістом білків, жирів та вітамінів. Молоко характеризується високими смаковими якостями і підвищеними бактерицидними властивостями. У зв'язку з цим, є потреба в конструюванні будівель для утримання кіз.

Аналіз останніх досліджень. Розвиток ринку молочної продукції козівництва та успішне функціонування виробництва молока, за якісними та кількісними показниками, залежить від рівня забезпечення засобами механізації та автоматизації виробничих процесів пов'язаних із життєдіяльністю кіз. Аналіз літературних джерел підтверджує думку, що для України раціональним навантаженням на один гектар є поголів'я у 10-15 дійних кіз, а поголів'я для одного фермерського господарства становить 100-150 голів. Аналіз способів утримання тварин на козиних фермах свідчить, що найчастіше застосовують стійлову, із однотипним

круглорічним раціоном годівлі, систему утримання. Таке утримання дозволяє забезпечити постійну продуктивність тварин та зводить до мінімальних значень витрати кормових компонентів. При стійловому утриманні приміщення для кіз мають бути сухими, чистими, теплими, без протягів, і добре освітлюватись. Взимку температуру в приміщенні підтримують на рівні 6-7°C, а при наявності козенят - 8-20°C.

Мета досліджень. Метою роботи є виявлення конструкції адаптованих споруд, які використовуються у сільськогосподарському виробництві для утримання кіз. Дослідження проводили за допомогою графоаналітичного та розрахункового методів.

Результати досліджень. Приміщення для утримання кіз повинні відповідати таким вимогам: можливість забезпечення мікроклімату; мінімізація експлуатаційних витрат; забезпечення зручності обслуговування тварин.

Аналіз різних будівельних конструкцій, які використовуються у сільськогосподарському виробництві, приводить до висновку, що найбільш раціональною формою тваринницького приміщення для утримання кіз є круг. У приміщеннях з поперечним перерізом у вигляді круга, легко забезпечити функціонування усіх виробничих процесів. Дослідження круглих споруд, дало можливість виявити, що найбільш привабливими є конструкції силосів для зберігання зерна із плоским дном. Діаметр силосів варіюється від 4,58 м до 32 м. Машини, які забезпечують виконання технологічних процесів у середині приміщення будуть характеризуватись мінімальним переміщенням. Конструкція даху з ухилом у 30° дасть можливість забезпечити на належному рівні обмін повітря у приміщенні, а встановлення прозорих ділянок покрівлі – світловий режим. В середині приміщення розділено на сектори (рис. 1) в яких безприв'язно утримують тварин, а з однієї із сторін приміщення між двома секторами встановлено ворота.

За умови утримання кіз на глибокій підстилці (приблизно 0,5-1 кг/ на козу в день), створено зони для відпочинку та годівлі у кожному секторі.

По центрі приміщення розміщується добова потреба кормових компонентів. Таке рішення мінімізує витрати праці на годівлю тварин, оскільки забезпечується мінімальна відстань між годівницею та місцем тимчасового зберігання кормових компонентів.

Процес доїння кіз реалізовується, в доїльному залі, з використанням паралельно-прохідних станків. Мікроклімат забезпечується як за допомогою природньої так і примусової вентиляції. Для напування встановлені групові напувалки поплавкового типу.

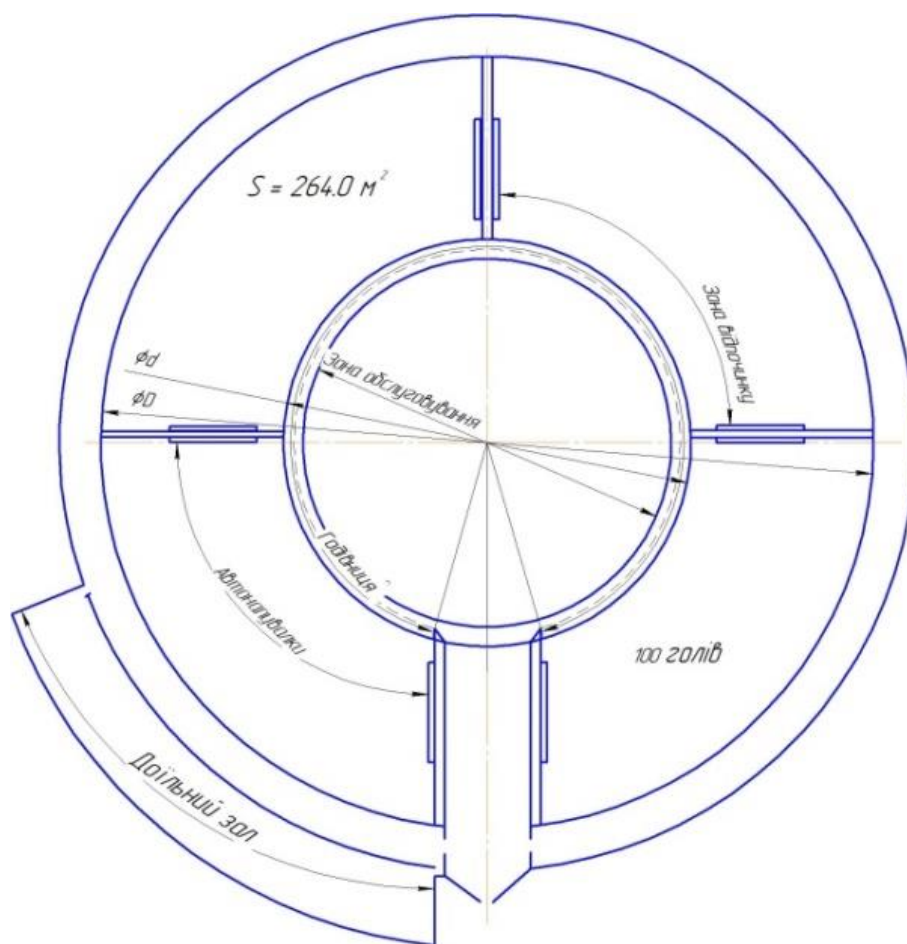


Рис. 1. Схема будівлі для утримання кіз.

### Висновки

Аналіз круглих споруд, дав можливість виявити, що найбільш адаптованими для утримання кіз, у фермах сімейного типу, є конструкції силосів для зберігання зерна із плоским дном.

Будівлі круглої форми дозволяють мінімізувати експлуатаційні затрати на виконання технологічних операцій, шляхом зменшення робіт пов'язаних із транспортуванням та забезпечити мікроклімат в середині приміщення.

### Список використаних джерел

1. Васильєва О. О., Бондаренко О. М. Аспекти розвитку козівництва як сучасного напрямку екологічного виробництва у тваринницькій галузі. Сільськогосподарська екологія. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. 2017. № 3 (45). С. 60-63.

2. Грищенко Н. П. Марченко І. О. Розвиток галузі козівництва України в умовах євроінтеграції. Тваринництво та технології харчових продуктів. 2016. С. 23-29.

УДК 631.3:005.584.1

## ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗПРК ЗА КЕРІВНИМИ МАТЕРІАЛАМИ НА ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЮ

Новицький А. В.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

В останні десятиліття в тваринництві України спостерігається значне оновлення парку засобів для приготування і роздавання кормів (ЗПРК), що проходить за рахунок надходження в експлуатацію кращих зарубіжних та вітчизняних зразків [1, 6]. Досвід використання та забезпечення працездатності ЗПРК вказує на те, що зарубіжні зразки зазначених машин мають покращені технічні характеристики, в тому числі досить високу експлуатаційну надійність. Поряд з тим, що значно зросла інтенсивність експлуатації машин, умови використання потребують особливої уваги та постійного контролю з боку операторів машин, слюсарів-ремонтників, інженерно-технічної служби.

В таких умовах виникає цілий ряд питань, включаючи формування оптимального режиму використання ЗПРК, періодичності встановлення їх на технічне обслуговування і ремонт (ТОР), номенклатуру запасних частин, обсяги ремонтно-профілактичних робіт.

Попередніми дослідженнями встановлено, що працездатність ЗПРК може підтримуватись і відновлюватись в процесі експлуатації виходячи з рекомендацій, що передбачені інструкціями та керівними матеріалами на використання ЗПРК [2-4, 8, 9].

Для своєчасного і ефективного проведення ТОР ЗПРК, необхідно знати: критерії втрати працездатності; граничні і допустимі значення параметрів технічного стану; показники процесів переходу техніки з працездатного в непрацездатний стан; закономірності зміни технічного стану [1, 5-7].

З аналізу літературних джерел [1, 5-7] відомо, що для забезпечення працездатності ЗПРК ефективно може бути використана стратегія ТОР за станом. Згідно із зазначеною стратегією ТОР машин і механізмів, ЗПРК контролюється періодично або в залежності від результатів діагностування технічного стану. Ремонт проводиться в оптимальні терміни і в необхідному обсязі. Основою для цього служать знання фактичного стану робочих органів та механізмів ЗПРК, що дозволяє мінімізувати обсяг ремонтів і забезпечити безаварійну роботу.

Список використаних джерел

1. Andriy Novitskiy. Forming reliability of means for preparation and disposal of forage. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2017. Vol. 19. No 3. 123–128.

2. Инструкция по обслуживанию и эксплуатации. Мобильный раздатчик кормов VMP-10. 79 с.
3. Инструкция по эксплуатации SILOKING TrailedLine. 80 с.
4. Миксер-кормораздатчик «Cormorant-vertical». Руководство по эксплуатации и каталог запасных частей 1.
5. Новицький А. В., Ружило З. В. Аналіз відмов засобів для приготування і роздавання кормів. Науковий вісник НУБіПУ. Серія «Техніка та енергетика АПК». Вип. 226. К., 2015. С. 253–259.
6. Новицький А. В., Банний О. О. Надійність сільськогосподарської техніки в системі інноваційних процесів з досвіду зарубіжних компаній. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020, Vol. 11, No 2, p. 115-124.
7. Новицький А. В., Новицький Ю. А. Технічна оцінка споживчих якостей сільськогосподарської техніки. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК*. К., 2017. – Вип. 264 ( 2017). – С. 293 – 303.
8. Руководство по эксплуатации KONGSKILDE. 2017. 113 с.
9. Руководство по эксплуатации кормораздатчик PRONAR VMP-5S.

УДК 621.25

## **УЩІЛЬНЕННЯ ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АГРЕГАТА З САМОВПОРЯДКОВАНИМ РОТОРОМ НА ГІДРАВЛІЧНОМУ СТЕНДІ**

*Горовий С. О.*

*Сумський національний аграрний університет*

Постановка проблеми. Відцентрові насоси відносяться до класу динамічних насосів. Відцентровий насос це енергетична машина, в якій механічна енергія приводу перетворюється в робочому колесі в гідравлічну енергію рідини [1]. Вони використовуються практично в усіх галузях промисловості та сільського господарства різних країн. На показники тривалості роботи та на відсутність значних витоків робочої рідини назовні суттєвим чином впливають ущільнення відцентрових насосів [2].

Аналіз останніх досліджень. Найпоширенішими конструкціями відцентрових насосів загального використання є одноступінчаті консольні агрегати, або одноступінчаті з робочим колесом двохбічного входу. Останнім часом дуже поширилася група насосів загального використання моноблочної компоновки, в якій консольна частина насоса приєднується до фланця приводного двигуна. Для отримання великих напорів перекачуваної

рідини найчастіше застосовують багатоступінчаті насоси, які виконують у вигляді декількох однакових секцій робочих коліс з спіральними відводами послідовно з'єднаними в єдиному блоці. В усіх без винятку насосних агрегатах використовують різні типи кінцевих та між ступеневих ущільнень.

Сальникові ущільнення є найбільш розповсюдженим типом кінцевих ущільнень внаслідок їх досить простого конструктивного виконання та легкого обслуговування. В найбільш розповсюджені варіанті сальникове ущільнення складається з 5-6-ти розрізних кілець набивки, які вкладаються в спеціальну камеру корпусу насоса та охоплюють вал. Стиснення набивки здійснюється натисною втулкою в процесі роботи насоса до отримання крапельного витoku рідини. Сальникові ущільнення не забезпечують абсолютної герметизації вала насоса. Торцеві ущільнення забезпечують практично абсолютну герметичність насосного агрегату для дуже великого діапазону робочих параметрів; тому їх широко застосовують в спеціальних насосах та в усіх випадках, де використання інших типів ущільнень неможливе. Головним недоліком таких вузлів є потреба в суттєвому розбиранні насосного агрегату під час монтажу та демонтажу ущільнення.

Мета досліджень. Створення конструкції відцентрового насоса з мінімальною кількістю конструктивних елементів, які б заважали само орієнтуванню робочого колеса в ущільненнях проточної частини при збереженні агрегатом довготривалої працездатності на різних режимах експлуатації. Перевірка роботи дослідного варіанта насоса на стенді.

Результати досліджень. Найпоширенішим видом внутрішніх ущільнень є гладкі шпарині ущільнення, які дуже технологічні при створенні, прості, надійні та витривалі в експлуатації. Безконтактні ущільнення проточної частини за рахунок гідродинамічних сил можуть виконувати функції внутрішніх опорно-ущільнювальних вузлів відцентрового насоса. Ротор – колесо насоса самовстановлюється в симетричних щілинних ущільненнях під дією гідродинамічних сил і моментів [3, 4]. Вал традиційної конструкції перетворюється в торсіон для передачі тільки крутного моменту від привода на робоче колесо. Джерелом робочого середовища для створення перепаду тиску на опорах - ущільненнях є сам насос, оскільки частина рідини під тиском нагнітання подається до вузлів безконтактних ущільнень, а основний потік направляється споживачеві, становлячи корисну подачу робочого колеса. Згідно методики розрахунку елементів проточної частини відцентрового насоса із щілинними опорами - ущільненнями був створений насос із самовстановлювальним робочим колесом, який пройшов випробування на експериментальному стенді. Дослідний агрегат на базі насоса К 20/30 Китайського насосного заводу мав параметри: подача  $Q = 20 \text{ м}^3/\text{год}$ , напір  $H = 30 \text{ м вод. стовпа}$ , частота обертання  $n = 2920 \text{ об/хв}$ , споживана потужність  $P = 2,5 \text{ кВт}$ .

Модернізований агрегат був включений у схему дослідного гідралічного стенда (рис. 1):

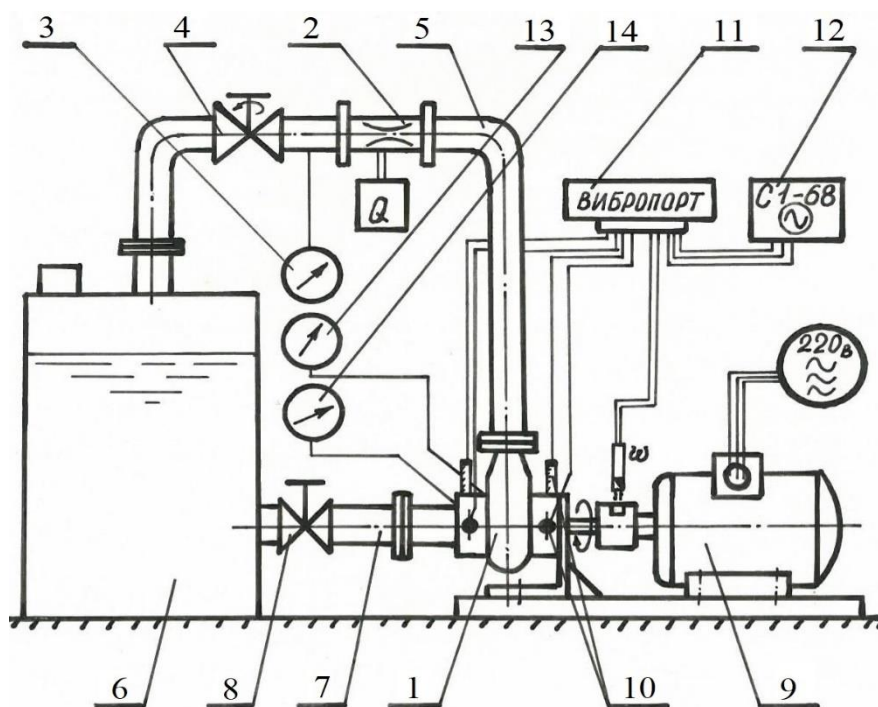


Рис. 1. Схема дослідного гідралічного стенда: 1 - насос, 2 - вимірювач витoku рідини, 3 - манометр вихідного тиску, 4 - вентиль вихідного тиску, 5 - трубопровід вихідного тиску, 6 - ємність з рідиною, 7 - трубопровід вхідний, 8 - засувка вхідна, 9 - електродвигун, 10 - датчики переміщень (ТВД), 11 - "Вібропорт", 12 - осцилограф С1 - 68, 13, 14 - манометри тиску на ущільненні.

В процесі випробувань реєструвалися наступні параметри:

- подача насоса, діапазон вимірів від 0 до 30 м<sup>3</sup>/год;
- напор (тиск), діапазон вимірів від 0 до 32 м вод. стовпа;
- частота обертання електродвигуна від 2900 до 2950 об/хв;
- перепад тиску на радіальних щілинних ущільненнях насоса;
- тиск у камерах автоматичного розвантаження вісьових сил.

За допомогою спеціальних токовихорих датчиків переміщень фіксувалися малі радіальні й вісьові переміщення поверхонь робочого колеса в певних місцях, а саме:

- амплітуда вісьових коливань робочого колеса;
- амплітуда й фаза радіально-кутових коливань робочого колеса.

Витоки рідини в гідралічній петлі стенда крізь насос вимірялися обладнанням з вимірювального комплексу "Turbo Quant" типу НГ 75/63-135-61A001.

Сигнали з токовихорих датчиків переміщень оброблялися універсальним приладом "Вібропорт" фірми "Брюль і Кьер", а їх форма



реєструвалася на екрані електронно - променевого осцилографа С 1-68. Частота обертання вала електродвигуна й одночасно насоса вимірялася стробоскопічним датчиком приладу "Вібропорт" (точність вимірів +/- 1 об/хв). Насосний агрегат пройшов тривалі стендові випробування на різних енергетичних режимах.

#### Висновок

Дослідний насосний агрегат підтвердив добру працездатність конструктивної схеми з самовстановлювальним робочим колесом на різних режимах роботи. Рівень акустичного шуму та механічних вібрацій не перевищував меж, встановлених нормативними вимогами.

#### Список використаних джерел

1. *Михайлов А. А.* Лопастные насосы. М.: Машиностроение, 1977. 192 с.
2. *Марцинковский В. А.* Насосы атомных электростанций. М.: Энергоатомиздат, 1987. 256 с.
3. *Горовий С. О.* Оціночний гідравлічний розрахунок силових моментів шпаринного ущільнення. Вісник СНАУ, серія "Механізація та автоматизація виробничих процесів", розділ "Агротехсервіс", 2017. № 10 (32). С. 20-23.
4. *Горовий С. О.* Розрахунок гідравлічних радіальних та кутових сил гладкого шпаринного ущільнення. Вісник СНАУ, серія "Механізація та автоматизація виробничих процесів", 2019. № 2 (36). С. 7-14.

## Секція

### Технічний сервіс та інженерний менеджмент

УДК 621.4.001

#### **METHODS OF ORGANIZATION OF PRODUCTION PROCESSES OF RESTORATION OF WORKING MACHINERY FOR FORESTRY TECHNICAL WORKS**

*Liudmyla Titova*

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

The efficiency of production processes can be achieved with the correct assembly of sets of machines by type, number and appropriate organization of work. Variable productivity of the kit ( $P_{3M}$ ) is determined by the amount of raw materials processed by them during the shift. The productivity of the whole set can be equal to the productivity of machines for forestry work for each operation. It meets the requirements of consistent organization of production:

$$P_{3M_c} = P_{3M_1} = P_{3M_2} = P_{3M_3} = \dots = P_{3M_n} \quad (1)$$

However, as the current practice shows, it is not possible to find a set of machines and equipment with the same or slightly different performance.

working consistently; the opposite is possible - the transfer of objects of labor from machines running in series to machines running in parallel.

Variable productivity of series-connected machines and mechanisms must be equal to the productivity of machines running in parallel:

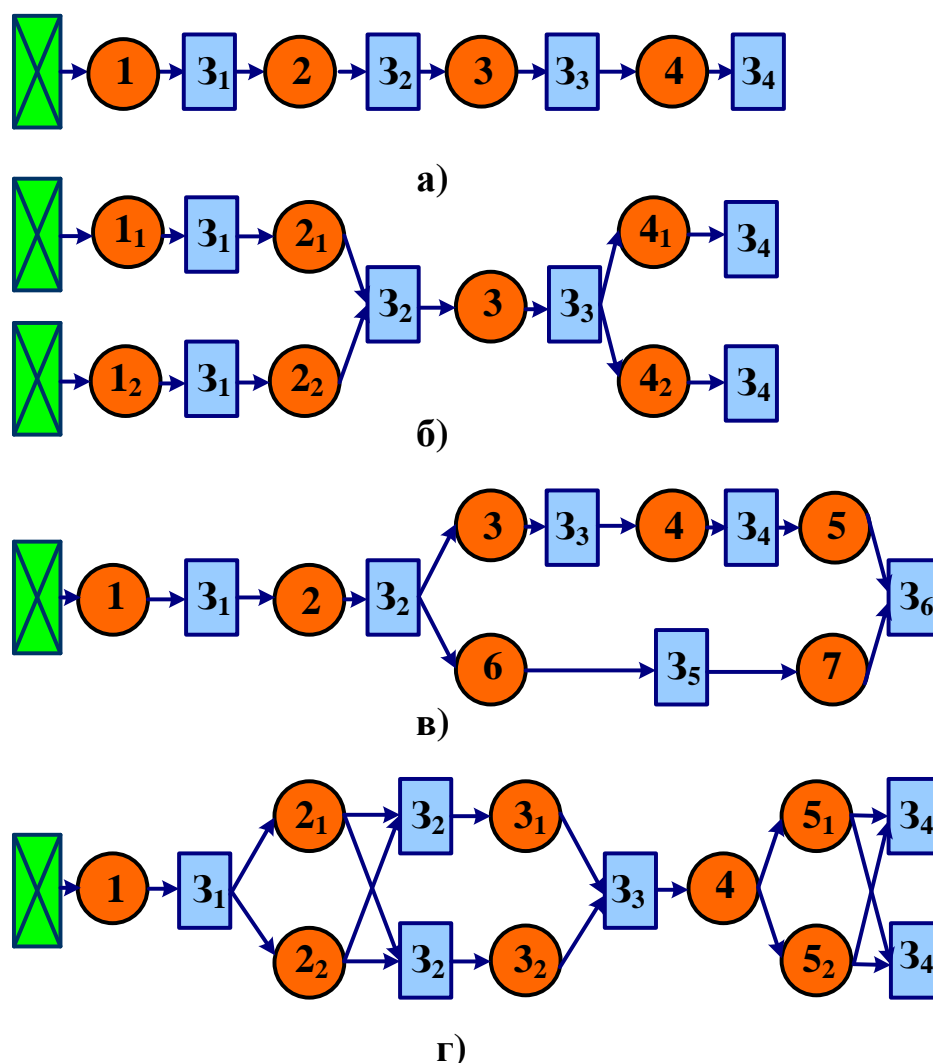
$$[(P_{3M_{1a}} \approx P_{3M_{2a}}) + (P_{3M_{1b}} \approx P_{3M_{2b}})] \approx P_{3M} \approx (P_{3M_{4a}} \approx P_{3M_{4b}}) \quad (2)$$

In the same schemes there are options when a different number of machines can work in parallel. It is desirable to follow the performance ratio:

$$P_{3M_1} \approx P_{3M_2} \approx [(P_{3M_3} \approx P_{3M_4} \approx P_{3M_5}) + (P_{3M_6} \approx P_{3M_7})] \quad (3)$$

Schemes of the production process are presented in Fig. 1

The nature of the schemes of sets of machines for forestry work and the type of their connection determines the availability of resources between the flow operations, their purpose and location. The peculiarity of the production processes is that stocks of objects of labor and resources are created between adjacent operations. Interoperable stocks are multilevel. Any technical means (TM) are unreliable in work, everyone has the factor of technical use.



technical means for performing operations;

- operational stock of labor objects;

- stock of raw materials.

Fig. 1. Schemes of possible variants of technological systems:

a) the scheme of consecutive aggregation with flexible connections;

b, c) the same branched and converging;

d) the same mixed type with flexible connections.

The most unfavorable situation for a pair of operations is when the previous vehicle fails and the volume of stocks is minimal or absent. The technical reason that necessitates the creation of stocks of this type, determined their name - technical. At the same time, this amount of resource stocks prevents downtime of the next vehicle when the previous one is idle. These stocks insure the smooth operation of the vehicle, therefore, it is legitimate to call them insurance ( $Z_c, m^3$ ).

Inventories that compensate for the unevenness of their replenishment of consumption, the growth of which should be limited when the rate of production of technical means in the previous operation is higher than in the next; or increase to a certain level, when the rate of production of technical means in the previous

operation is less than in the next were called organizational ( $Z_0, \text{м}^3$ ). Guarantee stock ( $Z_\Gamma, \text{м}^3$ ) is a stock consisting of the sum of insurance and organizational stocks. The organizational volume of stocks complements the insurance to the volume that guarantees the smooth operation of the technical means, so it is right to call it a guarantee. Thus, the interoperable reserves of resources have a limit value for specific conditions, which guarantees the smooth operation of the vehicle, in General, can be calculated by the formula:

$$Z_\Gamma = Z_0 + Z_c \quad (4)$$

There are two options for the set of machines in the production process with a variable composition of equipment: a) the volume of production in the previous operation ( $Q_i, \text{м}^3$ ). Less than the volume of production of machines in the next operation  $Q_s, \text{м}^3$ ), ( $Q_i < Q_s$ ); b) the volume of production in the previous operation is greater than the volume of production of machines in the next operation ( $Q_i > Q_s$ ).

The studied production process will depend on the parameters of technical means (quantity, productivity, condition), the volume of interoperable stocks, free space intended for their storage, the staff of the enterprise. You can increase the efficiency of production processes by determining the optimal modes of their operation. To do this, it is necessary to ensure consistency of these parameters and choose the best option in these production conditions. You can determine the parameters of the optimal production process by choosing effective research methods.

УДК 631.3

## **TECHNICAL PARAMETERS OF TECHNICAL CONTROL OF SELF-PROPELLED SPRAYERS**

*Iryna Liubchenko*

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

Every year, world agriculture suffers huge losses from the presence of diseases, pests and weeds in crops. Weed competition alone exceeds \$ 20 billion in annual losses worldwide. In addition, weeds in the fields lead to increased plant diseases and more pests. Such processes significantly increase crop losses and, consequently, finances. Therefore, any farmer and a developed enterprise spends a lot of money on the purchase of pesticides, as well as on modern units for their high-quality application - i.e. sprayers. The scope of these devices is quite extensive - it can be farmland, orchards and vineyards. Spraying enables farms not only to avoid crop losses, but also to significantly increase them. A trailed or self-propelled sprayer can be used to spray water or a chemical mixture.

In the case of plant protection there are no trifles, and there should be no mistakes in the choice of pesticides, or in the choice of sprayers and method of treatment of crops or soil. Any violation of the technology of such work can be costly. What is a self-propelled sprayer!?! These are machines with autonomy, mobility and high productivity. They are able to develop a working speed of up to forty kilometers per hour. The large clearance and the ability to change the track width gives them the opportunity to efficiently handle industrial crops. Also, the modern self-propelled sprayer has all necessary conditions for comfortable and safe working conditions of the operator. In the cabin of such machines, as a rule, there is an air conditioner, a carbon filter for air purification and a pneumatic seat.

Table 1

Evaluation of self-propelled sprayers of world brands for the last five years

Standard size of the farm	Brand of machine	Aggregation (tractor class)	Width of capture, m	Tank volume, l	Price, thousand Euros	Coefficient of weight
50-100 ha	SPRA COUPE 4440	Self-propelled	24	1400	80	0.7
500-100 ha	AMAZONE PANTERA	Self-propelled	36	4500	180	0.5
500-1000 ha	RoGator 1194	Self-propelled	36	4230	160	0.3
500-1000 ha	John Deere R4030	Self-propelled	30	3000	190	0.4
500-1000 ha	TECNOMA LASER 3224	Self-propelled	24	3200	160	0.03
500-1000 ha	MILLER NITRO 4240	Self-propelled	27.4	3780	170	0.5
500-1000 ha	OCIII-3,5-27	Self-propelled	27	3500	170	0.5

The location of the sprayer booth provides excellent visibility from the operator's seat and easy ergonomic control of all necessary processes during operation. As a rule, the self-propelled sprayer is equipped with an on-board computer, which allows to effectively control the working process of the unit (control of application of drugs is carried out automatically and regardless of speed, data on work performed and treated area, etc.). All four wheels in self-propelled sprayers are steerable, turning is performed by two or four wheels, crab travel is supported and rear wheel slip adjustment is adjusted on slopes. Thanks to the full suspension of the chassis provides excellent control over the condition of the road, as well as the stability of the bar during field work. Four steering wheels provide excellent maneuverability and minimal damage to plants, especially when cornering.

The total number of self-propelled sprayers imported to Ukraine today, both new and used, exceeds 1,000 machines of various modifications.

According to Ukrainian legislation, all equipment related to pesticides and agrochemicals must pass state registration and be tested for compliance with safety and quality of work. Over the past five years, we have actually tested and

evaluated more than 30 different models of self-propelled sprayers of world brands and single representatives of distant overseas countries (from South and North America to Eastern Europe, Chinese analogues of such machines are not found on the Ukrainian market).

УДК 621.7

## **МЕТОДИ ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ПОВЕРХНЕВО ПЛАСТИЧНИМ ДЕФОРМУВАННЯМ**

*Паніна В. В.*

*Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного*

У сучасному машинобудуванні існує проблема передчасного виходу з ладу деталей машин. Втрата їх працездатності зазвичай пов'язана з руйнуванням поверхневого шару. Одними з найбільш простих і ефективних способів, що забезпечують в широкому діапазоні показники якості поверхневого шару, є способи поверхневого пластичного деформування (ППД). Відновлення деталей за допомогою пластичних деформацій засноване на їх здатності змінювати свою геометричну форму і розміри за рахунок перерозподілу металу без руйнування під дією зовнішніх сил. Ремонт деталей пластичною деформацією – один з найбільш поширених методів ремонту деталей, який засновано на пластичному деформуванні зношених деталей з подальшою механічною обробкою [1]. ППД піддають поверхні деталей, що підлягають запресуванню (цапфи валів), що працюють на стирання (плунжери), що зазнають змінне навантаження (шийки колінчастих валів) і ін.

Ресурс деталей після відновлення залежить не тільки від способів усунення дефектів і матеріалу покриття, але і від виду фінішної обробки, що визначає якість поверхонь (шорсткість, форма мікронерівностей, твердість, мікроструктура, величина і вид залишкових напруг, глибина наклепу і т. і.). При відновленні деталей пластичною деформацією (тиском) використовують пластичні властивості металу, здатність при деяких умовах деформуватися під навантаженнями, не втрачаючи цілісності деталі [2].

Методи зміцнення поверхнево пластичним деформуванням:

- Статичне ППД – накопчення фасонних поверхонь; накопчення калібруванням.
- Ударна обробка напівжорсткими елементами – чеканка кулькою, роликом або бійком; відцентрова обробка кульками або роликами; обробка щітками.

- Статичне ППД з накладенням коливань, вібрацій – ультразвукове ППД; вібраційне накатування та вигладжування [3].
- Комбіноване поверхнєве зміцнення – суміщення методів ППД; суміщення ППД з хіміко-термічною, термічною або гальванічною обробкою; іншими методами поверхневого зміцнення.
- Ударна обробка елементами з спрямованою траєкторією – обробка мікрокульками та гідро абразивна; зміцнення дробом.
- Ударна обробка вільними елементами – віброгалтовка, галтовка та гідрогалтовка абразивом, металевими або скляними кульками.
- Суміщення ППД з різанням – поєднання ППД з різанням; випереджувальне ППД і різання.

Під час вибору методів і засобів зміцнення ППД необхідно також враховувати технічні можливості досягнення мінімальних шорсткостей і продуктивність устаткування (табл. 1). Матеріали для робочих тіл інструментів повинні мати вищі фізико-механічні властивості, ніж матеріали оброблюваних деталей. Тобто інструмент повинен мати: високу межу міцності на стискування, високу твердість, здатність протистояти стиранню та ударним навантаженням під час ППД, властивість оброблювати поверхню до отримання мінімальної шорсткості, низький коефіцієнт тертя по металу, велику теплопровідність і теплоємність, високу адгезійну здатність.

Таблиця 1

Залежність шорсткості поверхні від виду зміцнення

Вид зміцнення	Продуктивність зміцнення, м <sup>2</sup> /г	Шорсткість, якої треба досягнути, мкм
Струминно-механічний	20-30	2,5
Барабанно-ударний	4-5	1,25
Вібраційний	0,5-1,5	0,63

Статичні методи ППД отримали найбільш широке поширення внаслідок відносної простоти їх реалізації і стабільності протікання процесу обробки. При статичних методах обробки робоче тіло інструменту діє на оброблювану поверхню з певною постійною силою. Вигладжування є одним з найбільш простих способів поверхневого пластичного деформування. Його відрізняє висока продуктивність і стійкість інструменту. Вигладжуванням досягається шорсткість  $Ra = 0,32 \dots 0,1$  мкм, при обробці зростає мікротвердість.

В ударних методах обробки інструмент, робоче тіло або середовище багаторазово діє на оброблювану поверхню із змінною силою. Розкочування поширене в ремонтному виробництві тому що просте для здійснення та дає значне підвищення експлуатаційних властивостей деталей машин. Суть процесу в тому, що під впливом робочого елемента при взаємному переміщенні інструмента та деталі нерівності поверхні, що оброблюються

пластично деформуються. Завдяки такого процесу шорсткість зменшується і одночасно досягається зміцнення поверхневого шару.

При ППД зміцнення виконується з метою підвищення опору втоми і твердості поверхневого шару металу, формування в поверхневому шарі напруги стиснення, а також певного мікрорельєфу [4].

Якість поверхневого шару, шорсткість і ступінь зміцнення, твердість і стійкість проти спрацювання при обробці кульковими і роликowymi накатками залежить від зусилля накатування, поздовжньої подачі, кількості проходів, швидкості накатування, припуску і шорсткості поверхні до накатування і фізико-механічних властивостей деталі.

Методом зміцнювального накатування можна обробляти деталі, виготовлені або відновлені з матеріалів, що деформуються без руйнування, у холодному стані: вуглецевих і легованих сталей, чавуну, кольорових металів і сплавів, композиційних матеріалів. Цей метод широко використовують при обробці опорних шийок кулачкових валів, поршневих пальців, отворів втулок тощо, замість трудомісткого абразивного доведення.

Для підвищення експлуатаційних властивостей зовнішніх і внутрішніх поверхонь деталей машин в якості фінішної операції застосовується алмазне вигладжування. Суть методу в тому, що роль інструменту виконує алмаз або надтверді матеріали. Алмазне вигладжування забезпечує шорсткість поверхні дванадцятого класу і вище при обробці чорних і кольорових металів і сплавів. Пружна накатка забезпечує кращу якість оброблюваної поверхні деталі, демпфування динамічних навантажень накатування і можливість точно регулювати зусилля тиску інструменту на деталь.

На шорсткість поверхні при такому методі обробки впливає: сила вигладжування, подача та радіус робочої частини інструменту, тобто збільшення сили вигладжування зменшує шорсткість. Зусилля накатування повинно знаходитися в межах від 500 до 1200 Н. Менші значення приймають для матеріалів з низькою твердістю і накатуванням з меншою площиною контакту. На практиці часто зусилля накатування, особливо для жорстких накаток, створюють натягом.

Орієнтовно припуск зазначають як такий, що дорівнює висоті мікронерівностей, оскільки при деформації нерівності згладжуються приблизно на половину їх висоти.

Список використаних джерел

1. Паніна В. В., Дідур В. В., Сірий І. С., Чорна Т. С. Зміцнення деталей за допомогою поверхнево-пластичної деформації. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 2. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tsst/wp-content/uploads/sites/6/naukovyj-visnyk-tdatu-2020-vypusk-10-tom-2.pdf>



2. Паніна В. В., Дашивець Г. І., Новік О. Ю. Оброблення робочих поверхонь зубчастих коліс поверхнево-пластичним деформуванням. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 2. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/naukovyj-visnyk-tdatu-2020-vypusk-10-tom-2.pdf>

3. Oleksii Novyk, Valeriia Panina, Halyna Dashyvets and Andriy Bondar. Increase in Durability of Motor Crankshaft Pin Surface by Vibrorolling.. Modern Development Paths of Agricultural Production. Springer Nature Switzerland AG. 2019. P. 177-182.

4. Паніна В. В., Дашивець Г. І. Спосіб відновлення гільз циліндрів з використанням ФАБО. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2015. Вип. 5, Т.1. С.134-139.

УДК.631.1

## **METHODOLOGY OF PERFORMANCE OF TECHNOLOGICAL OPERATIONS OF RESTORATION OF WORKING CAPACITY OF AGRICULTURAL MACHINES AT LIMITED RESOURCES**

*Ivan Rogovskii*

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

Individual forecasting of the frequency of maintenance and technical condition of vehicles is one of the main reserves for increasing efficiency and further improving the control system for their performance. The use of this reserve is often hampered by the lack of accuracy of existing forecasting methods. An increase in the accuracy of forecasts is possible on the basis of regularities that simultaneously take into account the individual technical condition of the vehicle units and the intensity of its change from the mileage and the values of the operating conditions factors acting on the car and its units at a given mileage. The initial information about the intensity of changes in the technical condition of vehicles are: the values of the parameters used for forecasting; calendar dates and values of vehicle operating time corresponding to the fixed values of the parameter, and other information obtained in the diagnostic center using computerized diagnostic tools. The information is transferred to the automated adaptive control system for processing, in the process of which the arrays of reference and diagnostic information necessary for organizing the forecasting process are formed. For this purpose, specially developed software tools are used. The forecasting process in an automated system is a step-by-step procedure for processing information coming from the diagnostic center. Information

processing is carried out in order to solve two sets of tasks: forecasting itself and statistical processing.

The nature of these tasks and the conditions for their implementation determined the structure and composition of the process of predicting the technical condition of vehicles in an automated system.

The technical support of the forecasting system (FS) is the computerized diagnostic equipment used in the diagnostic center, and the computing facilities of the automated adaptive control system for the technical condition of vehicles.

The information support was developed taking into account the implementation of the functions of the vehicle maintenance and repair system and the functions of the joint venture. Input and output information data are external information support, and organized information arrays are internal support.




External information support includes:

- information about the technical condition of vehicles and information required for their identification in the system;
- control information for the automated adaptive control system for the technical condition of vehicles and information arrays in the computer memory during the implementation of the joint venture;
- information on the dynamics of the technical condition of vehicles;
- information about the current state of vehicles and the results of forecasting, as well as service information (results of control of the received data, emergency messages, etc.).

Internal information support consists of:

- arrays of reference information containing numerical standards required for forecasting and texts used for printing output documents;
- arrays containing information about the current technical condition of vehicles.

Methodological support of PP contains:

-  a methodology for assessing the factors of operating conditions, designed to identify a set of significant factors;
-  a method for constructing system models for predicting the technical condition of vehicles;
-  a technique for predicting the technical condition of vehicles based on multifactor models that take into account the individual condition of the vehicle and its change under the influence of factors of operating conditions.

The functions of the forecasting system are determined by the capabilities of its provision and are implemented in the course of solving specific problems.

The complex of forecasting programs is used, when solving the problem of predicting the technical condition of vehicles providing:

- ✓ processing of the next diagnostics data received from the center of technical diagnostics;
- ✓ making a forecast of the technical condition of the vehicle, taking into account individual characteristics.

In this case (fig. 1), three types of forecasts are performed:

- the current forecast, in which the data of the next diagnostics of the car is entered and the forecast is made for this car for the required date or mileage;
- forecast for the order, in which, without entering the results of the next diagnosis, a forecast is made based on the data accumulated earlier in the computer for the required date or mileage for the vehicles specified in the order;
- forecast up to the limiting state of vehicle units. It is performed automatically for the above types of forecast.

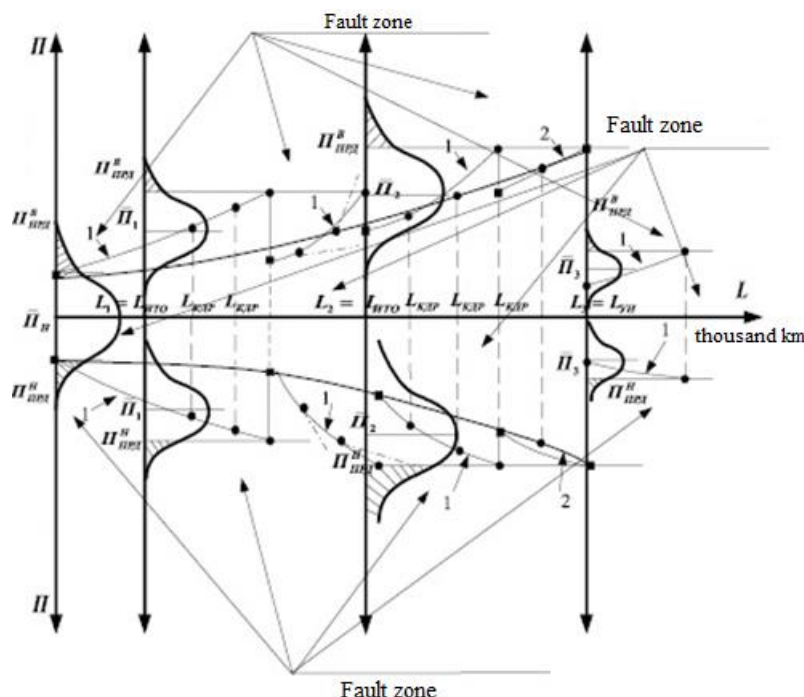


Fig. 1. Scheme for predicting the frequency of individual maintenance when it is necessary to carry out work on the possible elimination of malfunctions of the car, its main units and systems: 1 - the curve for predicting the frequency of individual maintenance; 2 - the curve of predicting the moment of troubleshooting

The results coming from the center for technical diagnostics of car diagnostics are subjected to the following processing when performing prediction:

- control for coincidence with the results of previous diagnostics and for coincidence with the standard values of diagnostic parameters. Data that has not passed the control are excluded from further processing. The data that have passed the control are recorded in the computer memory on magnetic disks;
- a forecast is calculated for each of the diagnostic parameters of a particular vehicle. The forecast is based on the use of a library of multivariate forecasting models. The basis for choosing a specific model from the library (the choice is made by a computer automatically) are the following features: the make and model of the car, the name of the unit; unit characteristics (new, overhauled);

name of the predicted parameter. The forecast takes into account the value of its mileage in the forecast interval, the individual current technical condition.

The forecast results are:

- predicted values of diagnostic parameters for a given date or a given mileage;
- date and vehicle mileage at which each of the diagnostic parameters reaches its limit value;
- predicted values of the frequency of individual vehicle maintenance and predicted values until the need to carry out work on the possible elimination of malfunctions of the car, its main units and systems. The forecasting scheme is shown in the figure.

УДК 631.1

## **ARCHITECTURE AND ANALYSIS OF MECHANISMS OF ENGINEERING MANAGEMENT OF MULTIAGENT SYSTEM OF GRAIN HARVESTING**

*Ihor Sivak*

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

Mechanisms OAM ("Operation, Administration, Maintenance") in CE technology is a set of standardized commands and messages for performing tasks of management, monitoring and control of the state of network elements. To implement the OAM mechanisms in Carrier Ethernet, a special architecture is provided, in accordance with which domains are allocated on the network structure for high-quality TP control.

One of the targets of an OAM implementation is Fault Management, which provides the ability to detect, validate, isolate faults, and report service availability problems. These functions are performed in accordance with the IEEE 802.1ag and IEEE 802.3ah standards.

The IEEE 802.1ag standard describes the functionality of a connectivity fault management (CFM) mechanism for implementing OAM in CE-enabled networks. The main mechanisms of CFM include a set of devices that provide a service under the control of a specific operator, a set of elements for monitoring the network parameters. The following mechanisms are used to solve the problems of fault management:

- Continuity Check - a mechanism for checking for faults and notifying about their occurrence);
- Loopback - a mechanism for checking service availability in the selected route by testing bidirectional connectivity;

- Linktrace - mechanism for localizing a fault.

The ITU-T Y.1731 standard as well as the IEEE 802.1ag (CFM) standard enables fault management functions. At the same time, there are peculiarities regarding the mechanisms for notifying about the failure, and the methods of sending service messages. In this case, both standards complement each other.

Table 1

OAM standards in Carrier Ethernet

Fault Management Phase / Mechanism Execution	Standard	Subtask
Failure detection	802.1ag	Definition of failure
Continuity Check Mechanism	802.3ah	Connection monitoring
Alert Continuity Check Mechanism	802.1ag	Remote Fault Notification
		Checking message continuity
	Y.1731	Formation of a warning signal about the presence of a malfunction
	802.3ah	Channel failure notification
		Exceeded error notification
	MEF-16	Periodic polling and asynchronous notification
Checking Loopback Mechanism	802.1ag	Service availability check
	802.3ah	Checking the availability and correctness of traffic transmission with the ability to establish a loop at the remote end
	Y.1731	Test Signal Formation
Localization Linktrace mechanism	802.1ag	Failure localization and channel performance testing
	802.3ah	Failure localization and link performance testing to monitor remote OAM client

The IEEE 802.3ah standard defines functions related to the provision of connection information for OAM messages.

The functions shown in Table 1 provide a visual insight into the operation of the basic mechanisms for each stage of failure management.

Configuration management is based on the procedures described in the MEF-16 standard. Mechanisms such as periodic polling and notifications about the configuration status of the remote interface between the end device and the network (User to Network Interface - UNI), as well as notifications about the addition, removal and status of a virtual connection (Ethernet virtual connection - EVC) are performed here.

УДК 631.3:62-231.3

## **VIBRATION ENERGY OF BOLT FASTENERS OF AGRICULTURAL TECHNIQUE**

*<sup>1</sup>Yaroslav Mykhailovich, <sup>2</sup>Andriy Rubets*

*<sup>1</sup>National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*

*<sup>2</sup>Bila Tserkva National Agrarian University*

The concept of the energy of vibration of agriculture technique bolt fasteners is presented. It is worthy to note that several factors affect angle movement of thread detail (male and female). Energy of vibration within a certain range of frequency and amplitude may cause bolt loosening. It becomes interesting when contact surfaces of bolt fasteners are not overloaded but thread fastener loosens.

There are damping and spring specification of materials and its fasteners of agricultural machines. They cause energy loosing during vibration spreading from source of vibrating machine units to thread fasteners. Therefore thread fasteners wear forced vibrations, which have a lot of frequencies with different influence to vibration energy. Measured vibration under supporting surface of bolt and nut is result of vibration of all moving details and mechanisms of each direction X, Y and Z axis. Energy supplied by the constrained force is expended on transforming the energy of the system: the kinetic energy transforms to potential energy and back. Energy of vibration of supporting surface of bolt and nut is almost equal to one another when thickness of clamped details is relatively small (less than 2 major diameters of thread rod) or power of relative movement is not enough. Analyzing of received dependences in this research where carried out.

Introduction. Over 60 % fasteners of modern agricultural technique are threaded [1]. Unlike stationary machines all threaded fasteners of agricultural technique have been influenced of the oscillation loading in three rectangular directions. Influence of such character of vibration on the capacity of connection requires further scientific researches [2, 3, 4].

For providing of the effective use of the threaded fasteners execute the calculation of their parameters depending on the terms of the use, character of loading, necessity of maintenance and others like that. Vibration energy of angle movement is one way to understand working ability of bolt fastener and planning of maintenance rate for any conditions.

Material and Methods. A research object is a vibration of the threaded fastener of agricultural technique. Measuring of vibration was done with Bruel & Kjaer instruments for measuring vibration.

The results of researches are got with the use of methods of theoretical mechanics, mathematical analysis, statistical treatment.

Results and Discussion. Energy of vibration flows from moving parts of machine to contact surfaces of threaded details and clamped details. It induces vibration of bolt and nut (maybe washer too). Therefore one of the bolt assignment is to dissipate energy to decrease adverse effect of vibration.

Table 1

Relative vibration, measured on supporting surface of bolt

Number of measurement	Time, s	Direction of measurements		
		Vertical 0-Z	Longitudinal 0-Y	Lateral 0-X
1	0	1.268	-2.336	0.004
2	0.001667	0.888	-2.516	0.004
3	0.003333	1.78	-2.696	0
4	0.005	1.528	-3.044	0.004
5	0.006667	1.336	-3.68	0
6	0.008333	0.728	-3.9	0.004
...	...	...	...	...
10000	16.665	...	...	...

In fact, energy of vibration consists of energy of angle vibration and energy of rectilinear vibration.

The vibration of tightened bolt of grain harvester combine is written at working time with sampling rate 600 Hz (see Table. 1).

Observing Fig. 1, it can be found that real dependences of vibration have several main frequencies (at least 22 Hz, and 62 Hz as seen on Fig.1, 2).

Figure 1. Relative vibration of bolt fastener at 3 directions

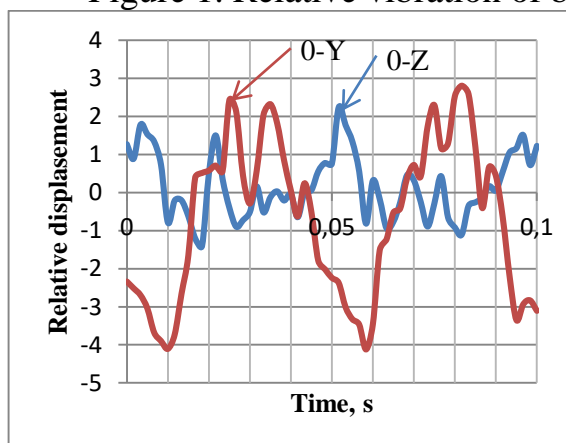


Fig. 1. Relative vibration of bolt at Y-axis and Z-axis directions

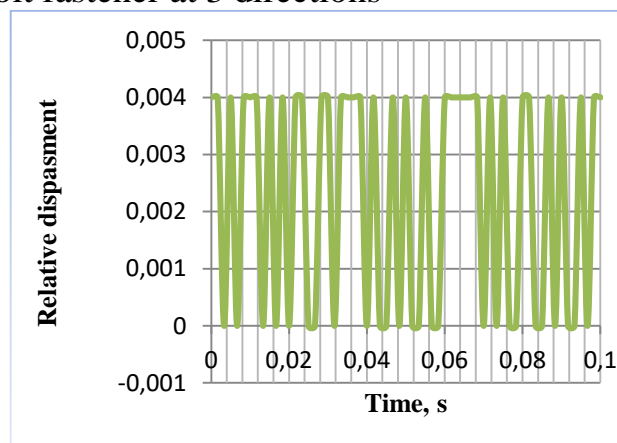


Fig. 2. Relative vibration of bolt at X-axis direction

Let's consider geometric specification of bolt fastener that vibrates.

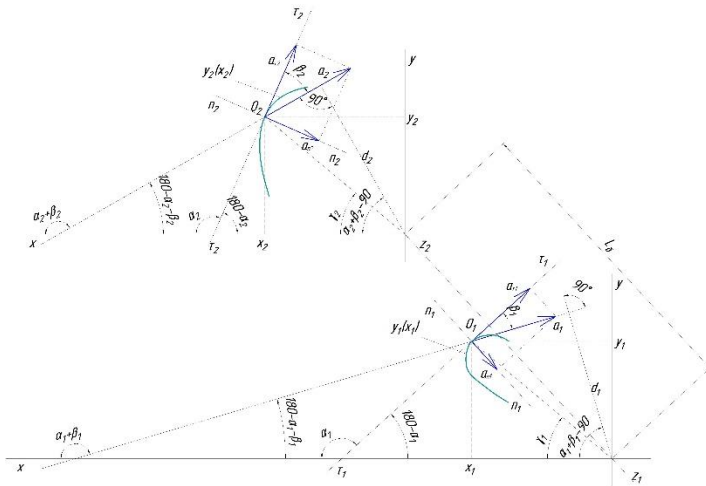


Fig. 3. A chart for calculation of geometry of vibration.

Distance  $d_1$  to the axis OZ at any moment of time due to known mathematical dependences written down so (Fig. 3)

$$d_1 = \sqrt{x_1^2 + y_1^2} \cdot \cos(\alpha_1 + \beta_1 - \gamma_1 - 90) = \sqrt{x_1^2 + y_1^2} \cdot \sin(\alpha_1 + \beta_1 - \gamma_1) \quad (2)$$

where angle  $\alpha_1$  it is the angle of slope of tangent to the

$$\alpha_1 = \arctg\left(\frac{\dot{z}_1}{\dot{y}_1}\right),$$

$\beta$  – angle of slope to line of action of complete acceleration

$$\beta_1 = \arctg\left(\frac{a_{n1}}{a_{\tau 1}}\right),$$

where  $a_{n1}$ ,  $a_{\tau 1}$  – normal and tangent part of acceleration.

Angle  $\gamma_1$

$$\gamma_1 = \arctg\left(\frac{z_1}{y_1}\right).$$

A relation of moment of force is in relation to an axis OZ to mass ( $M^2/c^2$ ):

A moment of force is in relation to an axis OZ for a bolt

$$M_1 = m_1 \cdot a_1 \cdot d_1,$$

where  $a_1$  – full acceleration of points of supporting surface of bolt head,  $M/s^2$ ;

$m_1$  – effective mass perceived by supporting surface  $O_1$ , kg.

Dependence of relation  $M/m$ , as relative energy parameter of angular relative vibrations of point  $O_1$  written down so:

$$\frac{M_1}{m_1} = \left\{ \frac{\left( \begin{aligned} &-a_{1.1}\omega_{1.1}^2 \sin(\omega_{1.1}t + \varphi_{1.1}) \cdot \\ &a_{1.2}\omega_{1.2} \cos(\omega_{1.2}t + \varphi_{1.2}) - a_{1.1}\omega_{1.1} \cos(\omega_{1.1}t + \varphi_{1.1}) \cdot \\ &(-a_{1.2}\omega_{1.2}^2 \sin(\omega_{1.2}t + \varphi_{1.2})) \end{aligned} \right)^2}{(a_{1.1}\omega_{1.1} \cos(\omega_{1.1}t + \varphi_{1.1}))^2 + (a_{1.2}\omega_{1.2} \cos(\omega_{1.2}t + \varphi_{1.2}))^2} + \right. \\ \left. + (-a_{1.1}\omega_{1.1}^2 \sin(\omega_{1.1}t + \varphi_{1.1}))^2 + (-a_{1.2}\omega_{1.2}^2 \sin(\omega_{1.2}t + \varphi_{1.2}))^2 \right\}^{0.5} \times \\ \times \sqrt{(a_{1.2} \sin(\omega_{1.2}t + \varphi_{1.2}))^2 + (a_{1.1} \sin(\omega_{1.1}t + \varphi_{1.1}))^2} \\ \cdot \cos\left(\arctg\left(\frac{(a_{1.2}\omega_{1.2} \cos(\omega_{1.2}t + \varphi_{1.2}))}{(a_{1.1}\omega_{1.1} \cos(\omega_{1.1}t + \varphi_{1.1}))}\right) + \right.$$



$$\begin{aligned} & \times \cos \left( \arctg \left( \frac{(a_{1.2} \omega_{1.2} \cos(\omega_{1.2} t + \varphi_{1.2}))}{(a_{1.1} \omega_{1.1} \cos(\omega_{1.1} t + \varphi_{1.1}))} \right) + \right. \\ & + \arctg \left( \frac{\left( \begin{aligned} & -a_{1.1} \omega_{1.1}^2 \sin(\omega_{1.1} t + \varphi_{1.1}) \cdot \\ & a_{1.2} \omega_{1.2} \cos(\omega_{1.2} t + \varphi_{1.2}) - a_{1.1} \omega_{1.1} \cos(\omega_{1.1} t + \varphi_{1.1}) \cdot \\ & (-a_{1.2} \omega_{1.2}^2 \sin(\omega_{1.2} t + \varphi_{1.2})) \end{aligned} \right)}{\left( (a_{1.1} \omega_{1.1} \cos(\omega_{1.1} t + \varphi_{1.1}))^2 + (a_{1.2} \omega_{1.2} \cos(\omega_{1.2} t + \varphi_{1.2}))^2 \right)^{0.5}} \right) - \\ & \left. - \arctg \left( \frac{(a_{1.2} \cos(\omega_{1.2} t + \varphi_{1.2}))}{(a_{1.1} \cos(\omega_{1.1} t + \varphi_{1.1}))} \right) - \frac{\pi}{2} \right\} \end{aligned}$$

Putting the value of the parameters of vibration of the threaded fastener, measured in the field terms, will get the graph of dependence of change of relative parameter from time (Fig. 4).

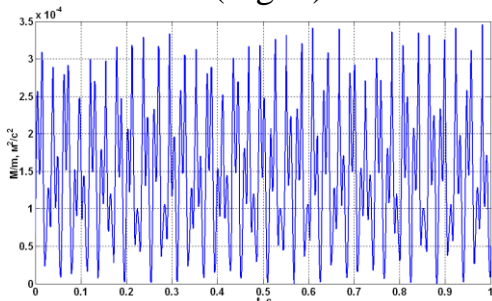


Fig. 4. Dependence of change of relative energy  $M/m$  from time.

From a graph evidently, that relative size that has a dimension of J/kg will operate as toward screwing up so toward the back off of the threaded fastener and in the ideal terms of the mutual angular moving will be not caused, as a nut has an axis of symmetry, that passes through the neutral line of the threaded bar. A critical condition during work of such

fasteners will be due to angle oscillation loosening of supporting surface of nut in combination with the causing of torque moment toward a combination with the causing of torque moment toward a loosening.

### Conclusions

Angle oscillation in the contact of supporting surface of nut will arise up with the change of phases  $\theta=\pi$  in relation to the coordinate of point  $O_1 (x_1; y_1)$  due to the bending vibrations of the threaded bar. It is in case of relative vibrations of the connected details. Possible unperpendicularity of supporting surface and axial line of nut, out-of-parallel of surfaces of the connected details in combination with the vibrations of moment will assist the mutual angular micro-movement of nut and threaded bar. The increase of friction on the supporting surface of nut is able to minimize the phenomenon mentioned above.

An analysis of dependence of change of relative size of  $M/m$  is from the difference of initial phases  $\phi_{2.1}/\phi_{1.1}$  and represents periodic lances time along lines inclined under a corner to the axis, what are not critical during normal work of the threaded fastener due to vibrations from negative to positive value.

Amplitude is arising more intensively  $M/m$  because the change of relation of frequencies of rectangular vibrations  $\omega_{2.1}/\omega_{1.1}$ : when relation of frequencies increases 3 times the relative value of  $M/m$  increases more than in 10 times.

### References

1. *N.G. Pai, D.P. Hess* Influence of fastener placement on vibration-induced loosening / *Journal of sound and vibration* 268 (2003) P. 617–626
2. *Anirban Bhattacharya, Avijit Sen, Santanu Das*. An investigation on the anti-loosening characteristics of threaded fasteners under vibratory conditions/ *Mechanism and Machine Theory* 45 (2010) P. 1215–1225
3. *John D. Reid, Nicholas R. Hiser*. Detailed modeling of bolted joints with slippage. *Finite Elements in Analysis and Design* 41 (2005) 547–562
4. *Ingrid A. Rashquinha and Daniel P. Hess*. Modelling nonlinear dynamics of bolted assemblies. *Applied Mathematical Modelling* 1997, Vol. 21 P.801-809.

УДК 631.31

## СУЧАСНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ТА ЗНОСОСТІЙКОСТІ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН

<sup>1</sup>Борак К. В., <sup>2</sup>Ващук Ю. В.

<sup>1</sup>Житомирський агротехнічний коледж

<sup>2</sup>Поліський національний університет

Підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин – одне із основних завдань сучасного машинобудування та підприємств з їх експлуатації. Актуальність цієї проблеми зумовлена не тільки необхідністю скорочення витрат матеріалів, але й зменшенням затрат на технічне обслуговування і скорочення простоїв техніки внаслідок необхідності заміни зношених робочих органів.

Як відомо з багатьох робіт, підвищити довговічність і зносостійкість деталей та робочих органів машин можна трьома методами: технологічним, конструкційним та експлуатаційним. В праці Н. К. Мишкіна наголошено, що здобуті за 50 років знання в галузі трибології реалізуються в промисловості в такому співвідношенні 80% конструювання та 20 % експлуатація. Мишкін Н. К. посилається на доповідь П. Джоста на конференції в Лондоні 2016 року, де під конструюванням розуміють використання конструкційних і технологічних методів підвищення зносостійкості. Стосовно такого розподілу для робочих органів ґрунтообробних машин роль експлуатаційних методів буде ще меншою. Наявні методи підвищення довговічності та зносостійкості деталей і робочих органів ґрунтообробних машин представлено на рис. 1.

Великий внесок у вирішення проблеми підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів, які працюють у ґрунтовому середовищі,

пояснення механізму абразивного зношування робочих органів в ґрунті зробили: Б. І. Костецький, М. М. Северньов, В. Н. Ткачов, М. М. Хрущов, R. C. D. Richardson, М. А. Moore, М. М. Тененбаум, А. Ш. Рабінович, В. В. Аулін, А. М. Михальченков, С. А. Сидоров та ін. Незважаючи на велику кількість праць у цьому напрямку, багато питань залишаються не розкритими. Насамперед це пов'язано з розв'язанням проблеми підвищення довговічності та зносостійкості конкретним методом без урахування всіх наявних методів. На нашу думку такий, спосіб вирішення проблеми неприпустимий, оскільки суттєво підвищити довговічність та зносостійкість робочих органів можна завдяки впровадженню комплексного підходу з використанням конструктивних, технологічних та експлуатаційних методів.



Рис. 1. Методи підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин

Технологічним методам підвищення зносостійкості деталей і робочих органів машин, що працюють в умовах абразивного зношування, приділили найбільше уваги конструктори та науковці. Усі дослідження здебільшого зводяться до вибору режимів обробки матеріалу деталей або вибору

способів і матеріалів зміцнення поверхні, що взаємодіє з абразивним середовищем.

У світі проведено багато подібних досліджень, але всі вони спрямовані на вирішення локальних завдань підвищення зносостійкості й довговічності конкретного робочого органу ґрунтообробних машин для певних умов експлуатації.

Як бачимо, існують різноманітні технологічні способи підвищення зносостійкості та довговічності робочих органів ґрунтообробних машин. Здебільшого вони запропоновані для певного робочого органу, який експлуатується в конкретних умовах. Використання таких способів у разі зміни умов і режимів експлуатації є сумнівним. Необхідно провести аналіз та синтез наявних робіт і систематизувати такі способи за умовами та режимами експлуатації, після чого провести дослідження й розробити узагальнені рекомендації для різних типів робочих органів з урахуванням умов та режимів експлуатації, що дозволять суттєво підвищити їхню довговічність та зносостійкість.

Вибір матеріалу робочих органів ґрунтообробних машин повинен не тільки враховувати стійкість до абразивного зношування, а й забезпечувати найменші економічні витрати. Для виробництва робочих органів ґрунтообробних машин найчастіше застосовують сталі з умістом вуглецю 0,6..0,7% та борвмісні сталі.

Як уже зазначалося раніше, величина тиску на різальній кромці істотно впливає на інтенсивність зношування робочих органів ґрунтообробних машин, саме тому один з основних конструктивних методів підвищення довговічності та зносостійкості – проектування робочих органів з формою, яка буде сприяти зменшенню опору руху в ґрунті та буде близькою до форми природного зношування.

Дослідники доволі часто намагаються оптимізувати геометричні параметри для зменшення тягового опору, що зі свого боку сприятиме підвищенню зносостійкості. Зокрема в роботі «Theoretical justification of the type of a flat-cutting working body of a ploughshare» обґрунтована форма плоскорізного робочого органу, яка дозволить зменшити його тяговий опір і забезпечить підвищену зносостійкість.

Серед експлуатаційних методів підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин найбільшого поширення набув вибір режимів експлуатації. Зокрема, досліджено вплив швидкості та вологості ґрунту на інтенсивність зношування. Усі ці дослідження проведено для певного робочого органу й конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Не вивченим залишається вплив агрегатного стану ґрунту зважаючи на можливі процеси самоорганізації.

Вибір способу зберігання робочих органів ґрунтообробних машин має суттєвий вплив на забезпечення їх надійної роботи, оскільки 90% часу ґрунтообробні машини знаходяться на зберіганні. У процесі зберігання

поверхня робочих органів ґрунтообробних машин піддається інтенсивній атмосферній корозії, що призводить до підвищення інтенсивності зношування після зняття агрегату зі зберігання. На сьогодні сільськогосподарські підприємства не забезпечують якісних умов зберігання через відсутність спеціальних приміщень і матеріальних ресурсів. Враховуючи факти вище зазначені, необхідно обґрунтувати комплекс заходів для забезпечення зберігання з мінімальними наслідками корозії та мінімальними економічними затратами.

Для забезпечення підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин потрібно розробити систему експлуатації на основі застосовування комплексного підходу зважаючи на всі вагомі чинники.

УДК 631.371

## **ОБґРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ВІТЧИЗНЯНИХ І ЗАРУБІЖНИХ ОБ'ЄМНИХ ГІДРОПРИВОДІВ**

*Міненко С. В., Козир А. І.  
Поліський національний університет*

Для проведення якісного технічного обслуговування, діагностування та ремонту гідроагрегатів, що вийшли з гарантійного обслуговування, існує гостра необхідність в контролі їх технічного стану з метою встановлення достовірних причин втрати працездатності. Однак, в умовах ремонтних підприємств і сервісних центрів без наявності спеціалізованого обладнання (стенду), нормативної документації та висококваліфікованих фахівців, зробити це не представляється можливим.

Для достовірного контролю технічного стану об'ємних гідроприводів вітчизняного і зарубіжного виробництва в умовах ремонтних підприємств і сервісних центрів необхідно визначення різних технічних характеристик (параметрів діагностування), регламентованих заводами-виробниками, за якими визначається їх працездатність і робиться висновок про придатність до їх подальшої експлуатації.

У таблиці 1 представлені основні параметри діагностування найбільш поширених гідроагрегатів в ремонтних майстернях агропромислового комплексу України. З таблиці 1 видно, що гідроагрегати об'ємних гідроприводів мають велику кількість діагностичних параметрів (вимірюваних/розрахункових), які можливо визначити тільки за допомогою різних приладів (манометрів, витратомірів, гідротестерів, тахометрів і ін.).

Таблиця 1

Основні параметри діагностування гідравлічних комбайнів, регламентовані вітчизняними і зарубіжними заводами-виробниками

Найменування параметра	Об'ємний гідропривід						
	Гідросила		<i>Sauer-Danfoss</i>	<i>Eaton</i>	<i>Linde</i>		<i>Bosch Rexroth</i>
	ГСТ-90	ГСТ-112	90R100 90M100	6423-618 6433-113	BMV70 R BMF75	HPV1 05 HMF 105	AA4VG A2FM
Робочий об'єм, см <sup>3</sup> /об							
- мінімальний	0	0	0	0	0	0	0
- максимальний	89±1,3	112±2,0	100,0	105,5	70,9	105,0	90,0
Частота обертання, об/хв.							
- мінімальна	500	500	500	500	500	500	500
- номінальна	1500	2000	3300	3500	3000	2900	2000
- максимальна	2600	3000	3650	3720	3300	3200	3050
Об'ємна подача/витрата, л/хв							
- номінальна	126,82	212,80	330,0	350,70	202,10	289,30	171,0
- максимальна	253,65	319,20	346,70	375,0	222,30	319,30	275,0
Тиск в лінії нагнітача, МПа							
- номінальний	27	27	42	24,1	25	25	40
- максимальний	40	42	48	41,5	42	42	45
Тиск в лінії управління, МПа							
- номінальний	1,40	1,45	1,40	1,50	1,60	1,90	2,20
- максимальний	1,80	1,80	4,0	2,30	2,10	4,0	4,0
Температура робочої рідини, °С	50±5		60-85	60-82	60-75	60-85	65-80
Об'єм насосу підживлення, см <sup>3</sup> /об	18,03	18,03	26,0	27,9	18,3	22,5	27,0
Тиск в лінії дренажу, МПа							
- максимальний постійний	0,25	0,25	0,3	0,3	0,15	0,25	0,4
- максимальний короткочасний (до 5сек)	0,50	0,50	0,50	0,5	0,50	0,50	0,50
Привідний крутний момент, Нм							
- номінальний	405,9	510	743	441	140	420	573
- максимальний	610,5	767	849	773	250	670	716
Вихідний крутний момент, Нм							
- номінальний	326	404	667	449	331	418	501
- максимальний	490	610	763	656	501	702	573
КПД, %, не менше							
- об'ємний	0,95						
- гідромеханічний	0,90						
- повний	0,86						
Маса без робочої рідини, кг							
- гідронасосу і гідромотора	78 і 48	78 і 50	68 і 34	85 і 48	50 і 28	60 і 33	53 і 23

Таблиця 2

Необхідні технічні характеристики стенда для контролю технічного стану  
об'ємних гідроприводів

Зміна параметра	Діапазони параметрів діагностування для контролю технічного стану об'ємних гідроприводів
<i>Вимірювальні</i>	
Частота обертання приводного вала, об/хв.	
- гідронасосу	500-3720
- гідромотора	500-3720
Потужність електродвигуна, кВт	не менше 70
Подача/витрата в лінії нагнітання, л/хв	
- min	33,6
- max	375,0
Тиск в лінії нагнітання, МПа	
- min	24,1
- max	48
Тиск в лінії управління, МПа	
- min	1,40
- max	4,0
Тиск в лінії дренажу, МПа	
- min	0,15
- max	0,50
Крутний момент на валу гідронасоса, Нм	
- min	140
- max	849
Крутний момент на валу гідромотора, Н·м	
- min	326
- max	763
Температура робочої рідини, °С	
- min	45
- max	85
Повнота діагностування стенда	1
<i>Розрахункові</i>	
Об'ємний ККД окремих агрегатів (гідронасоса и гідромотора)	0 - 0,95
Гідромеханічний ККД агрегату	0 - 0,90
Загальний ККД об'ємних гідроприводів	0 - 0,86

І на основі отриманих даних дати висновок про працездатність об'єкта діагностування. Зарубіжні гідроагрегати мають різні параметри потужності і конструктивне виконання: у одних застосовується гідромеханічне управління, у інших – електрогідравлічне; використовуються різні системи захисту і контролю; є вбудовані регулятори підтримки потужності, тиску і подачі/витрати робочої рідини. Тому сучасні стенди повинні враховувати конструктивні особливості випробовуваних гідроприводів.

Заводами-виробниками регламентовано велику кількість діагностичних параметрів гідроагрегатів об'ємного гідроприводу (табл. 1). ДСТУ вводить поняття «повнота діагностування ПД» - це відношення числа контрольованих (вимірюваних або розрахункових) параметрів діагностування  $ДП_c$  до загальної кількості параметрів  $ДП_{zu}$ , встановлені заводом-виробником для випробуваного об'ємного гідроприводу:

$$ПД = ДП_c / ДП_{zu} \quad (1)$$

Аналізуючи вираз (1), можна зробити висновок, що максимальною повнотою діагностування будуть володіти ті стенди, які дозволять контролювати (вимірювати/розраховувати) всі параметри діагностування гідроагрегатів, представлені в табл. 1. Тоді повнотою діагностування, що дорівнює 1 ( $ПД = 1$ ), будуть мати методики і стенди заводів-виготовлювачів.

Таким чином, аналіз параметрів технічного діагностування вітчизняних і зарубіжних об'ємних гідроприводів дозволив висунути вимоги до стенду для контролю технічного стану гідроагрегатів (табл. 2), у якого  $ПД = 1$ . Для досягнення заявленого результату стенд повинен реалізовувати методику випробувань заводів-виробників в умовах ремонтних підприємств і сервісних центрів і з високою точністю визначати (контролювати) основні параметри діагностування, представлені в табл. 1.

УДК 665.7

## ВПЛИВ ВОДИ НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ І ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ПАЛИВА

*Савченко В. М., Савченко Л. Г., Літвінець В. М.  
Поліський національний університет*

Вода в паливі впливає не тільки на роботу паливної апаратури, а й на роботу двигуна в цілому. Розглянемо докладніше вплив води в паливі на зміни його фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей.

При зниженні температури палива до негативних температур, мікрокраплі води, що знаходяться в ньому замерзають, утворюючи кристали льоду. При цьому у насиченому водою нафтопродукту підвищуються температури помутніння, початку кристалізації і замерзання.

Вода, що міститься в паливі значно погіршує фільтрованість при негативних температурах, що пояснюється закупорюванням пір фільтруючих елементів кристалами льоду.

Сухі палива можуть мати хорошу фільтрованість навіть при температурі значно нижчою за температуру початку кристалізації, що пояснюється їх здатністю до переохолодження. Але при наявності навіть



невеликої кількості води в паливі, що утворюються при її замерзанні кристали льоду служать центрами кристалізації для вуглеводнів з високою температурою плавлення, переохолодження яких при цих температурах не відбувається.

Прокачуваність насичених водою палив при низьких температурах також значно гірше в порівнянні з сухими, тому що утворюються кристали льоду і вуглеводнів ускладнюють їх рух по трубопроводах, викликаючи при цьому ефект, аналогічний картині, що спостерігається при підвищенні в'язкості рідини. Зі збільшенням діаметра трубопроводу цей ефект проявляється менше, проте фіктивне збільшення в'язкості палив залишається досить помітним.

Вода також підвищує справжню в'язкість палив і ця залежність проявляється тим більше, чим нижче температура.

Кристали льоду в паливі, що утворюються при замерзанні води при негативних температурах, здатні привести до утворення так званих крижаних заторів і повністю закупорити систему живлення, що призводить до зупинки двигуна. Особливо небезпечним в цьому відношенні є ділянка паливної системи з низьким тиском – всмоктувальний: від паливного бака до фільтра грубої очистки і до насоса, що підкачує. Взимку для розігрівання загустілого дизельного палива в баку або іншому агрегаті паливної системи, механізатори часто користуються відкритим полум'ям факела або паяльної лампи, що небезпечно.

Крім того, вода потрапляючи в зазори прецизійних пар, призводить до «замерзання» спряжень, що може спричинити поломку при пуску дизеля.

При підготовці палива до згоряння, найважливішим процесом є його випаровування, тобто його перехід з рідкого в пароподібний стан. На якість випаровування палива сильно впливає ступінь його розпилювання, що характеризується середнім діаметром крапель палива. Присутність в паливі води призводить до його нерівномірного розпилювання. Наявність в краплях розпорошеного палива мікрровключень води змінює поверхневий натяг і викликає значні коливання в розмірах крапель, що погіршує умови випаровування.

Присутність води негативно впливає і на сам процес випаровування, тому що вода, випаровуючись, знижує температуру в камері згоряння і зменшує тиск парів палива, а ці фактори роблять сильний вплив на повноту і швидкість випаровування.

Відзначається, що використання насиченого водою палива призводить до порушення роботи дизеля на холостому ходу і утруднення його пуску, але під навантаженням цих порушень може бути не помітно.

Вуглеводні, що входять до складу палив і олив, за своєю хімічною природою нейтральні і не викликають корозії металів. Однак в умовах експлуатації в них завжди міститься певна кількість органічних і

неорганічних сполук (кислоти, луги, сірчисті з'єднання, перекис і т.д.), присутність яких різко підвищує їх корозійну агресивність.

Якщо в нафтопродукті є вода, то активні в корозійному відношенні речовини дисоціюють у водному розчині і утворюють електроліти, що призводить до корозії, яка носить електрохімічний характер. Особливо інтенсивно цей процес протікає в тих випадках, коли нафтопродукт, з водними включеннями, контактує з різними металами, що мають різний електрохімічний потенціал. Однак, навіть у одного металу, завжди зустрічаються в хімічному відношенні неоднорідні ділянки, при взаємодії яких з електролітом збуджується електричний струм і виникає електрохімічна корозія – руйнування металу на ділянках, які грають роль позитивних електродів (анодів).

Визначення корозійної стійкості легованих сталей при температурі 55 °С показало, що в паливах з водними включеннями піддаються корозії навіть сталі марок 12ХНЗА, ШХ15 і ХВГ, а низьколеговані сталі марок 15, 20 і т.д. кородують вже протягом декількох годин. У сухому паливі корозія цих сталей не спостерігається протягом 250...300 діб.

Встановлені на більшості тракторів і комбайнів паливні баки, як правило, не мають достатньо надійних захисних покриттів, що є однією з головних причин їх підвищеної корозії. Продукти корозії, потрапляючи в паливну систему, викликають інтенсивне зношування, а іноді і відмови паливної апаратури. Вода здатна погіршувати в'язкість палив, що відображається на їх змащувальній здатності. На протизносні властивості палив впливає як розчинена так і вільна вода.

Дослідження впливу розчиненої води на змащувальні властивості палив в кількостях, близьких до межі насичення в інтервалі температур 10...30 °С, що проводилися з парами тертя сталь ХВГ - сталь ШХ15, сталь ШХ15 - сталь ШХ15, сталь Х12М - сталь ЕІ347Ш, бронза БРОФ7-02 - сталь Х12Ф1 показали, що при утриманні в паливі розчиненої води більше 0,008% його протизносні властивості погіршуються, а протизадирні – залишаються практично без зміни.

При наявності в паливі емульсійної води значно погіршуються як протизносні так і протизадирні властивості. Очевидно, що в першому випадку грає роль зниження в'язкості палива при розчиненні в ньому води, а в другому – мають місце розриви мастильної плівки і виникнення сухого тертя.

Всі ці явища особливо небезпечні для прецизійних пар паливної апаратури, для них паливо є мастилом

УДК 621.7.024.4.002.8

## **МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ УТИЛІЗАЦІЇ МІЮЧИХ РОЗЧИНІВ ЦЕХУ РЕМОНТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ**

*Чернишова Л. М., Мовчан С. І., Парахін О. О.  
Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного*

В даний час особливу актуальність має очищення стоків підприємств, розташованих в басейнах річок, що впадають в Азовське і Чорне моря. Існуючі методи очищення стоків від масел, поверхнево-активних речовин, іонів важких металів не завжди забезпечують заданий об'єкт очищення або складні в експлуатації. Тому виникає необхідність в розробці нових прогресивних методів утилізації. В результаті виробничої діяльності ремонтних підприємств сільськогосподарської техніки утворюються небезпечні для навколишнього середовища маслорідинні відходи. Однак у літературних джерелах недостатньо висвітлені аспекти їх утилізації. Основний виробничий цикл ремонту двигунів на ремонтно-механічному заводі складається з зовнішнього пропарювання агрегату в пропарювальній камері зі скиданням стоків, що утворюються, в збірний колодязь. Далі відбувається розбирання двигуна на окремі вузли і мийка їх в кресових миючих машинах з періодичним скиданням відпрацьованих миючих розчинів в збірні ємності. Після відновлення деталей здійснюється складання дизеля і його випробування на стендах. Необхідні деталі електрохімічним шляхом оцинковують, хромують або залізнять. Основними джерелами виробничого водоспоживання є: ділянка випробування дизелів, що поступають на ремонт, гальванічна ділянка з лініями цинкування і травлення деталей, миюча ділянка. Загальна технологічна схема приготування мастила на основі відпрацьованих миючих розчинів буде складатися з приймача відпрацьованого масла, яке буде надходити з ділянки випробування дизелів і збірника масляного шламу ділянки мийки, збірника-емульгатора мастила, насоса для перемішування, ежекторного пристрою. Дослідження показали, що низькоконцентровані стічні води забруднені маслом, дизпаливом, суспензією, іонами важких металів. Концентрація нафтопродуктів досягає 1...4 г/л.

Установка для приготування мастила буде працювати наступним чином. Відпрацьований миючий розчин після попереднього освітлення від грубодисперсних домішок насосом перекачується в збірник-емульгатор, а масляні відходи транспортуються в приймач відпрацьованого масла, який з'єднаний з ежекторним пристроєм. При роботі насоса частина відпрацьованого миючого розчину буде надходити з напірного

трубопроводу на ежектор, в якому створюється розрідження. При цьому обсяг масла, який встановлюється в залежності від початкової концентрації миючого розчину змішується в дифузорі ежектора і надходить у всмоктуючий патрубок насоса для додаткового перемішування в корпусі насоса. Цим підвищується високий ступінь емульгування масла, що підвищує якість приготування мастила. Далі суміш мастила і відпрацьованого миючого розчину надходить до збірки-емульгатор через перфоровану трубу, встановлену в його нижній частині. Частина деемульгированого масла спливає в верхню частину збірника-емульгатора і через перфоровану збірну трубу, з'єднану зі всмоктуванням патрубком насоса надходить для повторного перемішування.

Аналіз складу відпрацьованого миючого розчину дозволяє зробити висновок о доцільності його застосування в якості змазок для сталевих форм залізобетонних конструкцій.

Список використаних джерел

1. *Ivanov V., Donchenko V., Lopata V.* Preparation of emulsions based on emulsions based on spent greases. Problems of tribology. Vol. 80, №2. 2016. 63-68.

2. Oil recovery by flotation from waste water as a source of lubricating grease. M.M. Soliman [et al.]. Tribology and Lubrication Engineering : the materials of the 14 International Colloquium Tribology, Ostfildern, Jan. 13–15, 2004 ; Vol. 3. Ostfildern : Techn. Akad. Esslingen, 2004. P. 1533–1543.

3. Устройство и способ переработки отработанных моющих растворов и смазок, образованных при мойке букс колесных пар и узлов подвижного состава железных дорог : пат. 2335531 Ru C1 / П.И. Троян №2007107155/044; заявл. 26.02.2007, опубл. 10.10.2008, Бюл. №28.

УДК 631.171:633

## **ДЕТЕРМІНОВАНИЙ ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ**

<sup>1</sup>Фришев С. Г., <sup>2</sup>Волоха М. П., <sup>1</sup>Ікальчик М. І.

<sup>1</sup>Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Ніжинський агротехнічний інститут»,

<sup>2</sup>Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України.

Постановка проблеми. Важливим напрямком підвищення ефективності збирально-транспортних процесів буряків цукрових є застосування потужних збиральних комбайнів з великою місткістю

бункерів і вантажно-очисної техніки в поєднанні з великовантажними транспортними засобами. Проте, цей напрямок необхідно розглядати в тісному взаємозв'язку з проблемою переущільнення ґрунту під час транспортування коренеплодів з поля.

Пропонований аналіз пропускної здатності збирально-транспортного комплексу машин для буряків цукрових спрямований на пошук шляхів раціонального використання ресурсу машин з урахуванням детермінованого підходу.

Аналіз останніх досліджень. На даний час ефективно впровадження розробленої в Україні (ВНДІ цукрових буряків, м. Київ) в 70-ті роки минулого століття потоково-перевантажувальної технології збирання (БЦ) є можливим завдяки розробкам досконаліших машин. З'явилися бурякозбиральні комбайни з бункерами великої місткості – 40 м<sup>3</sup> (фірми ROPA, Vervaet Beet Eater 625 та ін.) та причепи-перевантажувачі RUWHAWE місткістю понад 40 м<sup>3</sup>, агреговані з трактором Джон Дір 8400, а в Україні – напівпричепи ТЗП-27 «Атлант» та ін.) [1, 2].

Мета досліджень – пошук шляхів раціонального використання ресурсу машин в технологічному збирально-транспортному комплексі.

Результати досліджень. Найбільш ефективним способом вивезення БЦ з поля на приймальний пункт є потоковий із застосуванням автопоїздів, однак він також має суттєві недоліки [3].

Особливістю перевантажувального способу транспортування врожаю буряків, є гнучкість, адаптивність до погодно-кліматичних та господарських умов під час збирання. При сприятливих погодних умовах і наявності достатньої кількості автотransпортних засобів коренеплоди, які вивезені від комбайна з поля тракторним напівпричепом, перевантажуються у великовантажні автотransпортні засоби, що знаходяться на дорозі з краю поля, та перевозяться на цукровий завод. У випадку зміни умов (в дощову погоду, при перезволоженому ґрунті або при недостатній кількості автотransпортних засобів) в комплекс машин додається навантажувач-очищувач і робота комплексу переходить на перевалочний або потоково-перевалочний спосіб.

В такому разі збирання та транспортування коренеплодів буряків цукрових розглядається як робота технологічного ланцюга, який складається з трьох ланок: 1) – «поле-бурякозбиральний комбайн»; 2) – «бурякозбиральний комбайн – тракторний напівпричеп»; 3) – «напівпричеп – автотransпортний засіб». Визначення пропускної здатності першої, другої і третьої ланок, їх зіставлення і наступний вибір та аналіз альтернативних варіантів дозволяють подолати можливу суттєву різницю між їх значеннями.

Пропускна здатність першої ланки – найбільша кількість бункерів коренеплодів, які можуть бути зібрані комбайнами за основний час робочого дня, другої – найбільша кількість бункерів коренеплодів, які

можуть бути перевезені напівпричепами за цей же час, третьої – найбільша кількість бункерів коренеплодів, які можуть бути перевезені автомобілями також за цей же час.

Таким чином, загальну пропускну здатність технологічного ланцюга збирально-транспортного комплексу за умови застосування перевантажувальної технології визначає та обмежує перша ланка, в той час коли наступні ланки здатні пропустити значно більше бункерів. Тобто, ланцюг працює з максимальною продуктивністю, але ресурс пропускну здатності другої або третьої ланки залишається частково невикористаним. Водночас, відсутність гальмування роботи першої головної ланки досягається раціональним режимом взаємодії першої і другої ланок, першої і третьої ланок.

Раціональне використання ресурсу машин збирально-транспортного комплексу забезпечує підвищення ефективності технології виробництва буряків цукрових в цілому. Зменшення надмірної різниці пропускну здатності окремої ланки в порівнянні з попередньою за рахунок раціональної зміни певних параметрів технологічних процесів дозволяє суттєво зменшити кількість машин, задіяних для збирання і транспортування на завод коренеплодів буряків цукрових.

Отже, основні кроки аналізу пропускну здатності машин збирально-транспортного комплексу це зіставлення пропускну здатності першої, другої і третьої ланок, та наступний вибір і аналіз альтернативних варіантів.

У роботі [3] наведена розширена методика аналізу пропускну здатності збирально-транспортного комплексу БЦ на основі детермінованого підходу та приклад розрахунку кількості одиниць техніки відповідно до розробленої методики, що доводить її дієвість.

#### Висновки

Пропонована методика аналізу пропускну здатності збирально-транспортного комплексу для БЦ спрямована на пошук шляхів раціонального використання ресурсу машин у технологічному комплексі.

Проведений аналіз пропускну здатності збирально-транспортного комплексу, у якому по-ланково задіяні бункерний бурякозбиральний комбайн та великотонажні тракторний напівпричеп і автотранспортний засіб показує шляхи удосконалення параметрів транспортного процесу в технологічному комплексі збирально-транспортних робіт.

#### Список використаних джерел

1. *Шнаар Д., Дрегер Д., Каленська С. та ін.* Цукрові буряки (вирощування, збирання, зберігання). Київ. ННЦ «ІАЕ». 2005. 340 с.
2. *Волоха М. П.* Технологічний комплекс машин для виробництва буряків цукрових: ширина міжрядь. Теорія, моделювання, результати випробувань. Київ. ТОВ «Центр учбової літератури». 2015. 220 с.
3. *Фришев С. Г., Волоха М. П., Ікальчик М. І.* Аналіз пропускну здатності збирально-транспортного комплексу машин для виробництва

буряків цукрових. Machinery & Energetics. Journal of Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 1. P. 39–46.

УДК 631.3

## **ЗАХИСТ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ПРИ ЗБЕРІГАННІ**

*Матушевський Я. Л., Ніконенко І. І.  
Поліський національний університет*

Аграрне виробництво, має певну специфічну особливість, переважна частина сільськогосподарських машин і знарядь використовують сезонно. Значною мірою експлуатують трактори, але і вони протягом року часто простоюють як під час польових робіт, так і взимку. В разі перерв у використанні тракторів, автомобілів, сільськогосподарських машин і знарядь спрацювання їх деталей не припиняється, а інколи, за неякісного зберігання машин, навіть збільшується. Коли механізми не працюють, на робочих і неробочих поверхнях їх деталей створюються умови для розвитку корозійних процесів.

Завдання захисту від корозії основних виробничих об'єктів були й залишаються нині, однією з найбільш актуальних з погляду забезпечення безпеки як на виробництві, так і навколишнього середовища в цілому. Проблема протикорозійного захисту полягає у тому, що сучасна сільськогосподарська техніка, яка виготовляється переважно зі сталей та сплавів на основі заліза, незважаючи на значне поширення композиційних, полімерних та інших неметалевих матеріалів з високим хімічним опором, маючи підвищену антикорозійну стійкість, в природному чи технологічному середовищах, все ж таки піддається корозії.

З метою забезпечення якісного зберігання різноманітних механізмів застосовують матеріали, які прийнято умовно ділити на певні групи, наприклад робочі, які призначені для експлуатації різних машин та механізмів і не мають властивостей тривалий час захищати їх від корозії. Наступну групу складають консерваційні матеріали, які мають призначення для зовнішньої і внутрішньої консервації металовиробів на час зберігання або транспортування і не придатні для експлуатації, після зберігання потребують розконсервації техніки, а також заміни консерваційних олиव на робочі, а от групу консерваційно-робочих матеріалів, характеризують можливістю одноразового застосування під час уведення техніки в експлуатацію. В свою чергу робочо-консерваційні матеріали призначені для зберігання, транспортування, періодичної й постійної експлуатації техніки,

маючи високі експлуатаційні властивості, вони поступаються консерваційним і консерваційно-робочим матеріалам за захисними властивостями.

Тобто від правильної організації зберігання сільськогосподарської техніки, напряду залежить її ефективність подальшого використання.

Список використаних джерел

1. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К.: Агроосвіта, 2014. – 665с.

2. Сукач М.К. Технічний сервіс машин: навч. посібник. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 290с.

УДК 621.01

## **СПОЖИВЧІ ЯКОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ТА МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЗА РАНГОМ**

*Яремчук Т. О., Вівтоненко О. А., Надточій О. В.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Забезпечення аграрного виробництва високотехнологічною технікою, що відповідає сучасному світовому рівню є актуальною задачею розвитку системи інженерно-технічного забезпечення. Проте одного боку внаслідок погіршення платоспроможності, сільські товаровиробники не забезпечені коштами для закупівлі техніки, а машинобудівники із-за зниженого попиту, економічну кризу, обмежене фінансування та брак обігових коштів змушені скорочувати і навіть зупиняти виробництво. З іншого боку, споживач, навіть маючи кошти придбання техніки не застрахований від помилок інженерних рішень. Адже виробляючи техніку чи експлуатуючи придбану, вона уже може бути морально чи технічно застарілою, тією, яка не відповідає сучасним світовим вимогам. Ми проаналізувати деякі неточності методики ранжування відповідності техніки світовому рівню розроблена УкрНДІПВТ ім.Л.Погорілого. Тому на наш погляд методика є вкрай важливою.

Ця методика містить повний класифікаційний перелік споживчих властивостей сільськогосподарської техніки, які виступають в якості критеріїв ранжування.

На сьогодні існує багато способів визначення рейтингів, вибір яких залежить від цілей та напрямів дослідження. Найбільш поширеними є рейтинги, оцінюючі ранг об'єктів на основі абсолютних показників (технічні характеристики с.г. техніки), які легко відшукати в інструкціях по експлуатації, прайсах тощо. Досліджувана нами методика ранжування



спирається на об'ємні показники, які не дозволяють порівнювати с.г. машини різного призначення. Значно більше аналітичної інформації дають рейтинги, побудовані на відносних незалежних показниках, що забезпечують всеохоплюючу оцінку стану обраного об'єкта. Це в результаті дає змогу віднести с.г. машину до певного класу, категорії, ряду, рангу.

Методика містить проведений аналіз існуючих сучасних методик порівняння сільськогосподарських машин, та визначення головні їх недоліки. Проте на наш погляд, автори передчасно відкидають переваги існуючих методів і роблять помилкові висновки.

Зокрема застосування при порівнянні (ранжуванні) вагомості кожного із прийнятих критеріїв, в жодному разі не веде до суб'єктивізму результатів порівняння. Супротив до сприймання викликає прийнятий у даній методиці підхід рівнозначності критеріїв. Скажемо критерій «запас крутного моменту» і «ергономічні властивості» чи екологічні не можуть апіорі бути рівнозначними. Перші це технічні властивості тоді як другі характеризують ергономічні споживчі властивості. Певний сумнів, без будь-яких обґрунтувань, викликає вибір саме 7 (оптимальне число критеріїв) критеріїв. Чому саме 7, а не 15? В той же час таблиці ранжування колісних тракторів містять чомусь лише 4 критерії. В результаті рівнозначність кожного із критеріїв призвела до неоднозначності ранжування. Для прикладу: трактори потужністю 100-150 к.с. (ст. 23) №№14, 15, 16, 19, 20, 21 (можна продовжувати перерахунок) мають ранг 19-100. Тобто можуть бути розміщені на будь-якому із цих місць в рейтингу. Для адекватної методики це є неприпустимим. Ранг має визначатися конкретною однозначною цифрою. Тоді є сенс в його проведенні.

Таблиця 1

Ранжування за багатокритеріальною методикою							
№	Марка	Пок. №1	Пок. №1	Пок. №1	Пок. №1	Знач. критерію	Ранг
12	New Holland T6010	24	59	797	15	1.065	3
16	Valtra A92	18	41	554	21	0.971	7
18	McCormick CX105	29	48	640	20	0.833	6
19	McCormick MC105	29	53	707	16	0.805	2
20	Deutz Fair K110	30	55	724	16	0.654	5
21	Hurlimann XM110	30	44	579	16	0.624	4
30	Belarus MTS 1021.3	25	43	547	18	0.599	8
31	Deutz Fair 120	35	62	775	17	0.448	1

Для прикладу приведемо результат оцінки розрахунку ранжувань тракторів з табл.8 (ст. 23). Візьмемо трактори, які за даною методикою отримали однаковий ранг 19-100, а саме №№ 12, 16, 18, 19, 20, 21, 30 та 31. Спробуємо оцінити їх за своєю методикою. Результат розрахунку приведено в табл. 1.

Як бачимо за методикою, яка рецензується всі трактори однакові (так як у всіх ранг 19-100) не зважаючи, що ціна на трактор коливається від 41 до 62 тис.€. А це 212000 грн. різниці. Дайте мені 212000 грн. і я визначу, який трактор кращий без всякої методики. За нашою методикою при рівнозначних критеріях отримуємо чітке ранжування. На 1 місці - Deutz Fair 120, 2- McCormick MC105, 3 - New Holland T6010.

Люба методика має містити основні формули і залежності для самостійного визначення чи перевірки правильності ранжування окремих марок с.г. машин. Відсутність цих залежностей є недоліком даної методики. Яким чином визначався ранг не зовсім зрозуміло. Якщо це просте відношення кількості (%) приналежностей світовому рівню (із загальної кількості варіантів), що відповідають світовому рівню згідно кожного критерію, тоді це пояснює неможливість однозначного ранжування. Методика не розкриває, що саме приймають за базовий варіант. Просто варіант у якого найкращі ті чи інші показники, чи щось інше? Чи саме базовий варіант і визначався експертами? Якщо так, тоді дана методика має ще один недолік, а саме статичність і відсутність мобільності. Адже експерти можуть скласти свою оцінку лише стосовно техніки, яка вже є на ринку України, (а це на 80% техніка нижче світового рівню). Нові розробки не відразу зможуть бути оцінені експертами, або оцінка їх буде не коректною і як наслідок втрачається час на оцінку.

Врахувавши дані зауваження, на наш погляд, і використавши сучасні інноваційні обчислювальні технології, дану методику можна покласти в основу проектування повноцінної експертної системи.

УДК 631.171:631.3.075

## **СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ РУХОМ ПОЛЬОВИХ АГРЕГАТІВ**

*Сіренко Ю. В., Калнагуз О. М.*

*Сумський національний аграрний університет*

Однією з найважливіших завдань сільськогосподарського виробництва є підвищення продуктивності праці на операціях по

вироснуванню сільськогосподарських культур при одночасному збереженні високої якості виконуваних робіт.

При русі машинно-тракторних агрегатів (МТА) в складі колісного трактора і сільськогосподарських машин, які агрегуються з ним, відбувається відхилення від заданої траєкторії внаслідок збурень з боку опорної поверхні, дії сил інерції, нахилу опорної поверхні. При цьому утворюються огріхи, відбувається збільшення шляху і підвищується витрата палива, витрата насіння і добрив. При обприскуванні відбувається перекриття зон запилення, що призводить до підвищеної витрати гербіцидів і отруєння рослин. При спробах підвищити швидкість руху водій не встигає реагувати на відхилення і змушений знижувати швидкість, що призводить до зниження продуктивності праці [1].

Одним з найбільш ефективних способів зниження впливу негативних моментів на якісні та кількісні показники роботи МТА є використання систем прецизійного землеробства на основі супутникової навігації. Впровадження технологій точного землеробства в господарстві підвищує ефективність і продуктивність на кожному етапі сільськогосподарських робіт. Зараз на світовому ринку є п'ять провідних виробників спеціального устаткування для систем автоматичного керування: Trimble, Raven, Hexagon, John Deere та Precision Planting.

В Україні статистики впроваджують елементів точного землеробства не існує. Вірніше, її ніхто не збирав і не узагальнював. Лише в деяких компаніях, котрі просявають на ринку свої послуги та інструментарій, є свій сегментний погляд на ситуацію [2]. Наразі в Україні точним землеробством охоплено лише 15% сільгоспземель. Однак, ця цифра швидкими темпами збільшується [3].

В даний час застосовуються в сільському господарстві прилади: системи паралельного водіння і автопілот. Автопілот призначений для автоматичного коректування напрямку руху трактора. Для цього до керма підключається спеціальний прилад - пристрій, що підрулює. Він може бути електричним і гідравлічним [4].

Однією з найбільш доступних і в той же час найбільш популярних технологій точного землеробства є система паралельного водіння. Дана система дозволяє проводити польові роботи (оранка, культивування, сівба, внесення добрив, збирання врожаю) з максимальною точністю і мінімумом «непотрібних» рухів.

Система паралельного водіння заснована на використанні сигналу супутникової навігації. При використанні безкоштовного GPS-сигналу рух сільгосптехніки по полю здійснюється з точністю до 30 см. При роботі з платним сигналом точність сягає до 2,5 см, що дає можливість радикально скоротити площу пропущених або двічі оброблених ділянок поля. Також скорочується довжина холостого ходу техніки і ширина розворотної смуги, знижується (до 20%) кількість використовуваних ресурсів - палива, насіння,

добрих [5]. Система управління направляє трактор строго паралельно лінії, зафіксованій при першому проході агрегату. Техніка працює як прямолінійно, так і криволінійно.

Користуючись підказками курсовказувача, можна вести трактор по полю будь-хто, якої завгодно складної форми, без пропусків і перекриттів, з точністю до 20-40 см вдень і вночі, в будь-яку погоду. Значення такої можливості важко переоцінити, коли через несприятливі погодні умови для проведення польових робіт є невелике «вікно» в 2-3 дня. Курсовказувач може легко переставлятися з однієї одиниці техніки на іншу [7]. Однак система паралельного водіння може не тільки підказувати, але і сама вести трактор, або комбайн. Для цього до курсовказувача підключається автопілот і підрулювач пристрою [6].

Електричний автопілот – автоматичний підрулювач. Електричний автопілот здійснює управління технікою без вбудовування в гідравлічну систему непідготовленої розробником техніки. Автопілот в залежності від моделі встановлюється без зняття рульового колеса (Raven Smartsteer, OnTrac3), або вимагає установки електричного керма (TopCon X25, AgGPS EZ-Pilot). Електричне кермо може встановлюватися на будь-яку модель трактора. Електричні автопілоти обладнані вбудованим компасом, технологіями компенсації нерівностей, датчиками кута повороту, гіроскопами, акселерометрами.

Автопілот складається з електрогідравлічної системи автоматичного керування трактором. Механізатор на початку ділянки задає тип руху. При пересуванні по прямим лініям вказує пункти початку і кінця. При криволінійному русі перший прохід здійснює оператор, після чого включає автопілот і трактор повторює рухи по заданій кривій. Тракторист допомагає процесу управління трактором тільки на поворотах. Електричний автопілот – це найдешевше рішення. Однак воно має деякі недоліки – діє з деяким запізненням [4].

Гідравлічний автопілот – досягнення максимальної точності всіх видів робіт (суцільна культивування, передпосівна культивування, сівба, міжрядна культивування, обприскування, внесення добрив і ін.). Збільшення продуктивності за рахунок роботи в нічний час. Колія сільгосптехніки рівна і не впливає на виконання точності робіт. Це важливо при обробці просапних культур. Поліпшується точність міжрядної культивування, забезпечується захист рослин при внесенні гербіцидів.

Незважаючи на максимальну автономність машин все ще необхідна присутність оператора. По-перше, трактор на автопілоті не може сам розвертатися. Водій і починає маневр розвороту, після чого передає управління автопілоту, який завершує маневр по оптимальній траєкторії. По-друге, при роботі поблизу ліній електропередач виникають перешкоди, і навігаційна система починає давати збої, що знову вимагає ручного управління. В сільськогосподарських угіддях, що мають високі, щільні

дерева і/або хвилястий рельєф місцевості, прийом сигналів GPS стає великою проблемою. Лише в деяких моделях при втраті GPS-сигналу трактор ще протягом 15 хвилин рухається по заданому курсу. По-третє, робота автопілоту дуже сильно залежить від якості інтернет – з'єднання. У місцях, де покриття інтернетом слабке, система автоматичного водіння може бути не придатна для використання. По-четверте автопілот не здатний розпізнавати перешкоди на шляху проходження, для їх об'їзду необхідно переходити на рульове керування [8].

Перераховані вище системи недешеві. Наприклад, система автопілотування від фірми «Джон Дір» коштує близько 21000 євро для колісних і 16500 євро для гусеничних тракторів. Система паралельного водіння трохи дешевше і коштує від 5000 до 6000 євро.

З швидким розвитком безпілотних технологій в сучасному сільському господарстві автоматичне планування маршруту грає важливу роль в роботі сільськогосподарських полів, а розворот сільськогосподарських машин на поворотних смугах є важливою частиною цього процесу [9]. Поворот на розворотній смузі повинен виконуватися за мінімальний час і переміщатися в обмежених умовах бездоріжжя [10]. Оптимізація управління поворотом на поворотній смузі може допомогти стабільно скоротити час і витрата палива, а також максимізувати ефективність використання поля. Тому для підвищення ефективності використання мобільної сільськогосподарської польовий техніки з автоматичним управлінням оптимізація траєкторії повороту на поворотній смузі представляє великий інтерес для виробників сільськогосподарської техніки.

#### Список використаних джерел

1. Пенюшкин А. С. Управление движением колесного трактора с использованием спутниковых радионавигационных систем. Ползуновский альманах, №4/2. 2011.
2. Precision farming – відсікання зайвого. // Зерно - журнал сучасного агропромисловця. – 2019.
3. Точне землеробство та управління землею онлайн: Agrohub оприлюднив масштабний звіт про інновації в агросекторі. – 2019..
4. Точность – 2 сантиметра на поле в 100 га // Журнал сучасного агропромисловця "Зерно".
5. Точное земледелие: принцип работы и перспективы//Статьи и материалы. Технологии. – 2017.
6. Точное земледелие. Часть 1. Системы параллельного вождения.— 2014.
7. Гид по системам параллельного и автоматического вождения — 2018.
8. Тест-драйв системы автоматического вождения AgLeader. – 2018.

9. X. Tu, L. Tang. (2019) Headland Turning Optimisation for Agricultural Vehicles and Those with Towed Implements, Journal of Agriculture and Food Research, 1, 1-41,. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2019.100009>.

10. J. Jin, L. Tang. (2011). Coverage path planning on three-dimensional terrain for arable farming J. Field Robot., 28 (3), 424-440.

УДК 631.811: 681.3

## **ВИЗНАЧЕННЯ НОРМ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ЗАЛЕЖНО ВІД НАЯВНОСТІ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН В ҐРУНТІ**

*Бондар Д. С., Ничай В. І., Надточій О. В.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Одним з найбільш важливих показників, що характеризують рівень і умови відтворення родючості, є вміст в ґрунті гумусу. Тому створювані при внутрішньогосподарчому землеустрої організаційно-територіальні умови землекористування повинні сприяти не стільки зростанню врожайності культур, інтенсифікації виробництва, але і неухильному підвищенню родючості ґрунту, підтримці в ньому позитивного балансу гумусу і збереженню його виробничої сили.

Процес мінералізації гумусу залежить від ряду чинників: генетичних особливостей ґрунту, кліматичних умов, інтенсивності обробок, структури посівних площ, рівня врожайності культур, застосування добрив тощо.

Рослини споживають з ґрунту 16 елементів:

- 3 макроелементи – азот (N), фосфор (P) і калій (K). Рослини споживають макроелементи в кількості від 30 кг до 300 кг/га по діючій речовині.

- мезоелемента – сірка (S), магній (Mg) і кальцій (Ca). Рослини споживають мезоелементи в кількості від 1 до 30 кг/га по діючій речовині.

- 10 мікроелементів – цинк (Zn), мідь (Cu), залізо (Fe), марганець (Mn), молібден (Mo), хлор (Cl), бор (B), натрій (Na), кремній (Si), кобальт (Co).

Рослини споживають мікроелементи в кількості від 0,01 міліграма до 1 кг/га по діючій речовині.

Наука та практика довели, що максимальна прибавка врожаю навіть при дотриманні науково - обґрунтованої агротехніки не перевищує 40 %. Тобто урожай на 60 % формується за рахунок природної родючості ґрунту. Доведено практикою і науково обґрунтовано, що коливання врожаю від ґрунтово-кліматичних умов можуть бути плюс мінус 30 %. Тому при визначенні кількості добрив для виробництва певної сільськогосподарської

культури доцільно дотримуватись принципу оптимізації, тобто при плануванні урожайності потрібно враховувати середньо-багаторічні ґрунтово-кліматичні умови конкретного поля. Перш за все, необхідно визначити наявність поживних речовин (легкогідролізованого азоту, рухомих сполук фосфору та обмінного калію у мг на 100 гр. ґрунту оброблюваної площі поля) і на основі цього розраховується максимально можливий ресурсний врожай.

Пояснити модель розрахунку можна на прикладі:

Аналізом ґрунту встановлено, що в полі відповідної сівозміни, для якого виконуються розрахунки, планується отримати 50 ц/га зерна пшениці озимої. Задача - визначити кількість добрив під прогнозовану врожайність.

Приймаючи до уваги, що за матеріалами агрохімічного обстеження встановлено в орному шарі ґрунту цього поля міститься 2,8% гумусу, 5,6 мг/100 г ґрунту рухомого фосфору і 10,2 мг/100 г обмінного калію,) реакція ґрунтового розчину (обмінна кислотність) становить рН - >6,5 (Т<sub>26</sub>), тобто нейтральна. За механічним складом ґрунт відноситься до важко суглинистих.

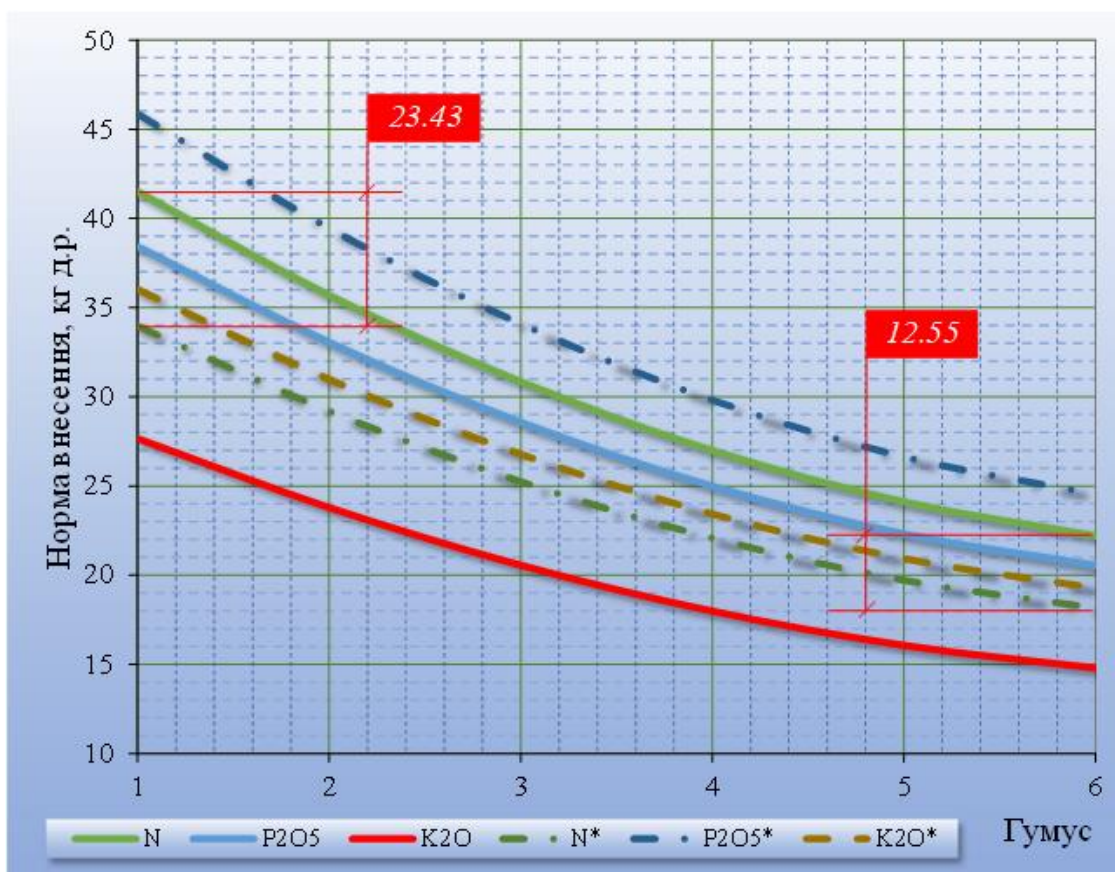
Природна родючість ґрунту в цьому полі оцінюється в 50 балів. Знаючи, що кожен бал родючості забезпечує врожай зерна пшениці озимої – 55 кг, і враховуючи поправки до ціни бала на кислотність і механічний склад визначаємо, що за природної родючості є можливість одержати зерна 29 ц/га ( $50 \times 55 \times 1.1 \times 0.95$ ). В цьому випадку при пересічних кліматичних умовах врожайність буде 48 ц/га  $\frac{29 \cdot 100}{60}$ . Приймаючи до уваги, що

коливання врожаю за багаторічними спостереженнями ґрунтово-кліматичних умов та їх впливу, дають підставу визначити цю величину, яка становить 14 ц/га ( $48:100 \times 30$ ).

З наведених даних маємо, що при сприятливих ґрунтово-кліматичних умовах виробництва є можливість отримати 62 ц/га зерна пшениці озимої ( $48 + 14$ ), а за несприятливих – лише 34 ( $48 - 14$ ), тобто фактична природна родючість становитиме 28 ( $62-34$ ) ц/га.

Таким чином, природний потенціал родючості для конкретного поля і сорту культури потрібно планувати урожайність не 50, а 48 ц/га.

Враховуючи, що на кожний центнер прибавки зерна пшениці озимої потрібно використати 7,0 кг д. р. NPK: з них 2,7 кг азоту, 2,5 кг фосфору і 1,8 кг калію, а крім того 6,0 т органічних добрив, одна тонна яких рівноцінна 12,0 кг д. р. NPK, а 6,0 т органіки становить 72,0 кг д. р., з яких 40 % рослини використовують в перший рік, а це 4 ц пшениці ( $6,0 \times 12,0 \times 0,4 / 7,0$ ). Тобто, сумарний урожай за рахунок природної родючості і органічних добрив становитиме 32 ц/га ( $28 + 4$ ), а решту 16 ц ( $48 - 32$ ) потрібно забезпечити внесенням мінеральних добрив. Загальна потреба в поживних речовинах буде така: азоту 43,2 ( $16 \times 2,7$ ), фосфору 40,0 ( $16 \times 2,5$ ) і калію 28,8 ( $16 \times 1,8$ ) кг на гектар, а в цілому 112,0 кг.



\* Норма внесення з врахуванням: кислотності, попередника, механічного складу ґрунту.

Рис.1. Залежність норми внесення мінеральних добрив від наявного гумусу в орному шарі ґрунту (попередник – горох, тип ґрунту - середньосуглинистий).

Для визначення дійсної кількості добрив під заплановану врожайність треба скоригувати її з врахуванням забезпеченості ґрунту елементами живлення та попередника. Враховуючи попередник горох, потреба в азоті визначається за співвідношенням 30,24 кг ( $43,2 \times 0,7 \times 1,0$ ), фосфору – 32,0 кг/га ( $40,0 \times 0,8 \times 1,0$ ) і калію 24,48 кг/га ( $28,8 \times 0,85 \times 1,0$ ) Тобто потреба в мінеральних добривах становитиме 86,7,0 кг/га д. р. Аналогічно визначають норми внесення мінеральних добрив під будь яку культуру. Розрахунки показують, що без врахування вмісту поживних речовин у ґрунті треба було б витратити 112,0 кг д. р., при врахуванні – 86,7, кг/га, тобто на 25,3 кг менше, або 24 %, а в грошовому виразі – понад 180 грн. на гектарі.

Використовуючи дану модель були проведені дослідження залежностей зміни норм внесення добрив від попередників, наявності в ґрунті живильних речовин, гумусу, кислотності та механічного складу.

Результати залежності норм внесення добрив від вмісту у орному шарі ґрунту гумусу (рис. 1) показують, що при зміні значення агрохімічного обстеження наявності в орному шарі ґрунту від 6 до 1% норма внесення добрив коливається в межах від 12 до 25 кг/га фізичної величини.



Як показали результати досліджень більш точне врахування всіх складових, які впливають на норму внесення мінеральних добрив, дозволить значною мірою підвищити культуру землеробства, за рахунок збереження гумусного слою ґрунту та знизити собівартість виробництва продукції.

УДК 621.01

## ШВИДКОПЛИННІ СІВОЗМІНИ ТА ВИБІР ПОПЕРЕДНИКІВ

Глоба В. Є., Іванов Б. О., Надточій О. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Швидкозмінні умови виробництва, зміна кон'юнктури ринку на певні види продукції сільського господарства, вимагає від виробників, фахівців пошуку оптимальних, науково обґрунтованих методів ведення господарювання. З іншого боку, значна увага має приділятися культурі землеробства, ефективному веденню господарювання, підвищенню продуктивності, збереженні родючості ґрунтів та економії енергетичних витрат.

Аналізуючи інформацію по плануванні структури посівних площ зрозуміло, що без використання математичного апарату не може йти навіть мови про оптимальне рішення даної задачі. Частіше задача вирішується суб'єктивним методом, спираючись на досвід фахівця-агронома та на рекомендації інститутів стосовно кращого чи гіршого попередника (табл.1).

Таблиця 1

### Оцінка попередників

Культура	Попередник													
	Б.трави	О.трави	Горох	Люпин	Кукур. силос	Кукур. зерно	Пшениця	Жито озиме	Ячмінь	Овес	Картопля	Льон	Ц.буряки	Соняшник
Ячмінь	х	х	х	х	х	х	д	д	н	уд	х	х	х	уд
Овес	х	х	х	х	х	х	д	д	уд	н	х	х	х	уд

**Примітка:** х - хороший, д - допустимий, уд – умовно-допустимий, н – недопустимий.

Сьогоднішнє аграрне виробництво характерне підвищеною швидкозмінною динамікою виробництва. Ця динаміка вплинула і на ротацію с.г. культур. Ця потреба щорічно прораховувати наново сівозміну,

виходячи з історії полів, агрохімічного аналізу ґрунтів, запасів вологи, на перший план ставить моделювання і автоматизацію розрахунків. Отримані в результаті такого моделювання дані безумовно будуть оптимальними, адже для оптимізації використовують цільову функцію максимізації.

Модель зазвичай передбачає формування карти полів згідно конкретних умов господарства з якісним і кількісним аналізом агрохімічного складу ґрунтів, запасу вологи тощо. Заповнюється матрицю попередників та співвідношення культур. Її доцільно заповнити кількісними показниками від 0...9.

Оптимізації вибору за критерієм «попередник» описується цільовою функцією максимуму (1):

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Z_{i,j} \cdot X_{i,j} \rightarrow \max, \quad (1)$$

де  $Z_{i,j}$  – числова оцінка значення якості попередника на  $i$ -му полі для  $j$ -ї культури;

$X_{i,j}$  – площа  $i$ -ї частки поля, зайнятого  $j$ -ою культурою.

Оптимізацію слід проводити при певних обмеженнях:

1. Загальна кількість ділянок (полів), відведених під конкретну культуру за площею повинна дорівнювати виміру загальної площі під даною культурою:

$$\sum_{i=1}^m X_{i,j} = B_i, (i = 1, 2 \dots m) \quad (2)$$

2. Загальна площа під окремою культурою на одиниці землекористування повинна дорівнювати площі цієї одиниці

$$\sum_{j=1}^n X_{i,j} = A_i, (j = 1, 2 \dots n) \quad (3)$$

де  $A_i$  – площа поля, зайнятого  $j$ -ою культурою.

3. Площа поля, яка відведена під культуру неподільна  $X_j \geq 0$ .

Таблиця 2

Приклад матриці невідомих площ полів культур і попередників

Назва культури	Площа	Пшениця	Буряки цукрові	Пшениця	Жито	Пшениця
Пшениця	70 га	X1	X6	X11	X16	X21
Буряки цукрові	100 га	X2	X7	X12	X17	X22
Пшениця	120 га	X3	X8	X13	X18	X23
Жито	80 га	X4	X9	X14	X19	X24
Пшениця	40 га	X5	X10	X15	X20	X25

Цю задачу можна вирішити за допомогою комбінаторики.

Кількість невпорядкованих вибірок даної задачі складе

$$C_n = \frac{n!}{r!(n-r)!} \quad (4)$$

де  $n$  – кількість невідомих варіантів (25),  $r$  – кількість вибірок, що складаються з  $r$  елементів множини  $X$ .

Якщо прийняти  $r = 5$  – матимемо 53130 варіантів. Для  $r = 10$  відповідно  $C_n = 3268760$ . Тобто, навіть якщо наші 5 культур буде розміщено неподільно після 5 попередників, то кількість варіантів становитиме 53130. А при збільшенні подільності поля скажемо під два попередника кількість зросте на 2 порядки. Звичайно прорахувати, навіть при існуючих обчислювальних ресурсах, дану задачу є неможливим завданням. Ці дані приведено для підтвердження «обґрунтованості» вибору фахівцем (агрономом) попередників.

Звичайно вихід існує і він полягає у використанні симплекс методу, який дозволяє за невелику кількість ітерацій розрахувати оптимальний варіант цієї задачі лінійного програмування.

Лінійне програмування - область математики, яка розробляє теорію і чисельні методи рішення завдань знаходження екстремуму (максимуму або мінімуму) лінійної функції багатьох змінних за наявності лінійних обмежень, тобто лінійної рівності або нерівностей, що зв'язують ці змінні. До класичних завдань лінійного програмування можна віднести і нашу задачу, як такої де стоїть завдання пошуку оптимального рішення (табл.2).

Таблиця 2

Оптимальне рішення задачі вибору попередника симплекс методом

Назва культури	Площа	Пшениця	Буряки цукрові	Пшениця	Жито	Пшениця
Пшениця озима	70 га	×	×	×	30	40
Буряки цукрові	100 га	×	×	50	50	×
Пшениця озима	120 га	×	60	60	×	×
Жито	80 га	70		10	×	×
Пшениця яра	40 га	×	40	×	×	×

Максимальне значення цільової функції склало – 2150. Кількість опорних рішень - 36, кількість проведених замінів - 35.

Використання математичних моделей і їх комп'ютерних реалізацій дозволить пришвидшити планування сільгоспвиробництва більш точними оптимізаційними методами.

УДК. 631.2

## **GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF DEALER CENTERS OF SERVICE SUPPORT OF GRAIN HARVESTERS OF UKRAINE**

*Irina Savchenko*

*Separate structural subdivision "Nizhyn Vocational College of the National  
University of Life and Environmental Sciences of Ukraine"*

All kinds of machinery for agriculture is in demand and steady demand in our country, this increases the number of imported equipment every year. American, German harvesters have long become commonplace in the domestic agricultural land.

In this economy, many make a conscious choice in favor of b/equipment, technical condition, usually, not inferior to the new domestic technology, and in some cases even better. The explanation for this is quite simple: in addition to the highest requirements for production equipment, adopted in Europe and the US, Operating conditions, service and special conditions for users just physically do not allow to "kill" equipment.

Buyer much more profitable production after a certain service life (which the, by the way, much lower, than those adopted domestic regulations), replace quite a modern model of an improved version. At the same mentality of those same Germans, their meticulousness and accuracy in the use and maintenance of equipment ensures excellent technical condition harvesters.

The most popular type of domestic appliances at the customer is a combine harvester, slightly less demand for construction machinery Beet, potato, corn and sunflower. As for the most popular brands among the domestic consumers, it is traditional:

- John Deere&Company
- CLAAS
- New Holland
- Massey Ferguson
- Case IH and so on.

As for the advantages of using foreign harvesters, then they carry the highest functionality and performance at a ratio of "a ton per hectare", reliability and durability. Domestic Appliances yet, unfortunately, "Losing" on these

indicators, but its pluses is attributed a minimum cost of maintenance and repair costs.

As for the “cash equivalent”, then 2015 year for the equipment was paid about 111 million USD, at 2016 – 344 million USD, at 2017 of 2018, respectively, 301 of 189 millions of dollars. Traditionally, the “hot” period for harvesting equipment is considered to be May-July, with a maximum supply equipment. From August to March – “Quiet” period, when the economy engaged in maintenance and repair of equipment.

If we consider the percentage of new and used harvesters, imported into our country, it is practically the same (52% vs 48%). Used Harvesters almost no way inferior to the new technology in terms of performance and functionality, but the cost is much cheaper to owners.

For transportation equipment purchased abroad it is necessary to clear of, it should be taken into account “specificity” of this process. There are no preferential terms, if your processor “older” five years, Be prepared for additional costs for customs clearance (about a third more than the new equipment).

When buying appliances should pay attention to some nuances, which will facilitate the passage of the customs procedure. In particular, experts recommend professional inspection equipment, during which checks for and, the main thing, “Readability” and compliance with all the numbers and headers codes, chassis, body, wheels with data datasheets. If the purchase is carried out state-owned enterprise, FEA is necessary to conclude a contract. Payment should be done by bank transfer or through an individual.

It should be alert to the, that Customs will try to increase assessed value (up to half of the actual price of the combine).

Bring special equipment possible only through designated ports is to be considered when planning a route. Moreover, it will be necessary to have the conclusion of the state sanitary-epidemiological expertise, the technique itself must undergo the procedure of radiological monitoring and receive a certificate of Gosstandart.

For transportation of large machinery used low loader (trawls). Possible transport of equipment to the header to 12 meters. Using specialized trawls different design is the most common one for delivery, However, in some cases, possible transportation by rail (accordance with the dimensions of the equipment size w/d platform). The price for this in recalculation per kilometer will be slightly higher, than transport by road.

As for the features of the delivery trawls, the logistics company should consider many factors:

- status and type of road surface;
- the width of the carriageway;
- the presence of bridges, akvedukov, overpasses, tunnels on the route, and restrictions on transport dimensions, related;

- experience in rigging, loading and unloading machinery safety especially transportation of combines for Europe and Ukraine

УДК 631.2

## **FEATURES OF ENGINEERING GRAPHICS IN ERGONOMICS OF MOBILE ENERGY CABINS**

*Svitlana Prikhodko*

*Separate structural subdivision "Nizhyn Vocational College of the National  
University of Life and Environmental Sciences of Ukraine"*

Ergonomic design is carried out at all stages of the overall design process and includes the following steps:

1. Analysis of human activity with the study of the factors of its course, the study of regulatory documentation.
2. Development of ergonomic requirements and indicators, as well as recommendations for their consideration.
3. Formation of ergonomic properties of the designed equipment or product and environment. Development of a technical and conceptual ergonomic project based on the search layout of the designed object.
4. Assessment of the completeness and correctness of the implementation of ergonomic requirements. At the stage of the technical assignment, it is important to perform a correct ergonomic analysis of design tasks, defining the real role of a person in the management, maintenance and repair of the system, the possible impact on him of the conditions of its functioning.

The first stage of ergonomic activity at the stage of a technical proposal and a draft design is an analysis of work tasks, the activities of a person or a group of people, prototypes and analogues of the designed object, as well as regulatory and technical documentation, carried out according to a selected or specially developed methodology. It prepares the ground for the implementation at the same stage of an ergonomic conceptual project containing the main idea of the ergonomic solution of the designed object and the rationale for the chosen solution.

When designing large systems, functional and mathematical modeling of human activity is carried out. In the conceptual ergonomic project, based on the clarification of the distribution of functions in the "man-machine" system, the initial design of the work tasks of a person or a group of people, the ergonomic requirements for the technical system, the workspace and the workplace, the environment are specified, the number of people required for management and maintenance of the technical system. This creates the basis for the development

of first integrated and then detailed algorithms for human activity. Such an algorithmic description allows one to proceed to the definition of those psychological and physiological functions that ensure the implementation of individual actions and logical conditions.

A conceptual ergonomic project is developed on the basis of a search layout of the designed object (layouts of designers can serve this purpose). The model is made in full size from inexpensive materials (plywood, cardboard, etc.) and is a three-dimensional model of the equipment or system unit (as a rule, it is not possible to model a large system as a whole).

The search layout can be used to select the optimal way to organize equipment; its ergonomic assessment; getting answers to questions about its functioning that cannot be solved with the help of two-dimensional drawings; solving tasks of organizing a workplace; checking the placement of controls from the point of view of ease of use; checking the accuracy and speed of reading instrument readings; determining the accessibility of points during inspection, testing and adjustment during equipment maintenance, etc. For experimental ergonomic studies, a functional model (a modeling complex) is created, which, unlike a search one, can simulate the process of functioning of the equipment (while it may not simulate the appearance of an object). Human activity here is organized in such a way that its main characteristics correspond to the characteristics of activity in a real system. Simulators representing technical means of professional training of a person and realizing a physical and (or) functional model of the "man-machine" system can also be referred to this type of models. Qualitatively new possibilities of functional layouts have opened up with the use of computer technology.

The functional mock-up can be used to compare alternatives or validate a selected design, or to evaluate individual equipment characteristics. At the stage of development of a technical project, an ergonomic project is carried out as an integral part of it, the content of which is reduced to the final ergonomic solution of the designed object, based on the distribution of functions in the "man-machine" system, the design of work tasks and the activities of a person or a group of people. The project includes ergonomic requirements for a person (group of people), technical system, workplace, environment.

The technical project also defines the final composition of specialists for the technical system, their functional responsibilities and work organization; the composition of collective and individual means of displaying information, control bodies, workplaces and control panels; organization of workplaces, including the layout of information display facilities, controls and their placement in the workspace. In other words, the ergonomic design determines the ergonomic properties of the object being created.

УДК 631.3.004

## ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВНЕСЕННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ В УКРАЇНІ

*Опалко В. Г., Шалієвський В. С.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Інтенсивність виробництва, обсяги продукції рослинництва в Україні досягли рекордних показників за останнє десятиліття. Формування врожаїв сільськогосподарських культур відбувається значною мірою за рахунок виснаження ґрунтової родючості в поєднанні з незбалансованим внесенням добрив.

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва тісно пов'язана з використанням органічних добрив, за рахунок яких формується половина врожаю. На сьогоднішній день органічні добрива є і ще тривалий час залишаться найбільш ефективним та дієвим засобом підвищення родючості ґрунтів, поліпшення їх структурного складу, і отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур.

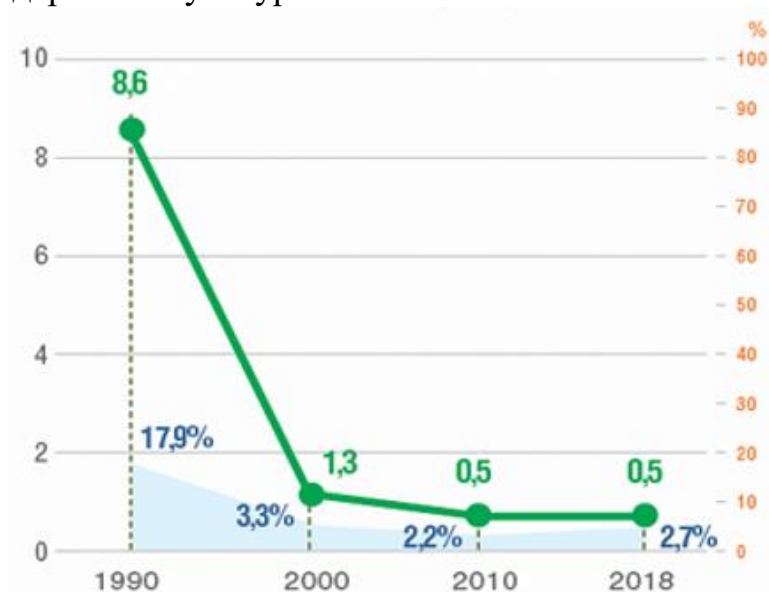


Рис 1. Динаміка кількості внесених органічних добрив, ● - т/га пос. площі, ■ - % удобреної площі [3].

При цьому обсяги внесення органічних добрив суттєво відстають від темпів зростання виробництва продукції рослинництва. В Україні в 2018 р. добрива вносилися на 40,7% або 16,9 млн га (з 41,5 млн га сільськогосподарських угідь). З них 95,3% припадало на мінеральні і лише 4,7% - на органічні добрива. За останні 30 років відбулося різке зменшення обсягів внесення органічних добрив з 260 млн тонн у 1990 році до 11 млн тонн у 2019 році (близько 4% до рівня 1990 року). [1, 2, 3].



Визначальним фактором комплексної механізації землеробства є використання комплексів сучасних машин для транспортування і суцільного поверхневого внесення органічних добрив, які забезпечують швидкий, якісний та оперативний розподіл добрив по поверхні поля, мають оригінальні конструктивні рішення.

На даний час в Україні виробляються розкидачі твердих органічних добрив РТД-5, РТД-9, РТД-14, МТО-7В та рідких - РРД-12 на машинобудівному заводі ТОВ «ВО «Ковельсьільмаш» [4]. Розкидачі обладнані вертикальними дво- або чотирилопатовими валами, що забезпечує збільшення вантажопідйомності і ширини внесення добрив.

На полях країни парцюють машини ПРТ-7А, МТТ-9, МТУ-15, виробництва холдингу «Бобруйскагромаш» [5]. Розкидачі, обладнані горизонтальними лопатовими валами, використовуються на розкиданні гною, отриманому при використанні солом'яної підстилки.

Компанія JOSKIN виготовляє чотири типи розкидачів органічних добрив – Siroko, Tornado, Ferti-CAP та Ferti-SPASE [6]. Перші два типи відносяться до низько рамних розкидачів, а два наступних – з широким кузовом. Розкидачі органічних добрив Kuhn двох серій виготовлені з бічним (ProTwin Slinger) та заднім (ProPush) пристроями для розкидання. Самохідний розкидач компанії HOLMER о на базі енергетичного засобу Terra Variant забезпечує економію часу та бережливе відношення до ґрунту. Розкидачі органічних добрив ADS компанії Fliegl із видвижною передньою стінкою представлені у п'яти модифікаціях з вантажопідйомністю від 6 до 20 тонн. Розкидачі Brochard Constructeur представлені у двох серіях – Brochard EV 2100 та Brochard EV 2000, які включають у себе 10 моделей розкидачів (по п'ять для кожної серії).

Всі вказані розкидачі можна використовувати протягом усього року, оскільки система розкидання легко демонтується, залишається кузов, який використовується для транспортних робіт. Така широка гама розкидачів дає змогу компаніям запропонувати оптимальне рішення для машинно-технологічних станцій або господарств, у відповідності до їх розмірів, фінансових можливостей та природно-кліматичних умов.

#### Список використаних джерел

1. Проектування технологічних процесів у рослинництві: навчальний посібник. В.Д.Войтюк, Я.М.Михайлови, В.Г.Опалко, Р.В.Шатров, В.В.Марченко, І.І.Чвартацький. Видавець, Київ Принтеко 2020, 870 с.
2. Тверді органічні добрива. В.Марченко, М.Гудзь, В.Опалко. Аграрна техніка 2013 №4 (25), с. 34-37.
3. <https://agravery.com>.
4. <https://kovelselmash.com>.
5. <https://bobruiskagromach.com>.
6. Машини для внесення твердої органіки. Р.Шатров, В.Марченко, В.Опалко. Agroexpert 2019 №9 (134), 68-75.

УДК 631.3.004

## **АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВНЕСЕННЯ РІЗНИХ ВИДІВ ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ В УКРАЇНІ**

*Опалко В. Г., Марійко В. С.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

В сучасних умовах без внесення органічних добрив неможливо збереження і підвищення родючості ґрунтів, отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур.

Найбільш поширеним видом органічних добрив є гній. Вихід, склад і цінність гною залежать від виду тварин, системи годування і технології їх утримання. Як результат отримуємо різні види гною не тільки за видами тварин, а й за агрегатним і компонентним складом (твердий, напіврідкий, рідкий, підстилковий, безпідстилковий,).

Зниження ефективності використання гною в сучасних умовах пояснюється не тільки катастрофічним зниженням його кількості, але і тим, що технічне забезпечення внесення різних видів гною не задовольняє потребам господарств. В даний час забезпеченість машинами для внесення органічних добрив і хімічних меліорантів становить не більше 16% від нормативної потреби [1].

Технології і техніка для приготування і внесення органічних добрив в основному орієнтуються на використання твердих (більш технологічних) їх видів. Проведений аналіз сучасних розкидачів показав, що їх модельний ряд різноманітний. Вони відповідають агротехнічним вимогам щодо рівномірності розподілу добрив на поверхні поля, мають оригінальні конструктивні рішення. Деякі з них обладнані для роботи з визначеними видами органічних добрив (гній, послід) і для роботи з гноєм, отриманим різними способами.

Зокрема в Україні на даний час машини для внесення твердих органічних добрив виробляються на машинобудівному заводі ТОВ «ВО «Ковельсьільмаш»: РТД-5, РТД-9, РТД-14, МТО-4, МТО-7В [2]. Конструктивними відмінностями машин моделей РТД є вертикальне розміщення робочих органів для розкидання добрив. Розкидачі твердих органічних добрив обладнані вертикальними дво- або чотирилопатовими валами. Це дало можливість збільшити вантажопідйомність машини і ширину внесення добрив. За оцінками фахівців, такі розкидачі краще працюють на розсипчастому перегної.

Як розкидач органічних добрив можна використовувати напівприцеп ТЗП «Атлант», розроблений компанією «Завод Кобзаренка» [3]. Слід зазначити, що застосовувати його можна для внесення як гною, так і посліду птиці. Для внесення дефекату, курячого посліду на розкидальний механізм

встановлюється гідравлічний відкидний борт, який повністю закриває бітери, залишаючи лише нижні тарілки з лопатями.

В господарствах України для внесення твердих органічних добрив і перевезення сільськогосподарських вантажів широко використовуються машини ПРТ-7А, МТТ-9, МТУ-15 виробництва холдингу «Бобруйскагроماش» [4]. Розкидальний пристрій ПРТ-7А, МТТ-9 складається з горизонтально розміщених барабанів. Розкидачі з горизонтальними лопатевими валами рекомендовані на розкиданні гною, отриманому з використання соломиної підстилки.

Всі розкидачі обладнані додатковим заднім бортом з гідрофікованим підйомом, що дає можливість використовувати їх як причеми до тракторів для перевезення сільськогосподарських вантажів, а за допомогою вмонтованого в кузов транспортера проводити розвантаження машини.

В господарствах також працюють розкидачі твердих органічних добрив виробництва зарубіжних компаній Kuhn, Holmer, Fliegl, Bergmann, Brochard Constructeur, Joskin, Unia [5].

Для закачування, транспортування і поверхневого внесення рідких органічних добрив використовуються причеми-цистерни ВНЦ різним обсягом: 6, 8, 10, 12, 16, 20, 26, 30 та 36 м<sup>3</sup> («Завод Кобзаренка»), а також МЖТ-3, МЖТ-Ф-6, МЖТ-Ф-11, МЖУ-16, МЖУ-20 («Бобруйскагроماش») [6]. Ці машини можна використовувати також для перевезення технічної води, миття машин, при пожежогасінні, мийки доріг.

Виконання операцій транспортування і внесення рідких органічних добрив забезпечуються технікою Fliegl, Annaburger, Samson Agro, Joskin, це широкий спектр цистерн, які призначені для використання як звичайний транспортний причіп-цистерна, а також для внесення рідких добрив із відповідними насадками.

Оскільки за поверхневого розкидання більша частина поживних речовин добрив випаровується, не даючи очікуваного ефекту, компанії оснащують розкидачі спеціально розробленою технікою для заробки у ґрунт рідкої органіки.

Аналіз даних щодо застосування імпортової техніки показує, що ряд зарубіжних конструкцій має більш високі надійність і експлуатаційні показники, ніж вітчизняна техніка. Однак через значно більш високу вартість техніки (в 3-6 разів), основних запчастин і витратних матеріалів (у 8-12 разів) вартість однієї години роботи машин в 2-10 разів перевищує вітчизняні аналоги [7]. Слід зауважити, що на внутрішній ринок надходить зарубіжна техніка, яка не випробувана в складі зональних агротехнологій і не адаптована до зональних ґрунтово-кліматичних умов.

Проведений аналіз сучасних технічних засобів показав, що модельний ряд таких машин різноманітний. Вони характеризуються конструктивними особливостями основних вузлів і механізмів, продуктивністю, якістю виконання технологічного процесу, енергоємністю, ціною, можливістю

розміщення додаткового обладнання. Вибір машин для конкретних умов господарювання залежить, перш за все, від обсягів виробництва органічних добрив, фінансових можливостей підприємства, природно-кліматичних умов регіону.

Список використаних джерел

1. Матеріально-технічне забезпечення аграрної галузі. Могилова М.М., Білоусько Я. К., Підлісецький Г. М. Економіка АПК. 2013. № 2. С. 61.
2. <https://kovelselmash.com>.
3. <https://kobzarenko.com.ua/ua>.
4. <https://bobruiskagromach.com>.
5. Машини для застосування рідких органічних добрив. В.Марченко, В.Сінько, С.Бондарєв. Агроексперт №9 2018
6. Проектування технологічних процесів у рослинництві: навчальний посібник. В.Д.Войтюк, Я.М.Михайлови, В.Г.Опалко, Р.В.Шатров, В.В.Марченко, І.І.Чвартацький. – Видавець, Київ Принтеко 2020, – 870 с.
7. Технічне забезпечення сільськогосподарських підприємств в Україні. Захарчук О.В. Економіка АПК. 2019. № 2. С. 48.

УДК 631.3.004

## **ФОРМУВАННЯ МОДЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ЇХ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

*Опалко В. Г., Яськов С. А.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Передпосівний обробіток є складовою частиною технологічного процесу підготовки ґрунту до сівби і забезпечує створення сприятливих умов для розвитку культурних рослин у період вегетації.

Поверхневий шар ґрунту перед посівом повинен бути вирівняний і розпушений відповідно до агротехнічних вказівок для відповідної зони [1]: частка грудочок в оброблювальному шарі розміром до 10 мм не повинна перевищувати 50%, частки розміром більше 30 мм не допускаються, відсутність скупчення бур'янів і соломистих залишків на визначеній глибині заробки насіння. Висота гребенів і глибина борозен не повинна перевищувати 20 мм. Вологість для більшості типів ґрунтів повинна бути 15-25% - для глибини 0-5 см; 18-30% - для глибини 5-10 см.

При вирощуванні сільськогосподарських культур важливо вибрати найбільш ефективний і економічно вигідний спосіб передпосівного обробітку ґрунту. Труднощі вибору оптимальної технології передпосівного

обробітку зумовлені різними ґрунтово-кліматичними, виробничими умовами господарств, наявним комплексом машин для його реалізації, відсутністю повноцінної інформаційної бази.

Для передпосівного обробітку ґрунту можна використовувати як одноопераційні машини (вирівнювачі ґрунту, зубові борони, парові культиватори і котки), так і комбіновані агрегати, які забезпечують ущільнення верхнього шару ґрунту і створюють його дрібногрудочкову структуру [2]. Глибина ходу робочих органів повинна відповідати глибині сівби і становити не більш ніж 3-4 см.

Для систематизації та простоти прийняття рішення використовуються морфологічні методи, які є потужним апаратом дослідження в різних областях знань. Морфологічний аналіз це багатоаспектний системний аналіз і багатоаспектна класифікація досліджуваних систем. Для морфологічного аналізу розроблена евристична за своєю природою процедура вирішення проблемних задач, що дозволяє проводити його на базі будь-якого інваріанта досліджуваних (і проєктованих) систем: їх функцій, будь-яких їх структурних інваріантів, технологій їх створення [3].

Таблиця 1

Варіанти реалізації технологічного процесу передпосівного обробітку ґрунту

Операції передпосівного обробітку ґрунту	Основний обробіток ґрунту		
	Суцільний обробіток		Технологія no-till
	Відвальна оранка	Безвідвальний обробіток	
Боронування	+	+	
Прикочування	+	+	
Культивация	+		
Суміщення операцій	+	+	

Основні варіанти реалізації технологій передпосівного обробітку можна описати двома основними групами ознак - системою основного обробітку ґрунту і операцій передпосівного обробітку. Таким чином, ми отримуємо основні варіанти виконання технологічного процесу (табл. 1).

Оскільки за умов інтенсифікації сільськогосподарського виробництва особливого значення набуває суміщення технологічних операцій механічного обробітку ґрунту, тому для умов нашого господарства нами була вибрана технологія з використанням комбінованих машин, які за один прохід забезпечують належну підготовку ріллі під посів. Це дає можливість економити паливо і кошти, а також зменшувати ущільнюючу дію ходового апарату тракторів на ґрунт.

Ґрунтообробна техніка представлена такими комбінованими машинами як ККП-6 (ВАТ «Галещина машзавод»), АГБ-6 (ТОВ

«Євроборекс»), АГ-6 (ВАТ «Борекс»), АП-6 (ВАТ «Уманьферммаш»), АК-6 «Україна» (ВАТ «Корнин Агрореммаш»), Sapak Profi 6000 (ЗАТ «ТПФГ «Інтерагро-тек»), комбінований культиватор 2330 John Deere, Korund і System-Kompaktor від Lemken та ін.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 7323:2013 Сівалки тракторні. Основні показники та характеристики. Київ, 2014

2. В.Д. Гречкосій, В.Д. Войтюк, Р.В. Шатров, Я.М. Михайлович, В.Г. Опалко. Проектування технологічних процесів у рослинництві: навчальний посібник для студентів ВНЗ. К. : Видавничий центр НУБіП України, 2011. 364 с.

3. Опалко В. Використання морфологічного аналізу для узгодженості дизайнових показників сівалок з нормативними вимогами якості [http://anvou.org.ua/Publications/Statti/Опалко\\_2016.pdf](http://anvou.org.ua/Publications/Statti/Опалко_2016.pdf).

## *Секція*

# *Автоматизація, ІТ та енергетика в АПК*

УДК 531.2

### **МОБІЛЬНИЙ РОБОТ ФІТОМОНІТОРИНГУ В ПРОМИСЛОВІЙ ТЕПЛИЦІ**

*Лисенко В. П., Болбот І. М., Болбот А. І.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Інформація про стани атмосфери та рослин (фітостан) в спорудах закритого ґрунту є надзвичайно важливою для забезпечення гарантованої врожайності [1]. Вирощування рослинної продукції в спорудах закритого ґрунту – сучасних тепличних комбінатах супроводжується значними енергозатратами (у структурі собівартості продукції їх доля сягає 70%). Окрім того, продукцію слід забезпечити максимальної кількості з відповідною якістю. Ось основні фактори, що впливають на прибуток сучасного підприємства, котре спеціалізується на вирощуванні рослинної продукції в спорудах закритого ґрунту. Зменшити енергетичні витрати на виробництво технологічно-обґрунтованої кількості продукції та забезпечити її відповідну якість можливо за рахунок формування стратегій керування виробництвом рослинної продукції на основі використання результатів моніторингу фітостану та стану атмосфери інтелектуальним роботизованим електротехнічним комплексом, що в кінцевому варіанті дозволить максимізувати прибуток виробництва.

Практична реалізація роботизованого електротехнічного комплексу для вказаних цілей вимагає застосування мікроконтролерів, високоефективних приводних пристроїв та сенсорів. Найбільш повне використання наявних ресурсів таких комплексів пов'язане із регулюванням параметрів їх руху, що дозволяє отримати якісну інформацію стосовно фітостану, забезпечити економію енергоресурсів та запобігти виникненню нештатних (інколи навіть аварійних) ситуацій на виробництві.

Інформація про стани атмосфери та рослин (фітостан) в спорудах закритого ґрунту є надзвичайно важливою для забезпечення гарантованої врожайності. В Україні випуск відповідного обладнання є вкрай недостатнім. Використання фітомоніторингу як основного методу для забезпечення технологічними параметрами розвитку рослин в спорудах закритого ґрунту показано в праці Camilla Baratto, Guido Fagliaa, Matteo Pardo, Marco Vezzolia, Luca Boarinob, Massimo Maffeic, Simone Bossic, Giorgio Sberveglia. Основою розробки є сенсори для спостереження за

розвитком рослин. Недолік таких технічних засобів полягає у прив'язці до однієї рослини. Вирішення цієї проблеми вимагає використання рухомих платформ, які можуть здійснювати моніторинг декількох рослин вздовж траєкторії свого руху.

Метою дослідження є розробка алгоритмів керування роботизованими електротехнічними комплексами в аграрному виробництві, що забезпечує моніторинг стану атмосфери та фітостану в спорудах закритого ґрунту для формування стратегій керування, що максимізують прибуток виробництва. Досягнення цієї мети пов'язано із розробкою мобільного робота фітомоніторингу на верхньому (стратегічному) та нижньому (виконавчому) рівнях. Для верхнього рівня керування розробка алгоритмів забезпечує загальну стратегію керування виробництвом рослинної продукції на основі використання результатів моніторингу фітостану та стану атмосфери інтелектуальним роботизованим електротехнічним комплексом.

Локалізація та побудова карти місцевості є ключовим питанням, яке необхідно розглянути при розробці мобільного робота. Основним способом вирішення даного завдання є використання алгоритмів SLAM (Simultaneous Localization and Mapping), так як саме він має високу точність локалізації і достатнім швидкодією для роботи в реальному часі [2, 4].

Сенсорна система мобільного робота збирає інформацію про координати його перебування. Вона включає в себе дві підсистеми датчиків переміщення і систему технічного зору. Крім параметрів фітоклімата, які отримуємо від датчиків розташованих на борту робота також знімається та передається зображення з відеокамери, для визначення ступеня стиглості томатів та їх кількості.

Зір мобільного робота можна визначити як процес виділення, ідентифікації і перетворення інформації, отриманої з тривимірних зображень. Візуальна інформація перетворюється в сигнали за допомогою відео датчика, в ролі якого виступає відеокамера. Після просторової дискретизації і квантування по амплітуді ці сигнали дають цифрове зображення. Зображення розпізнається програмним забезпеченням, встановленим на сервер, що відповідає за стратегічний рівень [3, 6].

Особлива роль відводиться обчислювальній системі робота, на яку покладається обробка сигналів, що надходять від сенсорної системи, розпізнавання стану навколишнього середовища, визначення бажаної траєкторії руху робота, обчислення відхилень поточної конфігурації і швидкості робота від бажаних значень і перерахунок відхилень в управлінський вплив. Для вирішення завдань такого роду стає проблематичним використання традиційних методів та алгоритмів управління, виникає необхідність використання спеціальних стратегій управління траєкторних рухом з використанням принципів адаптації і самонавчання.



Апаратна реалізація системи керування інтелектуальним мобільним роботом забезпечує: швидкодію, відповідну вимогам щодо переміщення інтелектуального мобільного робота в реальному час; типові вимоги до бортових систем (є компактною, надійною і споживає мало енергії).

Мобільний робот для фітомоніторингу (рис. 1) використовується сумісно з інтелектуальною системою керування мікрокліматом, штучним досвічуванням та мінеральним підживленням рослин. Новим у вирішенні проблеми є його мобільність, самохідність, наявність блоку, що і забезпечує його зв'язок з існуючою системою керування [5].



Рис. 1. Зовнішній вигляд мобільного робота.

Для забезпечення якісного позиціонування платформи мобільного робота у заданих точках, збільшення енергоефективності використання батареї його живлення, збільшення продуктивності виконання моніторингу та усунення небажаних явищ при його русі (коливання елементів конструкції, можливі нештатні ситуації тощо) необхідно виконати синтез алгоритмів керування рухом на виконавчому рівні.

#### Висновок

Запропоновано алгоритми керування роботизованим електротехнічним комплексом в спорудах закритого ґрунту, котрий забезпечує моніторинг основних параметрів атмосфери, фітомоніторинг, у тому числі якість продукції, ідентифікуючи при цьому її зони. Розроблено прототип інтелектуального роботизованого електротехнічного комплексу для моніторингу фітостану та стану атмосфери в спорудах закритого ґрунту та запропоновано алгоритм його керування на базі колірної тривимірної локалізації в просторі 6D-SLAM.

#### Список використаних джерел

1. Лисенко В. П., Болбот І. М., Лендел Т. І. Фітотемпературний критерій оцінки розвитку рослини. Енергетика і автоматика. 2013. № 3. С. 122-128.
2. Lysenko V., Bolbot I., Lendiel T. Vejvlet-analiz v fitometrii rastenij. Sbornik nauchnyx trudov «aktualnye voprosy sovremennoj nauki. 2014. С. 163-173.
3. Лисенко В. П., Болбот І. М., Лендел Т. І., Чернов, І. І. Програмно-апаратне забезпечення системи фітомоніторингу в теплиці. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2014. Вип. 154. С. 42-45.
4. Лисенко В. П., Болбот І. М. Роботи та робототехнічні системи в агропромисловому комплексі. Науковий вісник НУБіП України. 2010. Вип. 153. С. 105-110.
5. Болбот І. М. Автоматизація процесів керування тепличними комплексами з моніторингом якості продукції: дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук, Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. Київ. 2020. 512 с.
6. Мартиненко І. І., Лисенко В. П., Тищенко Л. П., Болбот І. М., Олійник П. В. Проектування систем електрифікації та автоматизації АПК. Київ, 2008. 330 с.

УДК 621

### СТАН РОЗВИТКУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ СЬОГОДЕННЯ

*Юрченко О. Ю.*

*Сумський національний аграрний університет*

На сучасному ринку енергетики різних країн представлено безліч витоків електроенергії, джерелами якої можуть бути атомні електростанції, гідроакумулюючі електростанції, сонячні батареї, вітрові електроустановки, парові турбіни і багато іншого.

З одного боку, переваги та недоліки вище перерахованих систем мають вести жорсткий відбір більш ефективних джерел енергії. Однак, є ще і інші фактори, що впливають на стан розвитку, наприклад, альтернативної енергетики. Мова іде про витіснення традиційних джерел енергії нетрадиційними.

Розглядаючи темпи розвитку сонячної енергетики в Україні, можна з впевненістю сказати, що свій стрімкий розвиток, що був розпочатий нею

кілька років, вона дещо сповільнює. Як говорить статистика, темпи розвитку сонячної енергетики на сьогоднішній день зменшилися в 2,5 рази.

Причинами сповільнення розвитку можуть бути різні фактори. Хтось стверджує, що це, перш за все, боргова криза. Ще однією з думок з цього приводу є наміри запровадження акцизу на «зелену» енергію.

Якби не було, але факт зменшення виробництва електроенергії сонячними батареями проявляється досить помітно. Це відображається на відсотковому співвідношенні показників ефективності використання тих чи інших джерел енергії та їх частці в сумарному числі виробленої електроенергії.

За п'ять місяців 2021 року запущено всього 257,4 МВт потужностей СЕС, що складає показник у 2,5 рази менший, ніж у аналогічний період 2020 року (686 МВт), повідомляє Главком із посиланням на дані НКРЕКП.

Абсолютна більшість СЕС, що введені в експлуатацію, складається із наземних електростанцій, а потужності станцій, що вмонтовані у фасади чи дахи будинків, становить лише 7 МВт.

Загалом, введення нових потужностей для відновлюваної енергетики в 2021 році скоротилося більш ніж на чверть. Цього року запущено 554 МВт нових потужностей. Порівнюючи з минулим роком, даний показник становить – 744 МВт.

До настільки стрімкого сповільнення могла, перш за все, призвести боргова криза – урядом заборговано понад 18 мільярдів грн за «зелену» електроенергію. Більше того, Кабінетом міністрів оголошено про намір запровадження акцизного податку на «зелену» енергію у розмірі 3,2%.

Список використаних джерел

1. Темпи розвитку сонячної енергетики в Україні URL: <https://hmarochos.kiev.ua/2021/08/20/tempy-rozvytku-sonyachnoyienergetyky-v-ukrayini>

УДК 621.314

## **СПОСІБ РОЗГОНУ ТА ГАЛЬМУВАННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНА ЧАСТОТНИМ ПЕРЕТВОРЮВАЧЕМ**

*Юрченко О. Ю.*

*Сумський національний аграрний університет*

Широкий спектр електрообладнання, що використовується на сьогоднішній день в електроенергетиці, дає змогу реалізувати можливості, що надаються електроенергією в тих масштабах, про які кілька десятиріч років можна було лише здогадуватися. Однак, традиційні пристрої,

показавши свої всі можливості, незважаючи на свою повну вичерпаність дослідженнями все ще дають можливість працювати у необхідних для тих чи інших умов режимах та умовах.

Електродвигун, що виступає в якості приводу для різних виробничих машин, має ряд вимог, невідповідність яким може унеможливити його використання для певного механізму. Мова іде про, наприклад, правильно підібраний електродвигун за потужністю, частотою обертання, струмом, напругою і т.п.

Якщо говорити про регулювання обертів електродвигуна, яким приводиться в дію та чи інша виробнича машина, то традиційними методами такого регулювання є використання редукторів та частотних перетворювачів.

Перетворювач частоти дає можливість регулювання швидкості обертання електродвигуна шляхом зміни частоти струму. Крім того, за допомогою даного пристрою можна здійснювати розгін та гальмування електродвигуна, що іноді є одним із циклів роботи певної установки.

Мінімальна вихідна частота – це параметр, що визначає значення частоти, за якого починається обертання валу електродвигуна. Крім того, підвищена мінімальна частота у багатьох випадках дозволяє зменшити нагрів двигуна у момент розгону.

Нижня межа вихідної частоти – параметр, що обмежує частоту на виході перетворювача. Нижня межа не може бути меншою мінімальної вихідної частоти. Ця установка необхідна щоб забезпечувати захист двигуна та механізмів в разі помилкових установок мінімальної робочої частоти.

Максимальна вихідна частота – параметр, який обмежує вихідну частоту зверху. При цьому задане (номінальне) значення частоти може бути меншим, або рівним максимальній вихідній частоті. Дане значення використовується з метою розрахунків теоретичного часу розгону.

Частота максимальної напруги (номінальна частота двигуна). Даний параметр задається у відповідно до значення, зазначеного на таблиці електродвигуна. Як правило, воно дорівнюватиме 50 Гц. При такій частоті на двигуні діятиме максимально можлива для даного перетворювача напруга. Якщо даний параметр виставити меншим необхідного, то двигун працюватиме з перевантаженням та ніколи не розженеться до номінальної частоти.

Час розгону – це основний параметр, який визначає розрахунковий час, за який електродвигун розженеться від нульової до максимальної вихідної частоти. Темп наростання, зазвичай, є лінійним, якщо не задано квадратичну зміну частоти. У разі, коли наростання задано у проміжному діапазоні (чи не від нульової та не до максимальної частоти), то реальний час буде меншим заданого. Цю умову слід враховувати при проектуванні обладнання.

Наприклад, якщо мінімальна вихідна частота дорівнюватиме нулю, а максимальна – 50 Гц, то за установки часу розгону 10 секунд та максимальної вихідної частоти 25 Гц фактичний час розгону буде у 2 рази меншим, тобто 5 сек. Те ж саме можна сказати й про гальмування.

Зазвичай, дані параметри встановлюються на сучасних перетворювачах.

Для прикладу, у частотного перетворювача Prostar PR6100 параметри налаштування для розгону та гальмування знаходяться у меню та мають такі позначення:

- P0.06 - верхня межа частоти;
- P0.07 - нижня межа частоти;
- P0.14 - час розгону;
- P0.15 - час гальмування;
- P1.03 - номінальна частота двигуна.

Таким чином, використовуючи частотний перетворювач, можна отримати ряд опцій, за якими значно скорочується час на виконання певної роботи та покращити якісні показники роботи електрообладнання.

Список використаних джерел

1. Тонкости настройки преобразователя частоты. URL: <https://tehprivod.su/poleznaya-informatsiya/tonkosti-nastroyki-preobrazovatela-chastoty.html>

УДК 621.186.1

## **ЗНАЧЕННЯ ВОДЯНОЇ ПАРИ ДЛЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

*Сіренко Ю. В.*

*Сумський національний аграрний університет*

Водяна пара використовується в якості робочого тіла в паросилових установках, в якості теплоносія в системах вентиляції житлових та виробничих приміщень, тепло і водопостачання, а також використовується в технологічних цілях. Принципової різниці між газом і парою немає [1]. При досить високій температурі і низькому тиску, пар, як і газ, за своїми властивостями наближається до ідеального газу і підпорядковується законам ідеальних газів. Таким чином, водяна пара поряд з твердою і рідкою фазами є однією з форм існування води в природі.

Основні переваги використання водяної пари як теплоносія [4]:

- пара утворюється з води, яка в природі є відносно легкодоступною;

- пара може зберігати і переносити значну кількість теплоти при відносно низькій температурі в порівнянні з іншими рідинами або газами;
- тиск і температуру пари можна регулювати в широкому діапазоні в залежності від потреб;
- пару можна подавати до місць застосування, використовуючи лише її внутрішню енергію;
- пару можна використовувати для покриття змінних теплових навантажень без додаткових витрат енергії;
- пара може використовуватися для опалення, гарячого водопостачання та виробничих потреб;
- втрати пари легко виявляються і досить просто заповнюються;
- водяна пара екологічна, не представляє небезпеки для здоров'я і навколишнього середовища, не пожежонебезпечна і не призводить до забруднень.

Пара використовується в самих різних областях промисловості: нагрівання, пастеризація, насичення паром, очищення, зволоження, рушійна сила, робоче середовище. Розрізняють 2 основні види використання пари у галузях промисловості, які є споживачами пари: суха (або насичена) і волога. Суха пара - це пара, молекули якого знаходяться в газоподібному стані. Це прозорий газ. Волога пара - це пара, в якій частина молекул води віддає свою енергію (приховану теплоту) і конденсується, утворюючи крихітні краплі води.

Основні переваги пари, за яку вона отримала широке поширення в теплообмінних процесах на виробництві, - висока теплота пароутворення [4]. Теплота пароутворення характеризує необхідну кількість теплоти (кДж/кг) для перетворення 1 кг води в 1 кг пари, а при конденсації 1 кг пари в 1 кг води, з виділенням такої ж кількості теплоти. Вода, перетворившись на пару, переносить тепло по паропроводу від місця генерації до місця конденсації, де віддає ту ж кількість тепла.

У залежності від початкових параметрів пари (тиску і температури) на сьогоднішній день розрізняють установки низьких, середніх, високих, докритичних, критичних, надкритичних і супернадкритичних параметрів пари.

*Для обігріву фабриках харчової промисловості, нафто- і хімічних заводах застосовується пара високого тиску. Насичена пара використовується в якості джерела нагріву для ребойлерів, теплообмінників, підігрівачів повітря горіння, реакторів та інших видів теплообмінного обладнання.*

Суха пара використовується в побутових сучасних парових печах з температурою до 200-800 ° С при атмосферному тиску особлива проста у використанні.

Останнім часом застосовується пара для нагрівання води до температури нижче 100 °С, а саме така температура необхідна для використання гарячої води. Коли вакуумна насичена пара працює таким же чином, як і насичена пара з позитивним тиском, її температуру можна швидко змінити, відрегулювати тиск. Особливістю пари є можливість чітко контролювати температуру на відміну від гарячої води. Вакуумний насос також повинен використовуватися разом з іншим обладнанням, тому що з його допомогою тиск можна знизити нижче атмосферного. У порівнянні з нагріванням гарячою водою, ця система забезпечує швидке і рівномірне нагрівання. Необхідна температура досягається швидко і без стрибків [5].

Пара регулярно використовується в якості рушійної сили в парових турбінах. Теплова енергія пари перетворюється в механічну в теплових енергетичних установках – парових машинах і парових турбінах. Парова турбіна – це частина обладнання на теплових електростанціях, яка необхідна для виробництва електроенергії. Рушійна сила пари повертає лопаті, які в свою чергу запускають ротор підключеного електрогенератора, в результаті чого і виробляється електрика.

Суха пара часто використовується в парових турбінах для запобігання ушкоджень устаткування. Однак на деяких атомних електростанціях слід уникати використання високотемпературної пари, так як це може стати причиною проблем з матеріалом турбін. Як альтернатива використовується насичена пара високого тиску. У тих випадках, коли необхідно використовувати в трубі, що підводиться, насичену пару, часто встановлюють сепаратори для видалення конденсату з потоку [2].

Для сучасної великої теплоенергетики практичний інтерес становлять паросилові установки (ПСУ) на базі парових турбін. Парові машини можуть застосовані для багатопаливних установок невеликої потужності (менше 500 кВт). Прогрес у збільшенні ефективності було досягнуто за рахунок застосування все більш і більш високих температур і тиску. Існує кілька теплових електростанцій, які використовують в своїх турбінах суху надкритичної пару з абсолютним тиском 25 МПа, і температурою 610 °С.

Пара може використовуватися для переміщення потоків рідини і газу в трубопроводах як пряма «рушійна сила». Парові струменеві ежектори використовуються для створення вакууму в дистиляційних колонах, для відділення і очищення потоків технологічної пари. Вони також використовуються для безперервного видалення повітря з поверхневих конденсаторів, щоб підтримувати необхідний вакуумний тиск на конденсаційних (вакуумних) турбінах [3, 4].

Пара також є основною рушійною рідиною в аналогічній області застосування для вторинних дренажних систем, які використовуються для відкачування конденсату з металевих вентиляційних прийомних резервуарів, випаровувальних ємностей або парового обладнання, яке працює в режимі зриву.

Пара використовується для очищення різних поверхонь. Одним з таких прикладів в промисловості є використання пари в сажаобдувках. Котли повинні бути обладнані обдувальними апаратами, що працюють на нафті чи вугіллі в якості джерела палива, для постійного очищення стінок печі і видалення відкладень з поверхонь конвекції. Це дозволить забезпечити необхідну продуктивність, ефективність і надійність роботи котла. Пара з вихідного отвору сажаобдувки витісняє суху золу і шлак, які потім падають в воронку або виходять зі спалювальними газами.

Пара для атомізації. Атомізація пари – це процес, при якому пара використовується для механічного розділення рідини. У деяких камерах згоряння в паливо вводять пару, щоб збільшити ефективність згоряння і зменшити утворення вуглеводнів (сажі). У парових котлах і генераторах на мазуті цей метод застосовується для дисперсії в'язкої нафти на дрібні краплі, щоб забезпечити більш ефективне згоряння. При роботі факелів використовують принцип атомізації пари для зменшення забруднюючих речовин в відпрацьованих газах. У факелах пара часто змішується з відпрацьованим газом перед горінням [4, 5].

Список використаних джерел

1. Теплотехніка. За ред. Б.Х. Драганова. К.: ТОВ «Астра Пол», 2005. – 503 с.
2. Злобин В. Г., Горбай С. В., Короткова Т. Ю. Техническая термодинамика. Часть 2. Водяной пар. Циклы теплосиловых установок: Учебное пособие / ГОУ ВПО СПбГТУРП. СПб., 2011. 118 с.
3. Коновалова С. О. Теплотехніка та теплоенергетика: курс лекцій для студентів металургійних спеціальностей. Ч. 1. Теплотехніка. Краматорськ: ДДМА, 2009. 300 с.
4. Захаров А. А. Практикум по применению теплоты в сельском хозяйстве. М.: Агропромиздат, 1985. 174 с.
5. Бордюженко О. М., Шестаков В. Л. Основи термодинаміки, теплотехніка та теплотехнічне обладнання: інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення.: Ч.1. Технічна термодинаміка. Процеси і апарати для високо-температурної обробки матеріалів. Рівне: НУВГП, 2008. 224 с.



## *Секція*

### *Інновація аграрної освіти, науки, виробництва*

УДК 631.17

#### **ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ**

*Болтянський О. В., Болтянська Н. І.  
Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного*

Аграрний сектор є особливим сектором економіки України, тому що його розвиток має визначальний вплив на рівень життя українського народу. За підрахунками деяких учених 1% зростання сільського господарства дає 2% зростання економіки в цілому. За свідченням закордонних експертів Україна належить до числа країн із найвищим рейтингом щодо потенційних резервів агропромислового виробництва. Це зумовлено тим, що на Україну припадає майже третина запасів чорнозему та 27% орної землі в Європі. Україна має вигідне географічне положення, родючі ґрунти, багаті традиції землеробства, сприятливий клімат, освічених і працьовитих селян, достатньо розвинуту транспортну інфраструктуру, а також досить місткий рівень збуту сільськогосподарської продукції.

На сучасному етапі розвитку сільського господарства в нашій країні продовольча безпека є головною метою аграрної політики України. Критерій досягнення продовольчої безпеки – рівень самозабезпечення населення країни основними екологічно чистими продуктами харчування, а переробної промисловості – сировиною. В даний час питанню збільшення показників ефективності сільського господарства в країні приділяється досить велика увага. Головним напрямком інтенсивного розвитку сільськогосподарського виробництва, є підвищення його ефективності та забезпечення населення країни різноманітними високоякісними продуктами харчування [1, 2].

Інтенсифікація агропромислового виробництва нерозривно пов'язана з проблемою ресурсозбереження, яке полягає у підвищенні ефективності використання ресурсів і всебічній їх економії. Ресурсозбереження є невід'ємним чинником агропромислового виробництва, оскільки змінюється співвідношення між використаними засобами виробництва та витратами праці, а також досягається такий стан виробництва, за якого економія стає вирішальним джерелом задоволення зростаючих потреб національного господарства.

Проблема сталого ресурсозберігаючого розвитку АПК є однією з найактуальніших, так як суспільство зіткнулося з рядом проблем, що загрожують життю сучасних і майбутніх поколінь: деградацією природного середовища, що загострюється дефіцитом мінерально-сировинних, енергетичних, ґрунтових, водних і лісових ресурсів.

Скорочення прямих витрат при отриманні готового продукту визначає можливість підвищення рівня рентабельності продукції, яка випущена сільськогосподарською галуззю. При використанні традиційних технологій виробництва значна частка грошових коштів витрачається на виробничі витрати. При цьому результат на 80% залежить від сформованих природних і кліматичних умов. Впровадження ресурсозберігаючих технологій дозволяє знизити ймовірність впливу цих умов на 20–40% і подальший результат залежить від оптимального поєднання управління сільськогосподарським виробництвом і технологій [3].

Ресурсозбереження на підприємствах АПК є системою організаційних, технічних і технологічних заходів, спрямованих на раціональний процес використання ресурсів на базі модернізації технологічних процесів та застосування інновацій. У разі обмеження матеріальних, трудових, земельних, фінансових ресурсів сільськогосподарські організації використовують ресурси більш раціонально і темпи зростання кількості виробленої продукції підприємств АПК безпосередньо залежать від рівня забезпечення цими ресурсами. Брак виробничих засобів змушує шукати нові резерви для зниження витрат. Агротехнічні методи, установки і машини, використовувані в ресурсозберігаючих технологіях, дозволяють створювати умови для сприятливого впливу природних факторів і ресурсів на агроценоз, мінімального впливу на ґрунт при збереженні його родючості.

Дослідження досвіду використання ресурсоефективних технологій в зарубіжних країнах дозволило зробити висновок, що за кордоном активно використовують ресурсозберігаючі технології для рослинництва, особливо системні ресурси, засновані на застосуванні точних сільськогосподарських технологій. Лідери в області впровадження сільськогосподарських технологій для точного землеробства – США (80%) і Німеччина (60%), а також Данія, Голландія, Бразилія, Китай та Австралія [4].

На думку українських вчених, що займаються вивченням агропромислового комплексу, сільське господарство має значний потенціал і перспективи для підвищення ефективності агропромислового комплексу за рахунок ресурсозбереження. Для раціонального споживання ресурсів і зниження витрат виробництва продукції рослинництва діяльність сільськогосподарських організацій повинна бути спрямована на впровадження технічних, технологічних і організаційних заходів.

Технологічні заходи включають:

- впровадження енергетичних і ресурсозберігаючих технологій для культивування з мінімальною і нульовою обробкою ґрунту;
- заміна технологій для здійснення механізованих робіт.

Технічна діяльність включає:

- впровадження високопродуктивного комбінованого обладнання, що забезпечує кілька операцій (обробка ґрунту, внесення добрив, посів) за один цикл;
- збільшення зчеплення машинно-тракторних агрегатів та робочих швидкостей;
- раціональне агрегування машин;
- використання альтернативних видів палива;
- заміна машин з нормативним терміном корисного використання для зниження споживання палива і запасних частин.

Організаційні заходи щодо ресурсозбереження включають вдосконалення структури оброблюваних земель і культивування рентабельних і високоприбуткових культур. В умовах дефіциту матеріальних ресурсів сільськогосподарським підприємствам необхідно використовувати економічний механізм, оснований на застосуванні ресурсозберігаючих технологій. Необхідно розглянути наступні варіанти ресурсозбереження окремо і в комплексі: використання нульового або мінімального обробітку ґрунту;

- використання насіння високої якості перспективних сортів;
- застосування високопродуктивної техніки в комбінованих і широкозахватних агрегатах;
- поєднання технологічних операцій; застосування інтегрованих систем захисту рослин від шкідників, хвороб, бур'янів;
- внесення науково-обґрунтованих доз мінеральних і органічних добрив;
- ефективна організація праці.

Ресурсозбереження є одним з основних напрямків ведення виробництва в АПК. Тому цілком очевидний вектор розвитку вітчизняного АПК – ресурсозбереження, скорочення втрат і підвищення енергоефективності виробництва продукції для задоволення зростаючих потреб країни в продовольстві та сировині, що пов'язано з глибокою технічною та технологічною модернізацією агропромислової сфери.

Таким чином, забезпечення ресурсозбереження – обов'язкова вимога до техніки, технології, організації виробництва і невиробничої діяльності, господарського механізму. Нова техніка повинна вимагати меншої витрати ресурсів, як в процесі її виробництва, так і в процесі експлуатації. Нова технологія повинна бути безвідходною або маловідходною, малоопераційною. Суворий облік ресурсів, їх наявності, витрачання, моральна і матеріальна зацікавленість працівників у кращому їх

застосуванні, дбайливе ставлення до використання сировини, матеріалів, енергії, палива – обов'язкові елементи ресурсозбереження.

Список використаних джерел

1. Болтянська Н. І., Болтянський О. В. Першочергові завдання з модернізації сільського господарства. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі*: матеріали I Міжнар. наук.-практ. конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 37-40. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/boltjanskyj-o.2.pdf>
2. Болтянський О. В. Напрями енергоефективного розвитку агропромислового комплексу України. *Біоенергетичні системи*: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конференції. Житомир: ЖНАУ, 2020. С. 15-19.
3. Болтянська Н. І. Сфери інноваційного розвитку та агроекономічного зростання сільськогосподарських підприємств. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі*: матеріали I Міжнар. наук.-практ. конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 75-78. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wpcontent/uploads/sites/6/boltjanska3.pdf>
4. Boltianskyi B. V. Reducing energy expenses in the production of pork. WayScience. Dnipro, Ukraine, 2021. P.1. С. 27-29.

УДК 631.3.004.67:631.153

## НАУКОВА ОРГАНІЗАЦІЯ ПРАЦІ ТА ВИРОБНИЦТВА ЯК ОСНОВА ДЛЯ РОЗРОБЛЕННЯ ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ

Дашивець Г. І., Паніна В. В.

Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного

Розглядаючи науковий підхід до вибору планувального рішення робочої зони, ділянки або сервісного підприємства в цілому, слід зазначити, що першоосною прогресивного методу організації будь-якого технологічного процесу є наукова організація праці, тобто комплекс технічних, технологічних, організаційних, санітарно-гігієнічних, економічних та інших заходів, спрямованих на підвищення продуктивності при одночасному поліпшенні умов праці [1]. Розглянемо деякі питання наукової організації праці стосовно об'ємно-планувальних рішень підприємства та його окремим виробничим підрозділам.

Одним з основних питань наукової організації праці є зниження невинуватених втрат робочого часу шляхом виявлення і усунення причин, що їх породжують. Втрати робочого часу при технічному обслуговуванні та

ремонті машин на сервісних підприємствах можуть бути досить значними. Визначити їх величину можна різними методами: за допомогою фотографії робочого часу, хронометражу, проведенням моментних спостережень, тощо. Ці втрати робочого часу складаються з часу, що витрачається на переходи між постами, робочими місцями, дільницями, складами; часу на пошук і доставку необхідного обладнання, інструменту, на отримання і доставку деталей і агрегатів до робочого місця і т.д. Більша частина цього непродуктивного часу викликана переходами робітників, зумовленими взаєморозташуванням різних постів, дільниць, складів та інших приміщень.

Таким чином, планування підприємства повинно розроблятися з урахуванням певних функціонально-технологічних зв'язків між різними робочими місцями, постами, спеціалізованим обладнанням і всіма пов'язаними з виробничим процесом службами. Особливо це стосується випадків реконструкції підприємства, коли відомі всі необхідні для технологічного проектування вихідні дані, з урахуванням специфіки та сформованого досвіду роботи конкретного підприємства.

Чим суворіше планувальне рішення враховує фактичні функціональні внутрішньовиробничі зв'язки, тим з меншими витратами праці будуть протікати самі технологічні процеси.

Різних варіантів технологічного планування одного і того ж приміщення або будівлі може бути розроблено скільки завгодно [2, 3], але найбільш раціональні варіанти планування можуть бути створені тільки після спеціальних досліджень і спостережень, що дають об'єктивну картину функціонально-технологічних зв'язків, як основу побудови планування зони, дільниці і будь-якого іншого приміщення, яке проектується.

При проектуванні окремих виробничих приміщень поряд з дотриманням відповідних норм проектування, правил охорони праці і техніки безпеки, санітарно-гігієнічних умов, зокрема умов освітленості робочих місць і т.д., потрібно прагнути до розробки такого компоновального рішення, при якому обраний склад технологічного і допоміжного обладнання розміщувався б так, щоб скорочувався до мінімуму непродуктивний час, полегшувалась сама праця, підвищувалися якість та продуктивність праці.

У тих випадках, коли технологічний процес стабільний, обладнання розставляється відповідно до послідовності виконання технологічних операцій. Однак, в ряді дільниць сервісного підприємства, таких, як ремонту електрообладнання, ковальській, спостерігається велика різноманітність складу виконуваних операцій поточного ремонту, причому різних вузлів і деталей. У цих випадках прийнятий інший принцип розстановки обладнання, при якому основні робочі місця розміщуються в найбільш освітленому місці. Поблизу цих робочих місць встановлюється те обладнання, яке використовується найбільш часто, а обладнання, потреба в якому виникає лише епізодично, розміщується на площі, що залишилася,

більш віддаленій від основних робочих місць. При цьому одночасно окремі робочі місця можуть бути обладнані і оснащуватися за технологічним принципом.

Технологічні зв'язки можуть змінюватися залежно від прийнятих методів і загальної технології процесів ТО і поточного ремонту машин, що має знаходити відображення і в технологічному плануванні як окремих виробничих приміщень, так і будівлі в цілому.

Зв'язок планувального рішення з організацією процесів ТО і поточного ремонту можна простежити на прикладах, пов'язаних з різним ступенем використання агрегатно-вузлового методу ремонту.

Сутність агрегатно-вузлового методу ремонту полягає в заміні зношених взаємозамінних агрегатів і вузлів на заздалегідь відремонтовані, що скорочує тривалість простою машин в ремонті, створює умови для раціонального розподілу праці між виконавцями робіт, можливості їх спеціалізації; забезпечує найбільш повне завантаження обладнання; підвищує якість ремонтних робіт і знижує їх собівартість.

У разі, коли всі або більшість виробничих дільниць працюють безпосередньо на пости обслуговування і ремонту, зняті з машини агрегати, вузли або деталі ремонтуються на відповідних дільницях, а потім встановлюються знову на ті ж машини. Якщо на підприємстві добре налагоджений агрегатно-вузловий метод ремонту, більшість дільниць працює на склад. Як наслідок відмінності в цих принципах організації ремонту змінюється і оптимальна схема взаємного розташування приміщень підприємства. Для того щоб скоротити переходи робітників і транспортування об'єктів ремонту між машинами і дільницями в першому випадку такі дільниці, як ремонту двигунів, агрегатний, механічний, акумуляторний, інші бажано розташовувати ближче до постів розбирання-складання машин [4].

При другому варіанті ця умова відпадає і найближчим по розташуванню до постів розбирання-складання машин повинен бути склад, так як між ним і машиною буде найбільш тісний технологічний зв'язок.

Особливе місце в технологічних процесах сервісних підприємств займають найрізноманітніші методи і засоби діагностування технічного стану агрегатів і систем машин, що вносить відповідні зміни і в планувальні рішення окремих підрозділів і підприємства в цілому; організуються спеціалізовані пости діагностики, розширюються контрольно-технічні пункти, змінюються склад постів та оснащеність обладнанням.

Таким чином, технологічне планування повинно ґрунтуватися на науковій організації праці та виробничих процесів, в зв'язку з чим розробленню планувального рішення повинен передувати аналіз функціонально-технологічних зв'язків та залежностей, що об'єктивно складаються в тих чи інших умовах.

#### Список використаних джерел

1. *Калина А. В.* Економіка праці та соціально-трудові відносини : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Київ : ДП «Вид. дім «Персонал», 2012. 498 с.
2. *Дашивець Г. І., Печерська В. С.* Дослідження затребуваності послуг технічного сервісу в регіоні. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі*: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 593-598. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tsst/wp-content/uploads/sites/6/dashyvec-2020.pdf>
3. *Дашивець Г. І., Новик О. Ю.* Використання комп'ютерних технологій при викладанні дисципліни «Проектування сервісних підприємств». Удосконалення навчально-виховного процесу у вищому навчальному закладі : збірн. наук.-метод. праць. Мелітополь: ТДАТУ, 2016. Вип. 19. С. 136-142.
4. *Дашивець Г. І., Дідур В. А., Бондар А. М.* Проектування сервісних підприємств : посібник-практикум. Мелітополь : ТДАТУ, 2019. 144 с.

УДК 621.43

### **ПРО КЛАСИФІКАЦІЮ ШЕСТЕРЕННИХ МАСЛЯНИХ НАСОСІВ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ НА БАЗІ СПІВВІДНОШЕННЯ РОЗМІРІВ ШЕСТЕРЕНЬ**

*Стефановський О. Б., Болтянський О. В.  
Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного*

Постановка проблеми. До основних розмірів шестерень масляного насоса (МН) із зовнішнім зачепленням відносяться їх ширина  $b$  і зовнішній діаметр  $d_{ex}$  (для кола виступів). Відомі конструкції таких МН, встановлених в системах змащення вітчизняних двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ), значно відрізняються один від одного не тільки величинами зазначених та інших розмірів [1-3], але і співвідношеннями останніх, що не враховується відомими класифікаціями цих насосів [4].

Аналіз останніх досліджень. В роботі [1] наведено графік залежності безрозмірною функції основних розмірів шестірні МН  $\beta_{b/d} = \sqrt{\frac{b^2 + d_{ex}^2}{bd_{ex}}}$  від їхнього відношення  $b/d_{ex}$ , яке змінювалося в межах приблизно 0,2...1,35, для великої сукупності МН вітчизняних ДВС різного призначення (як бензинових, так і дизельних). На базі форми цієї залежності, обумовленої особливістю властивостей функції  $\beta_{b/d}$ , ця сукупність розділена на дві

частини: "нормальні" МН, у яких при широкій варіації відношення  $b/d_{ex}$  ця функція майже постійна (незначно вище  $2^{0,5}$ ), і "плоскі" МН, у яких  $b/d_{ex} < 0,73$  і  $\beta_{b/d}$  істотно залежить від цього відношення.

У той же час дана спроба класифікації шестерінчастих МН не завершена, тому що в роботі [1] не враховано МН деяких транспортних дизелів з  $b/d_{ex} > 1,35$ . З вищенаведеного виразу, що визначає функцію  $\beta_{b/d}$ , видно, що при зростанні ширини шестерні  $b$  ця функція буде збільшуватися, перестаючи бути близькою до  $2^{0,5}$ .

Формулювання мети: завершити класифікацію виконаних конструкцій шестерінчастих МН на базі залежності функції  $\beta_{b/d}$  від відношення основних розмірів шестірні на всьому інтервалі його зміни, характерному для вітчизняних ДВЗ різного призначення. При цьому, як і в [1], для 2-секційних МН розглядаються тільки нагнітальні (основні) секції, а для двохнасосних систем змащення ряду дизелів – тільки МН, що нагнітають масло до споживачів дизеля.

Основна частина. На додання до літератури про ДВЗ і їхні МН, використаної в роботі [1] (не перерахована тут заради стислості), відомості про шестерінчасті МН з  $b/d_{ex} > 1,35$  взяті з робіт [3-5] (в тому числі для тепловозного дизеля 6ЧН 31/36, що вироблявся за кордоном, але широко застосовувався на вітчизняних залізницях).

На рис. 1 показаний графік залежності функції  $\beta_{b/d}$  від відношення  $b/d_{ex} \geq 1$ , де для області  $b/d_{ex} \geq 1,25$  (15 точок з урахуванням випадків, коли точні розміри шестерень не були відомі) за допомогою методу найменших квадратів отримані два варіанти функції регресії:

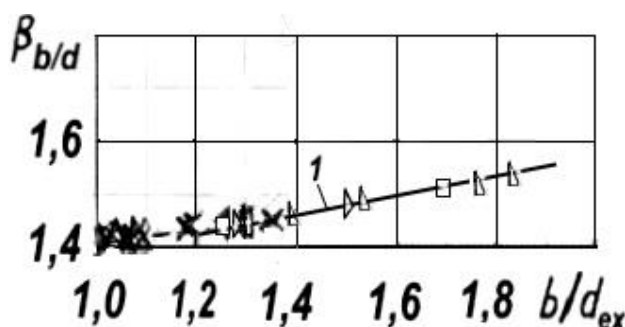


Рис. 1. Залежність функції розмірів шестерень МН  $\beta_{b/d}$  від їх відношення  $b/d_{ex}$ , коли воно більше одиниці: 1 – лінійна регресія відповідно до (1).

Точки відповідають МН двигунів: автомобільних з іскровим запалюванням (карбюраторних  $\times$  і з впорскуванням бензину  $\times$ ); дизелів різного призначення ( $\triangleright$  автотракторних,  $\square$  багатоцільових,  $\triangleleft$  стаціонарних і суднових,  $L$  тепловозних і суднових,  $\Delta$   $\blacktriangle$  тракторних).

$$\hat{\beta}_{b/d} = \begin{cases} 1,20 + 0,185(b/d_{ex}) \\ 1,37(b/d_{ex})^{0,19} \end{cases} . \quad (1)$$



Тут показники точності такі: для верхнього варіанту коефіцієнт кореляції близько 0,996; середня по абсолютній величині відносна похибка (САВП) розрахункових значень функції щодо фактичних 0,00213; межі зміни відносної похибки розрахунку функції по (1)  $-0,0049$  і  $+0,0045$  (обидва - для нагнітальних МН багатоцільових V-образних дизелів ЧН 21/21 з кількістю циліндрів 6 або 8); для нижнього варіанту коефіцієнт кореляції близько 0,992; САВП 0,0026; межі зміни відносної похибки  $-0,0062$  (для МН зазначених дизелів) і  $+0,00524$  (для МН автомобільних V-образних дизелів ЧН 13/14 з тією ж кількістю циліндрів). Як видно, верхній варіант РЗ простіше і трохи точніше.

При  $b/d_{ex} = 1,2...1,3$  фактичні значення функції  $\beta_{b/d}$  відрізняються від усередненого значення 1,424 (отриманого в [1] для більшості МН, названих «нормальними») менше, ніж на 1%. Помітне перевищення  $\beta_{b/d}$  над 1,424 починається, коли  $b/d_{ex} > 1,35$ .

Щоб завершити класифікацію МН вітчизняних ДВЗ за характером зміни функції  $\beta_{b/d}$  в залежності від відношення  $b/d_{ex}$ , розпочату в роботі [1], назовемо МН, що підкоряються регресії (1) в області  $b/d_{ex} > 1,35$ , «довгими» (маючи на увазі те, що їх шестерні помітно витягнуті в довжину вздовж осі обертання – більше, ніж у «нормальних» МН). Відмітимо, що в останній групі МН часто застосовуються косозубі шестерні.

Таким чином, запропонована класифікація прийняла такий вигляд:

- «довгі» МН з  $b/d_{ex} > 1,35$  (практично всі встановлюються на різних дизелях);
- «нормальні» МН з  $b/d_{ex} = 0,73...1,35$  і  $\beta_{b/d} \approx 1,424$ ;
- «плоскі» МН з  $b/d_{ex} < 0,73$  (встановлюються в ряді тракторних дизелів з розмірностями циліндрів 10,5/12, 11/12,5, 12/14, 14,5/20,5, у багатоцільових дизелях сімейства Ч 15/18 і деяких судових, а також у застарілих карбюраторних двигунах – автомобільних МЗМА-407 і 408, стаціонарних сімейства УД).

#### Висновки

Отримано класифікацію шестерінчастих МН із зовнішнім зачепленням, встановлених в системах змащення ДВС різного призначення, на базі співвідношення ширини і зовнішнього діаметра робочих шестерень. Залежно від величини відношення цих розмірів  $b/d_{ex}$ , виконані конструкції цих МН можна розділити на «плоскі», «нормальні» і «довгі», причому для «нормальних» МН безрозмірна функція зазначених розмірів  $\beta_{b/d}$  в середньому близька до 1,424, а для «плоских» і «довгих» МН вона істотно залежить від відношення  $b/d_{ex}$ .

Список використаних джерел

1. Стефановский А. Б. Соотношения между основными размерами шестерён масляных насосов отечественных автотракторных двигателей. Праці ТДАТУ. Мелітополь, 2020. Вип. 20, т. 4. С. 156-167.

2. *Serebryakova N.* Areas of energy conservation in animal feed production of Ukraine. Сб. научн. ст. Межд. научно-практ. конф. (Минск, 26–27 ноября 2020 года) Минск: БГАТУ, 2020. С. 276-278.

3. *Boltianskyi O. V., Boltianskyi B. V.* Reducing energy expenses in the production of pork. WayScience. Dnipro, Ukraine, 2021. Р.1. С. 27-29.

4. *Стефановский А. Б.* Свойства регрессионных зависимостей отношения основных размеров шестерён масляных насосов автотракторных двигателей от разности этих размеров. Праці ТДАТУ. Мелітополь, 2020. Вип. 20, т. 4. С. 203-224.

5. *Boltianskyi O.* Environmental benefits of organic agricultural production. Молодь і технічний прогрес в АПК: Мат. Міжнародної науково-практичної конференції. Харків: ХНТУСГ. 2021. С. 206-209.

УДК 631.37

## СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ТРАКТОРНИХ КАБІН

*Грабар І. Г., Бондар А. В.*  
*Поліський національний університет*

В даний час відомо велика кількість різноманітних опалювальних пристроїв, рекомендованих для опалення кабін мобільних засобів. Все різноманіття опалювальних пристроїв за принципом отримання теплоти може бути розділене на три групи. До першої групи належать опалювальні пристрої з використанням тепловиділення двигуна; до другої – пристрої, що перетворюють механічну енергію двигуна машини в теплову, і до третьої – автономні опалювальні пристрої, енергетичні установки яких відокремлені від двигуна.

Аналіз різних опалювальних пристроїв показує, що найбільш економічними, що не вимагають додаткової витрати палива є пристрої, що використовують теплоутворення двигуна. Опалювальні пристрої другої і третьої груп вимагають додаткової витрати потужності і палива.

На тракторах, оснащених двигунами рідинного охолодження, система опалення має радіатор (теплообмінник), що встановлюється в кабіні і з'єднаний трубопроводами з сорочкою охолодження двигуна. Радіатор обдувається повітрям за допомогою вентилятора. Такі обігрівачі застосовуються на ряді зарубіжних (МТЗ-80, Т-150, К-701, Форд-8000, Джон-Дір 7520, Массей Фергюссон 1150 і ін.) тракторів.

В деяких наукових роботах пропонується охолоджуючу рідину двигуна, що є джерелом теплоти обігрівача, додатково підігрівати відпрацьованими газами двигуна. Однак опалювачі, що використовують

теплоту охолоджуючої рідини, при правильному виборі параметрів теплообмінника і раціональному розміщенні його вузлів, досить ефективні без додаткового підігріву рідини.

На тракторах Т-74, ДТ-75 і ін. застосовуються системи опалення, що використовують тепле повітря, що відводиться від радіатора рідинного охолодження двигуна. Недоліком даної системи є мала теплова потужність при низьких температурах зовнішнього повітря, а також повне припинення подачі теплого повітря в кабінку при автоматичному відключенні вентилятора двигуна. У всіх випадках на тракторах з двигунами рідинного охолодження джерелом теплоти в системі опалення є охолоджуюча рідина.

Понад 30% тракторів і самохідних сільськогосподарських машин як в Україні, так і за кордоном припадає на машини з двигунами повітряного охолодження, на яких застосування опалювальних пристроїв з використанням в якості джерела теплоти охолоджуючої рідини неможливо. Для даних тракторів створення системи опалення пов'язано з проблемою вибору джерела теплоти. Тому майже на всіх тракторах з двигунами повітряного охолодження, що випускаються в Україні і на багатьох зарубіжних заводах, відсутня система опалення.

У технічній літературі наводяться різні варіанти можливого опалення кабін зазначених тракторів. Так, в деяких роботах пропонується підігрів повітря виконувати за рахунок теплоти, що отримується при дроселюванні масла гідросистеми трактора. До недоліків даної конструкції обігрівача, крім малої теплопродуктивності, слід віднести погіршення роботи гідропідсилювача керма і гідропідёмного механізму при нагріванні масла гідросистеми до 70-80°C, низький ККД, швидке старіння масла, підвищений шум і знос деталей гідросистеми, наявність в кабінці додаткових шлангів і вузлів, що знаходяться під високим тиском.

На невеликих тракторах передбачений окремий масляний насос, бак і спеціальне дросельний пристрій. Такий видозмінений обігрівач застосовується на тракторах Т-25А, теплопродуктивність його становить 1200 Вт при споживаній потужності 3 кВт.

Відома система опалення, в якій джерелом теплоти є масло картера двигуна. Такий опалювальний пристрій застосовується на автомобілях фірми Maqirus Deutz. Для підтримки нормальної температури в кабінах МЕЗ застосування даної системи доцільно в поєднанні з додатковим нагріванням масла теплом відпрацьованих газів двигуна або з додатковим обігрівачем, наприклад, на автобусах фірми Maqirus Deutz. В іншому випадку зазначена система буде неефективна при роботі машин в зонах з зовнішньою температурою нижче мінус 5-10°C.

Іншим варіантом опалення кабін тракторів з двигунами повітряного охолодження є застосування автономного (полум'яного) обігрівача, що не залежить від роботи двигуна і має свою систему живлення паливом. Однак автономні опалювачі мають високу вартість і низький ККД і багато з них

працюють на бензині. Великі габарити обігрівача, а також можливість попадання відпрацьованих газів не дозволяють встановлювати їх в кабінах тракторів, а установка поза кабіною знижує ККД обігрівача. Зазначені тут недоліки, а також ряд інших, свідчать про недоцільність установки даних опалювачів на МЕЗ.

Джерелом теплоти на тракторах з двигунами повітряного охолодження може служити також тепле повітря, що відводиться від ребристих циліндрів. Але через можливість наявності слідів масла, палива, їх випаровування, забруднення двигуна іншими речовинами, що відводиться від циліндрів повітря по загазованості перевищує санітарні норми в кілька разів, через що даний спосіб не може бути рекомендований для нагріву повітря в кабінах.

Серед інших типів опалювачів слід зазначити прості за конструкцією електрокалорифери. В деяких роботах пропонується пристрій, що містить електронагрівальні килимки, які можна розташовувати на підлозі кабіни або на сидінні водія, що дозволяють забезпечити локальний обігрів водія. Однак через відсутність на сучасних вітчизняних тракторах потужних електрогенераторів електричні обігрівачі не знайшли поки практичного застосування. Вони можуть бути використані на дизельно-електричних тракторах типу ДЗТ-250.

Успіхи, досягнуті в останні роки в області холодильної техніки, отримання напівпровідникових матеріалів і використання термоелектричного охолодження (обігріву) дозволили ряду організацій в нашій країні і багатьом фірмам зарубіжних країн (США, ФРН, Японії та ін.) Розробити кондиціонери, призначені для установки на транспортних засобах з використанням термоелектричних батарей.

У деяких роботах для опалення кабін транспортних засобів пропонується використовувати парокомпресорну систему, а також турбодетандерні кондиціонери, кондиціонери, що використовують повітряну холодильну машину і пристрої, що працюють на базі вихрової трубки.

При безлічі переваг у зазначених систем охолодження є основний недолік – низький ККД, а також підвищена витрата електроенергії, висока вартість напівпровідникових матеріалів у одних, велика маса у інших і необхідність наявності потужного джерела стисненого повітря у третіх. Звідси випливає, що дані апарати в найближчому майбутньому не можуть бути використані для кондиціонування повітря в кабінах тракторів.

Аналіз патентної і технічної літератури дозволив виявити тенденцію до створення систем опалення кабін тракторів і інших МЕЗ, що використовують теплову енергію відпрацьованих газів двигуна. Інтерес до цього джерела тепла пояснюється тим, що для ДВЗ теплова енергія, яка виводиться відпрацьованими газами, становить 30-40%.

Найбільш складним питанням є вибір способу відбору теплоти від відпрацьованих газів. Найпростішим варіантом є обдування газовипускного тракту, укладеного в кожух повітрям, яке нагріваючись направляється в кабінку.

Серйозним недоліком, через який опалювачі даної конструкції не можуть бути застосовані на тракторах, є небезпека потрапляння відпрацьованих газів в кабінку в разі прогорання або розгерметизації стінок теплообмінника. Для усунення зазначеного недоліку пропонується застосовувати в якості проміжного теплоносія, який служить запобіжним середовищем, повітря або воду. Ряд таких конструкцій, запатентованих в США. Однак застосування в якості проміжного теплоносія води і особливо повітря різко погіршує процес тепловіддачі. Теплопродуктивність таких опалювальних пристроїв не може забезпечити нормальний температурний режим в кабіні.

В останні роки широке поширення в різних областях науки і техніки отримали теплові труби і термосифонного. Теплові труби і особливо теплові гравітаційні труби або термосифони, які значно простіше по будові, можуть бути використані і в опалювальних пристроях для відбору і передачі теплоти від відпрацьованих газів двигуна в кабінку транспортного засобу.

Є ряд патентів на опалювальні пристрої на базі теплових труб і термосифонів з використанням в якості джерела теплоти відпрацьованих газів двигуна.

Кілька варіантів опалювальних пристроїв на базі термосифонів було виготовлено на Харківському тракторному заводі. Опис конструкцій, принцип дії, основні технічні дані, отримані при лабораторних, стендових і дорожньо-польових випробуваннях, виявлені переваги і недоліки опалювачів приведені в багатьох роботах. Перешкодою до їх впровадження є ускладнення і збільшення ваги деталей газовідвідної системи двигуна.

УДК 621.1.9

## **ЕЛЕКТРОННО-МІКРОСКОПІЧНИЙ АНАЛІЗ ПОВЕРХНІ СТАЛІ 65Г ПІСЛЯ ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНОЇ ОБРОБКИ**

*Добранський С. С., Бучко І. О.*

*Житомирський агротехнічний фаховий коледж*

Електроерозійна обробка широко застосовується в багатьох технологічних процесах виробництва відповідних виробів. Її використовують при обробці штампувального, пресового та іншого інструменту, а також ливарних форм, деталей паливної апаратури, різних приладів та інших виробів [1-3].

Слід зазначити, що процеси, що виникають при електроерозійній обробці, залежать від фізичної природи взаємодії матеріалу з концентрованим потоком енергії іскрового або імпульсно-дугового розряду. Утворений розряд визначається наступними параметрами: прикладеним до електродів напругою, часом формування імпульсу, робочою рідиною і величиною зазору між електродами.

Невід'ємною складовою процесу електроерозійної обробки є формування вторинних структур на поверхні виробу і електроду інструменту, що викликано інтенсивним термічним впливом і перенесенням речовини з електроду-інструменту на поверхневий шар матеріалу заготовки під час обробки [2, 3].

Встановлено, що властивості поверхневого шару істотно змінюються внаслідок електроерозійної обробки, однак повною мірою ці властивості не визначені. Встановлено [1-3], що внаслідок потужного теплового впливу при виділенні електричної енергії в процесі електроерозійної обробки робоча рідина розкладається. Окремі її елементи проникають в поверхневий шар заготовки, дифузують в нього і утворюють з оброблюваного матеріалом хімічні сполуки.

Вченими помічено відкладення вуглецю у вигляді сажі на поверхні заготовки, оброблюваної електроерозійним способом на ряді режимів. Крім зони насичення елементами робочої рідини, виділяють зону, яка характеризується присутністю матеріалу електрод-інструмента. Поява даної зони пов'язано з перенесенням частини енергії на заготовку факелами, що складаються з пари матеріалу електрод-інструмента. Утворення цієї зони можливо, як правило, при підключенні електрод-інструмента до негативного полюса джерела живлення (пряма полярність) в разі електроерозійної обробки на малих міжелектродних зазорах або такої зміни умов ведення процесу, яке порушує його стабільність. Матеріал електрод-інструменту може не тільки концентруватися на поверхні заготовки, а й дифундувати в більш глибокі шари, наприклад, в шар розплавленого

матеріалу заготовки, і утворювати там різні фази - тверді розчини, з'єднання і т. п.

У теорії електроерозійної обробки показано, що при використанні електрод-інструментів з міді і вольфрамо-мідних композицій може бути утворена зона з матеріалу електрод-інструмента, яка тонким шаром буде покривати оброблювану поверхню. Крім того, мідь може проникати в зону розплавленого матеріалу заготовки, утворюючи окремі включення.

Метою даної роботи є виявлення особливостей структури поверхневого шару сталі 65Г, що утворився в результаті обробки у різних режимах на проволочно-вирізним верстатом.

Матеріали і методи дослідження. В роботі досліджувалась сталь марки 65Г, хімічний склад якої наведено в табл.1.

Таблиця 1

Хімічний склад сталі 65Г, %

Елемент	C	Mn	Si	Cr	P	S	Cu	Ni
Вміст, %	0,65	1,10	0,27	0,25	0,035	0,035	0,20	0,25

Попередньо сталь 65Г піддавали повному загартуванню з температури 800°C в маслі і подальшого середньому відпустці при температурі 450°C протягом 3 годин. В результаті отримали структуру троостита відпустки.

Електроерозійну обробку проводили на проволочно-вирізному верстаті фірми Electronica модель Ecocut, в середовищі робочої рідини - дистильованої води. В якості електроду-інструменту використовували дріт з латуні марки Л68. Обробку проводили відповідно до режимів, наведених в табл. 2.

Таблиця 2

Режими обробки сталі 65Г на проволочно-вирізному верстаті фірми Electronica модель Ecocut

Режими	max	med	min
Час дії імпульсу (ton), мкс	21	21	10
Час бездіяльності імпульсу (toff), мкс	51	60	21
Напруга (U), В	50	50	50
Сила струму (I), А	2	1	0,5
Продуктивність (Q), мм/хв	4,1	3,1	1,5

Дослідження хімічного складу поверхневого шару визначали на мікроскопі РЕМ-100У. Дослідження розподілу хімічних елементів в шарі проводили на поперечних мікрошліфах з використанням електронного мікроскопа Quanta 600 при збільшеннях до x15000 і прискорюваній напрузі 30кВ. Карти розподілу хімічних елементів в поверхневому шарі будували для цинку, міді, заліза, хрому, кисню.

Мікрошліфи виготовляли в кілька етапів: попередньо зразки заливали в бакелити, далі на абразивних шкурках Р240, Р320, Р600, Р1200, Р2000 послідовно шліфували поверхневий шар до моменту видалення слідів від попередньої шкурки зі зміною напрямку шліфування на 90°. Полірування поверхні зразка робили на полірувальному кругу з використанням сукна і алмазної пасті. Після полірування зразок промивали водою, знежирювали тампоном, змоченим в спирті, і сушили.

Результати дослідження. Дослідження хімічного складу поверхні сталі 65Г після електроерозійної обробки показало (табл. 3), що відбувається електроіскрове легування поверхні матеріалу міддю і цинком. Це обумовлено перенесенням парів матеріала електрод-інструменту на заготовку факелами під час різання. У даних умовах експерименту електрод-інструментом був дріт зі сплаву міді з цинком - латунь Л68. Слід відзначити, що можливо розмір зонда при електронно-мікроскопічних дослідженнях перевищує товщину шару, а дані з таблиці 3 можна використовувати тільки для якісної оцінки хімічного складу поверхні.

Таблиця 3

Залежність хімічного складу поверхні сталі 65Г від режиму обробки

Режим	Хімічний елемент			
	Cu	Zn	Mn	Si
Вихідний зразок	0,2	-	1,1	0,27
Максимальний режим (U = 30-50; I = 6,5-6,0А; V = 3,3-3,7мм / м)	21,5	8,8	0,4	0,3
Середній режим (U = 50; I = 2А; V = 5,0-0,3мм / м)	8,3	2,1	0,7	0,3
Мінімальний режим (U = 50; I = 0,5 А; V = 1,7-1,9мм / м)	1,6	1,5	0,6	0,3

### Висновки

За результатами досліджень можна зробити наступні висновки:

1. На поверхні заготовки при збільшенні струму різання спостерігається електроіскрове легування поверхні матеріалу міддю і цинком. Причому при збільшенні сили струму різання на поверхні збільшується процентний вміст міді і цинку.

2. Виявлено якісну відмінність між мікрорельєфом центру і краю поверхні різку: на краю різку спостерігається згладжений, схожий на оплавлені ділянки, мікрорельєф, а в центральній частині різку мікрорельєф сформований великою кількістю лунок.



#### Список використаних джерел

1. Абляз Т. Р. Изучение изменения свойств электродов в зависимости от режимов проволочно-вырезной электроэрозионной обработки/ Вестник ПГТУ. Машиностроение, материаловедение. 2011. Т. 13, № 1. С.87-93.
2. Лазаренко Б. Р. Электрические способы обработки металлов, и их применение в машиностроении. М.: Машиностроение, 1978. 40 с.
3. Фотеев Н. К. Технология электроэрозионной обработки. М.: Машиностроение, 1980. 184 с.

УДК 338.47

### ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТУВАННЯ В ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ

*Загурський О. М.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Як зазначають фахівці, витрати на транспортування, що здійснюється в межах логістичних систем, можуть становити до 50% від суми всіх витрат на логістику. Так, якщо розглядати процес виробництва послуг з транспортного перевезення вантажів з точки зору класичної економічної виробничої функції:

$$y = f(e) + \varepsilon \quad (1)$$

де:  $y$  – рівень послуги транспортного перевезення (виражений у відповідних одиницях, наприклад, тонно-кілометрах);

$e$  – рівень зусиль зі здійсненню відповідних технологічних операцій;

$f$  – виробнича функція, що відповідає за причинно-наслідковий зв'язок між витраченими зусиллями та розміром вироблених послуг;

$\varepsilon$  – випадкова складова, яка описує вплив на перевізний процес факторів, облік яких або неможливий, або занадто витратний для оптимальної організації транспортного процесу [3].

То можна відслідкувати загальну функціональну залежність рівня послуг від рівня витрачених зусиль. Серед звичайних характеристик подібної залежності слід згадати зростання функції  $f$  (рівень транспортно-експедиційних послуг зростає з ростом зусиль з їх надання), при цьому зростання, сповільнюється зі зростанням зусиль. Імовірно, вплив випадкових факторів незалежно від витрачених зусиль розподілений навколо нуля, точніше, «0» є медіаною розподілу  $\varepsilon$ .

Разом з тим роль транспортування в логістиці визначається не тільки в суттєвій частці транспортних витрат в сукупному обсязі логістичних

витрат, але і тим, що транспортування визначає саме існування матеріального потоку в логістичних системах.

Про якісну зміну ролі транспортування в логістиці та в цілому підвищенні значущості транспортної логістики в економіці свідчить підвищення уваги наукової спільноти та міжнародних дослідницьких організацій до питань організації транспортного обслуговування. Зокрема, активно використовуються інтегральні індекси, що характеризують ефективність організації транспортного обслуговування.

Наприклад, один з перших «транспортних» індексів, що враховуються в міжнародній діяльності – «індекс транспортного обслуговування». Даний індекс характеризує динаміку обсягів транспортних послуг, що надаються організаціям та населенню [2].

Індекс вантажних перевезень вимірює перевезення вантажів вантажним автомобільним транспортом, залізничним, внутрішнім водним, трубопровідним і повітряним транспортом (крім морського транспорту, кур'єрських і поштових послуг). Індекс пасажирських перевезень характеризує пасажирооборот міського громадського транспорту, міжміського залізничного та авіатранспорту.

Так з даних рис. 1 випливає, що в останні роки (за винятком 2020 року – пов'язано з пандемією коронавірусу) спостерігається значне прискорення обсягів надання послуг з вантажних перевезень у світі. Яке у піковий період (липень 2019 р.) сягало 141,5 одиниць вантажу на місяць.



Рис. 1 Індекси транспортного обслуговування (вантажні перевезення), 2000-2020 рр., од.

Джерело: Transportation Services Index URL.  
<https://www.transtats.bts.gov/OSEA/TSI/>

Проте, транспортно-логістичні системи охоплюють не тільки процес перевезення. Вони, в цілому, вирішують процес постачання вантажів незалежно від видів транспорту, що використовуються, але з урахуванням необхідних обсягів, термінів та якісних показників постачання. Тобто в них використовують принципи побудови багаторівневих систем, що забезпечують можливість управління матеріальними потоками на різних рівнях операційного управління з виходом на єдині критерії ефективності транспортно-логістичних систем. При цьому в транспортно-логістичних системах істотне значення мають інформаційні управляючі системи, так як тільки з їх допомогою можна забезпечити координацію управління в єдиному інформаційному просторі безлічі суб'єктів.

Для оцінки ефективності вантажних перевезень сьогодні також використовується значне число інших індексів. До таких належить індекс обсягу вантажних перевезень, який розраховується статистичним управлінням Європейського Союзу. Даний індекс відображає частку вартості вантажних перевезень в структурі ВВП, включаючи перевезення за такими видами транспорту як автомобільний, залізничний та водний [1].

Для оцінки показника враховуються усі вантажоперевезення на території даної держави, не залежно від національної належності транспортного засобу.

#### Список використаних джерел

1. Freight transport statistics. Eurostat URL.  
[http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Freight\\_transport\\_statistics](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Freight_transport_statistics)

2. Transportation Services Index URL.  
<https://www.transtats.bts.gov/OSEA/TSI/>

3. *Zagurskyi O., Ohienko M., Pokusa T., Zagurska S., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I.* Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020.

4. *Zagurskiy O., Rogach S., Titova L., Rogovskii I., Pokusa T.* «Green» supply chain as a path to sustainable development // Mechanisms of stimulation of socio-economic development of regions in conditions of transformation. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2019. 199-213.

УДК 331[330.341.1]

## ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ В ЛОГІСТИЦІ АПК

Загурський О. М.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Інтернет речей (IoT) є концепцією обчислювальної мережі фізичних предметів, для використання яких вбудовуються особливі технології, що здійснюють взаємодії між предметами або з зовнішнім середовищем. Впровадження Інтернету речей в транспортно-логістичні системи постачання продукції АПК, яка доволі часто є швидкопсувною, дозволяє його учасникам візуалізувати, планувати, контролювати та оптимізувати бізнес-процеси в режимі реального часу. Оцінити найближчі перспективи застосування технологій IoT в логістичній галузі можна на основі даних розвитку ринку IoT в світі (таблиця 1).

Таблиця 1

Динаміка обсягів витрат на IoT-прилади за сегментами економіки

Рік	B2C		B2B				Всього	
	Млрд дол.	Частка в загальному обсязі, %	Міжгалузовий сегмент	Галузевий сегмент	Усього у сегменті, млрд дол.	Частка в загальному обсязі, %	Млрд дол.	Темп зростання, %
2015	257	27,4	115	567	682	72,6	939	
2016	416	35,2	155	612	767	64,8	1183	126
2017	533	38,6	212	635	847	61,4	1380	117
2018	726	43,0	280	684	964	57,0	1690	122
2019	985	47,0	373	737	1110	53,0	2095	124
2020	1494	51,1	568	864	1432	48,9	2926	140

Примітка: B2C – IoT споживчих товарів; B2B – міжгалузовий сегмент IoT промислових товарів.

*Джерело:* побудовано на основі Internet of Things endpoint spending worldwide by category from 2014 to 2020 (in billion U.S. dollars) URL: <https://www.statista.com/statistics/485252/iot-endpoint-spending-by-category-worldwide>

Так, згідно розрахунків аналітиків Statista, витрати на IoT-прилади протягом 2015-2020 рр. невідмінно зростають – щорічно в середньому на 26%. Навіть в умовах світової пандемії, коли інвестиції у багатьох галузях

економіки суттєво скорочуються, а деякі напрямки бізнесу взагалі закриваються глобальні витрати на IoT у 2020 році скоротяться лише на 2,7% [3].

У загальному вигляді технологію «Інтернету речей» можна розглядати в якості глобальної мережевої інфраструктури, що складається з безлічі підключених пристроїв, які використовують сенсорні, комунікаційні, мережні й інформаційні технології. Комунікаційними технологіями, що найчастіше використовуються є Інтернет, ідентифікація радіочастот (RFID) та бездротові сенсорні мережі (WSN) [1].

Технологія RFID широко застосовується у виробництві, управлінні складами, транспортній логістиці та вимірах автентичності продукції тощо. Так, компанія IBM і колумбійський логістичний оператор AOS впровадили платформу, яка використовує IoT для відстеження та отримання інформації про кожен транспортний засіб, що перевозить товари. Для розроблення системи використано технології IBM Blockchain, Watson IoT та IBM Cloud. На вантажних автомобілях AOS встановлено спеціальні датчики IoT для присвоєння тегів RFID.

Кожна етикетка містить інформацію про перевізника, вантаж, місце розташування в певний час, а також про наявність місця у вантажівці. Необхідна інформація записується на блокчейн [5], що дозволяє компанії швидко її отримувати, водночас забезпечуючи її надійний захист від несанкціонованого доступу. Таке рішення IBM дає змогу зменшити вплив людського фактора та значно пришвидшити процес оброблення інформації [2].

Друга технологія для IoT – бездротові сенсорні мережі (WSN), які в основному використовують взаємодіючі інтелектуальні датчики (сенсори) для спільної роботи та моніторингу. Загалом WSN – це розподілена, самоорганізована мережа безлічі датчиків (сенсорів, мотів – від англ. "mote" – порошинка, названих так через тенденцію до мініатюризації) і виконавчих пристроїв, об'єднаних між собою за допомогою радіоканалу. Зона покриття подібної мережі може становити від декількох метрів до декількох кілометрів за рахунок здатності ретрансляції повідомлень від одного елемента до іншого.

В склад мотів зазвичай входять автономні мікрокомп'ютери (контролери) з живленням від батарей та приймачі, що дозволяє їм самоорганізовуватися в спеціалізовані мережі, зв'язуючись один з одним і обмінюючись даними за допомогою радіозв'язку. Сфера їх застосування включає в себе моніторинг навколишнього середовища, виробничий контроль, моніторинг трафіку тощо.

Відповідно впровадження у практику транспортно-логістичних систем постачання продуктів АПК технології Інтернету речей сприятиме покращенню їх ключових аспектів, а саме:

- 1) можливості відстеження походження, переміщення, місцезнаходження та стану продукції;
- 2) прозорості процесу постачань для усіх учасників транспортно-логістичної системи;
- 3) постійному моніторингу продукту протягом усієї транспортно-логістичної системи.

Список використаних джерел

1. Bouzembrak Y, Klüche M., Gavai A., Marvin H. Internet of Things in food safety: Literature review and a bibliometric analysis, Trends in Food Science & Technology, 2019. Volume 94, 54-64.
2. How the IoT is Improving Transportation and Logistics. Retrieved from <https://ardas-it.com/how-the-iot-is-improving-transportation-and-logistics>
3. Oracle Innovation Manifests in a New Generation of Cloud Applications URL. <https://idcdocserv.com/US46799319>
4. Zagurskiy O., Ohienko M., Pokusa T., Zagurska S., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020. 162.
5. Zagurskiy O., Titova L. Problems and Prospects of Blockchain Technology Usage in Supply Chains. Journal of Automation and Information Sciences, 2019. Volume 11. 63-74.

УДК 343.618-056.265-053.6(4)

## **ПРОБЛЕМИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОГО ТРАВМАТИЗМУ СЕРЕД ДІТЕЙ ТА МОЛОДІ В ЄВРОПІ**

*Шатківська Ю. В., Колосок І. О.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Щорічно в результаті дорожньо-транспортних нещасних випадків в Європейському регіоні ВООЗ гине 127000 осіб [1]. Відзначаються також тяжкі наслідки крім смертельних випадків: мільйони постраждалих потребують медичної допомоги, з них понад 2 млн – в стаціонарному лікуванні, у більшості випадків настає постійна інвалідність. У масштабах регіону дорожньо-транспортний травматизм призводить до втрати 3,6 млн років здорового життя внаслідок передчасної смертності і стійких порушень здоров'я. Суспільство змушене платити високу ціну: економічний збиток від дорожньо-транспортного травматизму становить приблизно 2% внутрішнього валового продукту. Для Європейського регіону сумарні витрати, включаючи витрати на лікування і реабілітацію постраждалих,

досягають 100 мільярдів євро.

Ніхто не застрахований від нещасного випадку на дорозі, однак особливо високому ризику піддаються діти і молодь; щорічно в результаті дорожньо-транспортних пригод гинуть 32000 дітей і молодих людей, які ще не досягли віку 25 років. Значне число втрачених років життя внаслідок передчасної смертності серед молодих людей, разом з важкою, довічною інвалідністю, обумовлює високий рівень травматизму.

Чому необхідно приділяти особлива увага людям молодше 25 років:

- дорожньо-транспортний травматизм є домінуючою причиною смерті у віковій групі від 5 до 24 років;

- в Європі спостерігаються різкі відмінності в рівнях смертності від дорожньо-транспортного травматизму між країнами і всередині країн; усунення такого стану – це важливе завдання для досягнення соціальної справедливості;

- багато молоді серед пішоходів, велосипедистів та мотоциклістів, які складають найбільш вразливі групи учасників дорожнього руху;

- молодим і недосвідченим водіям в більшій мірі загрожують такі фактори ризику, як алкоголь і перевищення швидкості;

- інтереси дітей і молоді в даній важливій галузі необхідно активно захищати заходами охорони здоров'я і соціальної політики;

- створення більш безпечних умов для пішоходів та велосипедистів сприяє підвищенню рівня фізичної активності, допомагає в боротьбі з проблемами ожиріння і неінфекційних захворювань в Європі.

У всесвітньому масштабі лунають заклики до прийняття термінових заходів, щоб поставити заслін зростаючій епідемії, яка несе загрозу соціальному і економічному розвитку багатьох країн.

Не можна вважати, що діти – це «маленькі дорослі». Дитячий організм на шляху від періоду народження і до підліткового віку проходить різні стадії емоційного, неврологічного та фізичного розвитку. Кожна з цих стадій вимагає особливого підходу, як в проведенні профілактичної політики, так і по відношенню діяльності відповідних служб. Діти не можуть виступати від свого імені, або їм не дають можливості висловити своє ставлення. Тому інтереси дітей – учасників дорожнього руху (пішоходів, велосипедистів, мотоциклістів або пасажирів), потребують активного захисту ззовні. Аналогічним чином, потрібна особлива увага до молоді, оскільки ця категорія учасників дорожнього руху ще не володіє достатнім досвідом і може неправильно реагувати в певних ситуаціях, наражаючи на ризик і себе, і інших. Докладаючи зусиль до забезпечення дорожньої безпеки для даних вікових груп, відповідні структурні підрозділи, що займаються питаннями безпеки дорожнього руху повинні брати до уваги ці особливі обставини. Нездатність виконати цю задачу призводить до порушення фундаментальних прав дітей (і молоді) на безпеку і повноцінне, здорове і плідне життя, яке записано в Конвенції ООН про

права дитини.

Список використаних джерел

1. URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/276883> (дата звернення: 1.09.2021)

УДК 656.11:314.14-053

## **ЗАЛЕЖНІСТЬ РІВНЯ СМЕРТНОСТІ ВІД ВІКУ ТА ХАРАКТЕРУ УЧАСТІ У ДОРОЖНЬОМУ РУСІ**

*Краснощок В. В., Колосок І. О.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

В Європейському регіоні налічується майже 290 млн. жителів у віці, що не перевищує 24 роки, що становить одну третину всього населення; в минулому десятилітті причиною смерті 32000 з них став дорожньо-транспортний травматизм. У віковій групі від 5 до 24 років дорожньо-транспортний травматизм є основною причиною смерті. При цьому смертність – це лише верхівка айсберга; на кожен випадок смерті припадає не менше 20 випадків серйозних травм, які потребують госпіталізації, 70 осіб потребують надання амбулаторної допомоги, значна кількість постраждалих стають інвалідами [1]. Ці співвідношення розраховані для будь-якого віку, проте зрозуміло, що кількість дітей і молодих осіб, які тимчасово або постійно втрачають здоров'я в результаті дорожніх травм, обчислюється мільйонами. Травматизм несе руйнівні наслідки для постраждалих і їх сімей. Крім цього необхідно враховувати витрати охорони здоров'я і соціальний збиток, які оцінюються на рівні 1,7-2,2 млн. євро на кожен випадок смерті. Таким чином, сумарний збиток для Європейського регіону сягає величезних масштабів.

Ризик смерті в результаті дорожньо-транспортних пригод підвищується з віком, досягаючи максимуму в період від 20 до 24 років (рис. 1) [1]. Три чверті випадків смерті від дорожньо-транспортних нещасних випадків у віковій групі 0-24 років припадають на хлопчиків і молодих чоловіків, з віком ступінь щодо більш високого ризику для представників сильної статі, в порівнянні з дівчатками і молодими жінками, збільшується. Зростання травматизму з віком відображає зміни ступеня впливу факторів ризику внаслідок характеру пересувань, що змінюється.

У порівнянні з загальною кількістю населення, діти і молоді люди у віці до 25 років відносно частіше гинуть в автомобільних (54% всієї смертності від дорожньо-транспортного травматизму в порівнянні з 47% серед населення в цілому) і мотоциклетних аваріях (відповідно 17% в



порівнянні з 11%).

Проте детальніший аналіз смертності за типом участі в дорожньому русі виявляє істотні відмінності, що відображають зміни характеру і ступеня впливу чинників ризику при переході від дитинства до підліткового і молодого віку. Серед дітей молодше 15 років максимальна смертність від дорожньо-транспортного травматизму припадає на пішоходів (48%), пасажирів легкових автомобілів (32%), а також велосипедистів, у тому числі пасажирів (8%). У віковій групі від 15 до 24 років ці співвідношення значно змінюються: максимальне число жертв відзначається серед водіїв і пасажирів легкових автомобілів (59%) й двоколісних моторних транспортних засобів (19%); частка пішоходів становить 17%. Ці відмінності відображають той факт, що діти більшою мірою схильні до ризику у якості пішоходів і велосипедистів, а підлітки і молодь у віці від 15 до 24 років – в якості водіїв та пасажирів автомобілів, мотоциклів і мопедів. Ці особливості мають ключове значення для цільового планування профілактичних заходів по відношенню до найбільш вразливих груп.

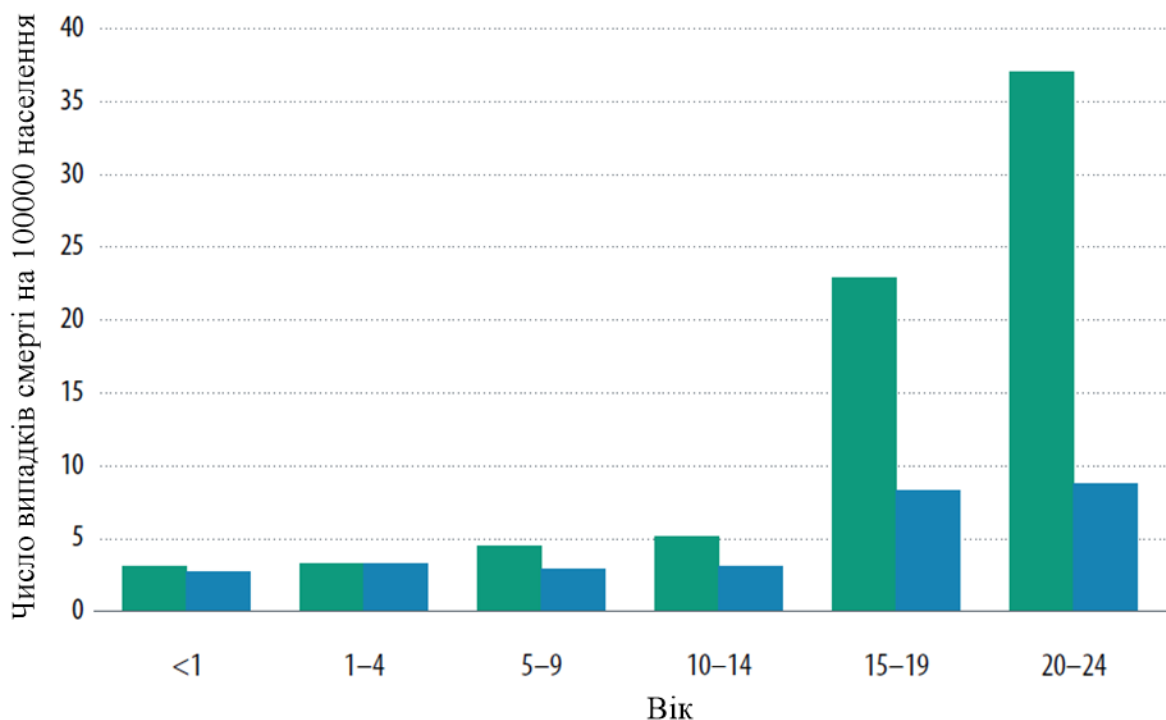


Рис. 1. Коефіцієнти смертності в результаті дорожньо-транспортних пригод серед осіб у віці 0-24 років на 100000 населення в розбивці за віком та статтю (зеленим кольором позначені особи чоловічої статі, синім – жіночої)

#### Список використаних джерел

1. URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/276883> (дата звернення: 2.09.2021)  
УДК 656.11:614.86-053.6

## ПРИЧИНИ СХИЛЬНОСТІ ДІТЕЙ І МОЛОДІ ДО РИЗИКУ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОГО ТРАВМАТИЗМУ

*Жураковська Т. С., Колосок І. О.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

На відміну від дорослих, діти, у яких когнітивні і фізичні функції ще перебувають в процесі становлення, не можуть в повній мірі орієнтуватися в складній обстановці дорожнього руху. Вони часом не в змозі точно оцінити дистанцію і швидкість руху транспорту, вчасно зробити маневр або поступитися дорогою, що обумовлює їх уразливість як пішоходів і під час їзди на велосипеді. Проблема посилюється малими розмірами тіла дитини, в результаті чого вона менш помітна на дорозі, а в разі дорожньо-транспортної пригоди ризик пошкодження життєво-важливих органів від удару елементами конструкції транспортного засобу вище, ніж у дорослих. Ці чинники дитячої вразливості необхідно враховувати при проектуванні дорожніх систем і моторних транспортних засобів.

Підлітковий і юнацький періоди це час, коли молода людина починає прагнути до випробування своїх можливостей у взаємодіях з навколишнім середовищем, що само по собі може бути пов'язано з підвищеним ризиком. Це період життя, коли дуже важливо не осоромити себе в очах однолітків і коли особливе задоволення приносять гострі відчуття. Якщо ці прагнення реалізуються в ризикованому водінні, молоді люди можуть опинитися в небезпечній ситуації без достатнього досвіду в її контролюванні. Це особливо відноситься до юнаків і молодих чоловіків, які частіше, ніж дівчата, сидять за кермом автомобіля і керують мотоциклом; вони також частіше потрапляють в серйозні аварії, в тому числі зі смертельними наслідками. Чоловіки частіше, ніж жінки, перевищують швидкість, керують транспортними засобами в стані алкогольного сп'яніння, не користуються ремнями безпеки і шоломами.

Фізичні, психологічні та поведінкові особливості молодих людей необхідно обов'язково враховувати при аналізі дорожньо-транспортних факторів ризику, що впливають на них і при розробці профілактичних стратегій. Крім того, підвищений ризик в даних вікових групах може частково бути обумовлений соціальними нормами і способом життя. Так, наприклад, у багатьох європейських країнах нічне життя стає більш інтенсивним до кінця тижня [1].

Смертність від дорожньо-транспортного травматизму залежить від безлічі факторів, таких як політика в галузі транспорту, щільність населення і число транспортних засобів на одиницю території, які використовуються способи пересування і наявність захисних факторів. До останніх відносяться законодавство і заходи, що спрямовані на дотримання законів, дорожнє планування і інфраструктура, конструкція транспортних засобів, поведінка

учасників дорожнього руху, зокрема використання засобів безпеки, а також доступ до послуг висококваліфікованої екстреної травматологічної допомоги. У країнах з перехідною економікою, яка інтенсивно розвивається розвиток дорожньої інфраструктури не відповідає високим темпам зростання кількості автомобілів. Застарілі засоби регулювання руху і контроль порушень (таких як перевищення швидкості, водіння в стані алкогольного сп'яніння та ін.) не можуть ефективно виконувати свої функції, що призводить до підвищеного ризику для усіх учасників дорожнього руху і, як наслідок, до високих показників смертності.

Список використаних джерел

1. URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/276883> (дата звернення: 2.09.2021)

УДК 656.08:614.8

## **ФАКТОРИ РИЗИКУ, ЯКІ ПІДВИЩУЮТЬ ВІРОГІДНІСТЬ ОТРИМАННЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТІ ДОРОЖНЬО- ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД**

*Кисилічина К. О., Колосок І. О.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Існує низка факторів ризику, які підвищують вірогідність отримання травм в результаті дорожньо-транспортних пригод незалежно від віку. До них відносяться:

- недосвідченість водіїв;
- перевищення швидкості;
- відсутність захисного шолома;
- водіння в нетверезому вигляді;
- невикористання ременів безпеки і дитячих крісел в автомобілях;
- небезпечна недосконалість дорожнього планування;
- недосконала система аварійної безпеки транспортного засобу;
- недостатня помітність на дорозі.

При цьому часто підвищеного ризику піддаються молоді люди: пішоходи, велосипедисти, мотоциклісти і водії. Для того щоб правильно розставляти акценти щодо факторів ризику, на які необхідно звертати першочергову увагу при складанні програм і визначенні стратегій, важливо розуміти, яким чином протягом життя змінюються моделі уразливості і схильності несприятливим впливам. Превентивні втручання і програми, метою яких є контроль над факторами ризику для населення в цілому, будуть ефективні і по відношенню до молоді. Це було сформульовано у

«Всесвітній доповіді з профілактики дорожньо-транспортного травматизму» (World report on road traffic injury prevention) і в публікації «Профілактика дорожньо-транспортного травматизму: перспектива громадської охорони здоров'я в Європі» (Preventing road traffic injury: a public health perspective for Europe) [1].

Молоді водії входять до групи підвищеного ризику виникнення ДТП через наступні основні фактори:

- перевищення швидкості;
- вживання алкоголю;
- їзда вночі.

Один з можливих підходів, який спрямований на контроль різних факторів ризику, це введення системи ступеневого надання водійських посвідчень.

Традиційна система надання права на керування транспортними засобами має на увазі, що водії-новачки набираються досвіду в процесі самостійного водіння. В даний час деякі європейські країни намагаються змінити цю практику. До країн, які в тій чи іншій формі ввели систему ступеневого надання водійських посвідчень, відносяться Австрія, Німеччина, Данія, Іспанія, Люксембург, Норвегія, Португалія, Сполучене Королівство, Фінляндія, Франція, Швейцарія і Швеція. Мета цієї системи – поступово підвищувати можливість впливу факторів ризику на молодих людей, у міру того як вони набувають необхідні навички контролю ризику. На проміжній стадії вводять різні обмеження: зниження до нуля допустимого рівня алкоголю в крові водія, обмеження на перевезення підлітків, обмеження на перевезення пасажирів у нічний час або повної заборони на водіння в нічні години. Дані досліджень з Північної Америки, Австралії та Нової Зеландії показали, що кількість ДТП за участю юних водіїв (від 16 до 19 років) знизилася приблизно на 31%.

Список використаних джерел

1. URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/276883> (дата звернення: 3.09.2021)

УДК 656.11:614.891

## СТРАТЕГІЇ ВИКОРИСТАННЯ ЗАХИСНИХ ШОЛОМІВ

*Щербак О. В., Колосок І. О.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Переконливі докази свідчать про те, що захисні шоломи знижують ризик серйозних травм голови, а також смертність при ДТП за участю

мотоциклістів і велосипедистів. Мотоциклетний шолом знижує ризик і тяжкість травм голови приблизно на 72%, а ймовірність летального результату – на 39%. Наявність велосипедного шолома знижує ризик черепно-мозкової травми, у тому числі важкої, на 63-88%. На жаль, у багатьох країнах серед підлітків поширена думка, що шоломи не приносять користі, і це переконання підкріплюється тиском з боку однолітків, які наполягають на неприйнятності носіння шоломів

У багатьох країнах закон зобов'язує носіння шолома при їзді на мотоциклі, проте частка людей, які дотримуються цього правила, збільшується тільки в тому випадку, коли за дотриманням закону здійснюється суворий контроль.

Так, наприклад, закон, що регулює носіння шоломів, був змінений в Італії в 2000 р і тепер поширюється на всіх тих, хто їздить на мопедах і мотоциклах, незалежно від віку. У зв'язку з цим проводилися масові інформаційно-просвітницькі компанії, поліція суворо стежила за дотриманням узаконених вимог. Проведена оцінка продемонструвала такі результати [1]:

- частка людей, що носять шоломи, підвищилася в деяких регіонах до 95%;
- найактивніше шоломи використовували в тих регіонах, де проводилися як освітні кампанії, так і суворий контроль за дотриманням закону;
- число користувачів двоколісним моторним транспортом, які були госпіталізовані в результаті ДТП в відділення черепно-мозкової травми знизилося на 66%, в нейрохірургічне відділення – на 31%.

Таким чином, це дослідження показує, що політична воля, а також поєднання освітніх кампаній із зусиллями правоохоронних органів, які спрямовані на застосування захисних шоломів може привести до суттєвого позитивного ефекту в галузі охорони здоров'я.

Подальший ефект настане, якщо закони будуть доповнені освітніми кампаніями в цьому напрямку. Вже довели свою ефективність програми із роздачі шоломів дітям з малозабезпечених сімей: підлітки (навіть ті, хто зазвичай не прислуховуються до подібних порад) стали надягати шоломи частіше.

Наявні фактичні дані свідчать про те, що велосипедні шоломи також знижують ризик травм. Проведені підрахунки показують, що 1 євро, витрачений на шолом, дозволяє суспільству заощадити 29 євро. Популяризації шоломів сприяє низка заходів, що проводяться в різних умовах. Так У Чеській Республіці діти до 15 років за законом зобов'язані користуватися велосипедними шоломами. Ці заходи включають як правові, так і інші механізми. Серед незаконодавчих заходів підхід на рівні місцевих спільнот, що включає безкоштовну роздачу шоломів і певний освітній компонент, є більш ефективним, ніж навчання на базі школи і надання

шоломів за пільговими цінами для школярів. Законодавча робота, особливо та, що проведена в поєднанні з інформаційними кампаніями, виявилася ефективною в плані збільшення числа людей, що користуються шоломами. Однак деякі країни висловлюють занепокоєння, викликане тим, що законодавча вимога носити шоломи може негативно позначитися на бажанні людей їздити на велосипедах, знижуючи таким чином безпосередню користь для суспільства, через цій превентивний захід.

Список використаних джерел

1. URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/276883> (дата звернення: 6.09.2021)

УДК 539.375

## ОБРОБКА ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН НАКЛЕПОМ

*Савченко В. М., Кукал Д. А., Новицький О. Р., Бугайчук В. В., Прима М. А.  
Поліський національний університет*

Надійність і довговічність машин визначаються головним чином зносостійкість і втомної міцністю їх деталей. Обидва ці параметри залежать від фізико-механічних і фізико-хімічних властивостей поверхневого шару. Необхідність підвищення зносостійких і міцнісних властивостей поверхневих шарів викликала розвиток ряду методів їх зміцнення. В першу чергу до них відносяться технологічні процеси механічної, хіміко-термічної, термомеханічної і термічної обробки, а також покриття поверховими твердими сплавами, металами, полімерами і т. д. Кожен з цих способів має свої позитивні і негативні сторони.

Останнім часом на підприємствах країни і за кордоном знаходить широке застосування обробка поверхонь тертя наклепом. Метод холодного поверхневого пластичного деформування дає можливість отримати задані механічні властивості і шорсткість поверхні, необхідні умовам експлуатації, обробляти деталі складної конфігурації, механізувати і автоматизувати технологічний процес. У промисловості для створення наклепу в поверхневих шарах деталей машин застосовуються обдування металевим дробом, обкатування зовнішніх і розкочування внутрішніх циліндричних поверхонь роликми або кульками, вигладжування, обробка поверхні відцентрово-ударним інструментом, гідроабразивна обробка і інші способи.

Обробка деталей дробом широко застосовується на підприємствах автотракторної промисловості.

Автомобільні заводи зміцнюють обдування дробом півосі, цапфи поворотних кулачків, ресори, пружини, шестерні, всілякі пружини і дрібні деталі. Обдування дробом створює в поверхневому шарі наклеп на глибину до 10 мм. Вона застосовується найчастіше для розосередження залишкових напружень, а не для підвищення зносостійкості, так як не дає достатньо високого класу чистоти поверхні.

При обробці внутрішніх циліндричних поверхонь застосовуються роликові або кулькові розкочувальники різних конструкцій, які широко висвітлені в технічній літературі.

Карбування здійснюється бойками, що завдають по поверхні численні удари. На жаль, цей спосіб зміцнення має низьку продуктивність праці.

Сутність обробки поверхонь за допомогою відцентрово-ударного інструменту полягає в нанесенні численних ударів по поверхні за рахунок відцентрової сили.

При виборі того чи іншого способу зміцнення виходять з умов експлуатації деталей або цілей, поставлених дослідженнями.

Обкатування роликами і кульками зовнішніх або внутрішніх поверхонь проводиться на стандартному обладнанні за допомогою спеціальних пристосувань. Роликові і багатороликові пристосування можуть бути механічної, пневматичної або гідравлічної дії.

Зміцнений шар при обкатуванні роликом зовнішніх поверхонь може досягати декількох міліметрів. Цей спосіб застосовується при обкатуванні галтелів, колінчастих валів автотракторних двигунів, при обробці деталей парових турбін, пресів. При цьому досягається висока ступінь чистоти і підвищення несучої здатності поверхні. Обкатування і розкочування циліндричних поверхонь знайшло широке застосування у всіх галузях вітчизняного та зарубіжного машинобудування. Обробці зовнішніх поверхонь тіл обертання присвячений ряд робіт Е. Г. Коновалова, І. В. Кудрявцева, Л. Д. Папшва. Дослідження І. В. Кудрявцева в більшій своїй частині пов'язані з підвищенням втомної міцності, несучої здатності і довговічності деталей машин, оброблених різними методами поверхневого зміцнення.

А. Г. Косиловою проведено дослідження з виявлення впливу тиску ролика, швидкості і подачі при обкатуванні на чистоту поверхні зразків із сталей марок 55, 65, 1112. Зусилля на ролики створювалося від 0,2 до 2,1 кН, швидкість – від 0,041 до 0,83 м/с, подача від 0,1 до 0,64 мм/об. Обкатування виконувалося з числом проходів ролика від двох до восьми, ролик мав циліндричний пояс, рівний 3 мм. Підвищення чистоти поверхні відзначено при зусиллі на ролик від 0,2 до 0,9 кН, подальше підвищення зусилля не викликало поліпшення чистоти. Для ролика з циліндричним паском А. Г. Косилова рекомендує застосовувати подачу до 2/3 ширини паска, а при радіусному контурі ролика - 0,1-0,2 мм/об.

І. В. Кудрявцев зазначає, що подачах до 0,31 мм/об межа витривалості обкатаних зразків підвищується, від 0,31 до 0,63 мм/об падає, а при подачі понад 0,63 мм/об падіння йде дуже швидко. Подача впливає на ступінь наклепу і шорсткість поверхні.

М. А. Елизаветін вважає, що обкатування роликом з циліндричним паском потрібно проводити при подачах 0,4-0,8 мм/об, але не більше половини ширини паска ролика. В. О. Войшко вказує, що тиск в зоні контакту повинен бути нижче того, при якому починається процес лушення металу (піттинг).

В. А. Кельдюшев представив математичну залежність зміни твердості поверхневого шару від режимів обкатування:

$$R_c = C \frac{p^x m^m}{S^y r^z} \quad (1)$$

де  $R_c$  – твердість по Ровеллу,  $C$  – постійна, що залежить від металу який обкатуємо;  $p$  – зусилля на ролик,  $S$  – подача;  $r$  – радіус контуру ролика,  $x$ ,  $y$ ,  $z$ ,  $m$  – показники степені.

Цей вираз пов'язує поверхневу твердість з тиском, але не дає значення характеристики тиску.

УДК 621.785

## ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРИЙОМИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН, ЗМІЦНЕНИХ МІКРОДУГОВИМ ОКСИДУВАННЯМ

*Сукманюк О. М., Шуляр І. В., Росковинський Д. О.  
Поліський національний університет*

Поліпшення антифрикційних властивостей покриттів, сформованих мікродуговим оксидуванням (МДО), в умовах припрацювання і експлуатації рухомих спряжень може бути досягнуто кількома шляхами (рис.1):

1) формуванням покриттів з електролітів з введенням в їх склад антифрикційних матеріалів, що входять при оксидуванні до складу зміцненого шару;

2) підвищенням маслоємності покриття за рахунок збільшення його пористості або штучного наповнення пір мастильними матеріалами;

3) створенням на поверхні покриття антифрикційного шару, що забезпечує зниження коефіцієнта тертя і тепловиділення при взаємодії деталей з'єднання;



4) введенням в мастильний матеріал антифрикційних присадок, що володіють зниженим опором зсуву.

Для реалізації першого напрямку вченими, які працюють в області МДО, розроблено кілька електролітів, що дозволяють формувати покриття з включенням до їх складу тих чи інших додаткових компонентів, що підвищують антифрикційні властивості зміцненого шару.

Відомий, наприклад, електроліт, що містить гідроксид калію, рідке скло і пероксид водню, в який був додатково введено оксид міді. При МДО мідь включається до складу сформованого покриття і виступає в подальшому в якості твердого мастильного матеріалу. Це призводить до зниження коефіцієнта тертя і зносу і як наслідок, підвищенню зносостійкості спряження. Найбільшою зносостійкістю володіє з'єднання, що містить деталь з покриттям, сформованим в електроліті з концентрацією оксиду міді 25 г/л.

В деяких роботах запропонований електроліт, що містить 1...2 г/л гідроксиду лужного металу, 20...50 г/л силікату лужного металу, а також додатково введені 20...60 г/л ультрадисперсних порошків оксиду алюмінію і/або цирконію і 0,5...15 г/л солей перехідних металів (нітрат кобальту, хромат калію і ін.). При МДО додаткові компоненти, які знаходяться в електроліті транспортуються до поверхні оксидуємого металу і потрапляючи в зону дії мікродугового розряду, включаються до складу покриття, підвищуючи, тим самим, його антифрикційні властивості і зносостійкість.

Загальним недоліком розглянутих електролітів є відсутність роз'яснення механізму включення додаткових компонентів до складу сформованого покриття і їх впливу на поліпшення його антифрикційних властивостей. Крім цього, не вдається точно прогнозувати включення цих компонентів до складу сформованого зміцненого шару, внаслідок чого отримання покриття з заданими структурними і антифрикційними властивостями викликає значні труднощі.

Успішній реалізації другого напрямку сприяє пористість покриття, яку можна наповнити мастильними матеріалами. При терті зростає температура рухомих спряжень і ці матеріали за рахунок об'ємного розширення повітря, що знаходиться в порах виступають з них і змащують поверхні тертя, а рухоме з'єднання починає працювати в режимі самомащення. Якщо для наповнення використовуються рідкі або консистентні мастильні матеріали, то при виділенні з пор вони зменшують міжатомні і міжмолекулярні сили, що виникають між взаємодіючими поверхнями. У разі використання для цих цілей твердих мастильних матеріалів (ПММ), вони утворюють на взаємодіючих поверхнях найтонші плівки, що знижують коефіцієнт тертя. ТСМ, як правило, використовують в тих випадках, коли за умовами роботи в рухомому з'єднанні не можуть бути застосовані інші види мастильних матеріалів.



Рис. 1. Можливі технологічні прийоми підвищення довговічності рухомих спряжень і робочих поверхонь деталей машин, зміцнених МДО.

В якості мастильних матеріалів для наповнення зміцненого шару найчастіше використовують веретенне або трансформаторне масло, так як завдяки своїй невисокій в'язкості вони дозволяють якісніше заповнити пори покриття, що і забезпечує його більш високі антифрикційні властивості.

УДК.334.724.4

## **ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ГРОМАДСЬКОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ В УКРАЇНІ**

*Максимчук В. Я.<sup>1</sup>*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

До 2030 року міський громадський транспорт в Україні має стати електричним на 75 відсотків. Про це йдеться у Національній транспортній стратегії. Наскільки реалістичні такі наміри в українських реаліях? Електричний громадський транспорт є у 35 містах України. Його основа - трамваї й тролейбуси. Метрополітен є лише у Києві, Харкові та Дніпрі. Загалом в Україні - понад 2250 трамваїв та майже 3000 тролейбусів. Їхня частка в міських пасажирських перевезеннях уже нині становить близько 60 відсотків. Тобто задекларована міністерством інфраструктури мета у 75 відсотків, здавалося б, не така вже й далека.

Щоправда, зношеність цих трамваїв та тролейбусів нині становить 60, а іноді й 85 відсотків. А грошей на оновлення міських електропарків немає. Щодо електробусів – вони якщо і з'являються в українських містах, то лише як поодинокі експерименти. Приміром, у Києві з кінця 2018-го курсує китайський електробус. На одній зарядці він може проїхати до 300 кілометрів. Подібні електробуси також тестувалися у Вінниці, Житомирі та інших містах. У Львові на заводі "Електрон" збирають електробуси українського виробництва – Е19. Вони вдвічі дорожчі за дизельні автобуси, але в експлуатації щонайменше вдсятеро дешевші, запевняє сам виробник, тож різниця у вартості має компенсуватися вже за 5 років. Однак українськими дорогами електробуси українського виробництва поки так і не їздять (за контрактами їх поставляють до Колумбії, Єгипту та інших країн). У Луцьку теж розробили ще у 2014 році електробус на базі "Богдана" і він кілька років використовувався в рамках експерименту.

Тож, ставку саме на електробуси в Україні, схоже, поки ніхто не робить. Це пояснюють насамперед тим, що для цього потрібні значні інвестиції в інфраструктуру – насамперед у зарядні станції. Крім того, для масштабного введення в експлуатацію електробусів потрібна розгалужена обслуговуюча інфраструктура з відповідним сервісом. Рентабельність пасажирського транспорту на електриці на 15-20 відсотків вища за транспорт з двигуном внутрішнього згорання. Найвигідніша альтернатива автобусам на бензині чи дизелі – це тролейбуси. Вони на 30-40 відсотків дешевші за електробуси за умови, що вже є тролейбусна інфраструктура. Якщо ж її немає, то містам в перспективі вигідніше робити ставку на

---

<sup>1</sup> Науковий керівник – Загурський Олег Миколайович, д.е.н., професор

електробуси. Експерти радять, що варто одразу закуповувати електробуси з великим об'ємом акумулятора, які можуть долати більшу відстань без підзарядки. Електробуси з маленьким об'ємом акумулятора коштують дешевше, але для них необхідно забезпечити можливість підзаряджатися на зупинках. Натомість електробус з великим об'ємом акумулятора може проїхати цілий маршрут і заряджатися лише на кінцевій зупинці. Перехід на електротранспорт в Україні ускладнюється й тим, що центральна влада в питаннях транспорту не може втручатися у справи міст. Тож, часто немає належної координації між органами місцевого самоврядування та мінінфраструктури.

Зробити громадський транспорт в Україні до 2030 року на 75 відсотків електричним – реально лише за умови належного фінансування. Для початкових інвестицій у модернізацію та розбудову громадського електротранспорту потрібні мільярди гривень. Зважаючи на пандемію та інші економічні проблеми, у бюджеті на таку реформу явно бракує коштів.

Отже, потрібна державна програма закупівлі електротранспорту, який би потім віддавали громадам у лізинг або відтерміновували виплати. Крім того, сподівання значною мірою на допомогу міжнародних партнерів. Прикладом, готується друга фаза проєкту Європейського інвестиційного банку про міський громадський транспорт в Україні на 200 мільйонів євро. Попередньо визначено 18 міст-учасників. Саме другий етап цього проєкту має дати поштовх появі електробусів на вулицях українських міст, адже за цим кредитом містам буде дозволено купувати транспорт лише з нульовими викидами в атмосферу.

#### Список використаних джерел

1. *Драбок М.* Громадський електротранспорт в Україні: міф чи реальність? URL <https://p.dw.com/p/3qRyR>
2. *Загурський О. М.* Конкурентноспроможність транспортно-логістичних систем в умовах глобалізації: інституціональний аналіз : монографія. К. : ФОП О.В. Ямчинський, 2019. 373.
3. *Загурський О. М.* Оцінка соціально-екологічної ефективності автотранспортних підприємств з урахуванням трансакційних витрат. Менеджмент та підприємництво: тренди розвитку, 2019. 1 (07), 120-129.
4. *Аргун Щ. В.* Алгоритм підготовки транспортної інфраструктури до масштабного використання автодорожнього електротранспорту. Автомобіль і електроніка. Сучасні технології, 2016. № 10. 12-18.

УДК 631.43

## **ЗАХОДИ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТІВ ВІД ДІЮЧИХ НАВАНТАЖЕНЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ**

*Савченко В. М., Мацюк І. В.  
Поліський національний університет*

Заходи щодо зниження ущільнення ґрунтів можна розділити на:

- організаційно-технологічні заходи;
- агротехнічні прийоми;
- конструктивні.

Організаційно-технологічні заходи передбачають розробку і впровадження технологій вирощування сільськогосподарських культур з мінімальними проходами по полях важкої техніки (застосування широкозахватних агрегатів, використання агрегатів з робочими органами-рушіями, вибір способів руху з мінімальною площею ущільнення, впровадження мостового землеробства).

Агротехнічні прийоми щодо підвищення стійкості ґрунтів до ущільнення і зменшення їх щільності сприяють підвищенню урожайності культур, зменшення енергетичних і трудових витрат завдяки поєднанню операцій в одній машині і застосування пестицидів. Така система називається мінімальним обробітком ґрунту і розвивається в трьох напрямках:

- заміна традиційного глибокого обробітку ґрунту поверхневим; - часткова або повна заміна деяких видів механічної обробки внесенням гербіцидів для знищення бур'янів;
- поєднання кількох технологічних операцій в один процес (застосування комбінованих ґрунтообробних і посівних агрегатів або машин з комбінованими робочими органами).

Метою конструктивних заходів є удосконалення комбінованих ґрунтообробних агрегатів і ходових систем, тиск на ґрунт яких має відповідати ДСТУ. Для зменшення контактних тисків можна застосовувати колеса з парними шинами, широкопрофільні, арочні і флотаційні шини, а також використовувати колеса низького тиску і підвищеного демпфірування.

На рис. 1 представлений комбінований агрегат для протиерозійного обробітку ґрунту, використання якого дозволить знизити знос плоскоріжучих вузькозахватних лап, зменшити витрату палива, поліпшити агрофізичний стан ґрунту, зберегти його родючість, внаслідок зміни глибини ходу вузькозахватних лап в залежності від питомого опору ґрунту.

Агрегат для протиерозійного обробітку ґрунту включає навіску 1, опорні колеса 10 з регулювальними гвинтами 2, несучу систему 3, на якій за схемою послідовного розміщення встановлені змінні робочі органи: дискові батареї 9, плоскоріжучі вузькозахватні лапи 8, закріплені за допомогою шарнірно з'єднаного паралелограмного механізму 4 і регульовані на певну глибину обробітку ґрунту жорсткістю пружин 5, штангово-зубчастий коток 7, барабан-вирівнювач 6.

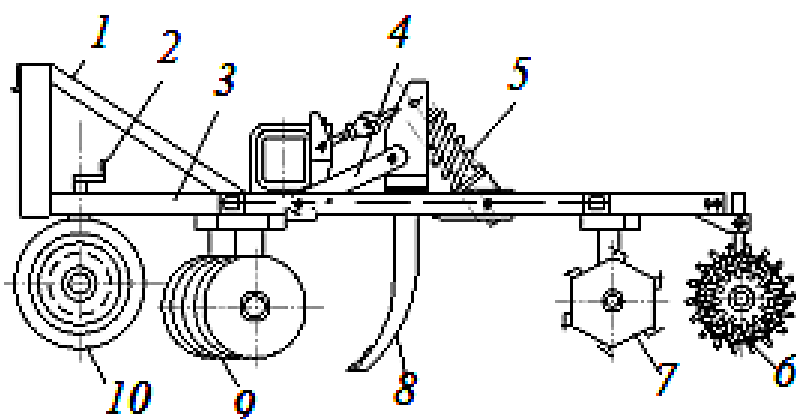


Рис. 1. Комбінований агрегат для протиерозійного обробітку ґрунту:  
1 - навіска; 2 - регулювальний гвинт; 3 - несуча система;  
4 - паралелограмний механізм; 5 - пружина; 6 - барабан-вирівнювач;  
7 - штангово-зубчастий коток; 8 - плоскоріжучі вузькозахватні лапи;  
9 - дискові батареї; 10 - опорні колеса

Пристрій працює наступним чином. Агрегат навішується на трактор за допомогою навіски 1. Глибина обробітку ґрунту змінюється висотою розташування опорних коліс 10 щодо несучої системи 3 за допомогою регулювальних гвинтів 2. Плоскоріжучі вузькозахватні лапи 8 закріплені на несучій системі 3 не твердо, а через шарнірно з'єднані ланки, утворюючи при цьому паралелограмний механізм 4, таким чином, вони можуть переміщатися у вертикальній площині. Геометричні особливості форми лап 8 виконані таким чином, що вони прагнуть максимально заглибитися в ґрунт. Обмежує заглиблення сила, створювана жорсткістю пружин 5.

Від щільності ґрунту залежить питомий опір його обробітку. При зменшенні щільності ґрунту питомий опір обробітку зменшується і за рахунок того, що сила, яка діє на плоскоріжучу вузькозахватну лапу 8, не може стиснути пружину 5, обробка ведеться на меншій глибині. Зі збільшенням щільності ґрунту питомий опір обробітку збільшується, пружини 5 стискаються і плоскоріжучі вузькозахватні лапи 8 обробляють його на велику глибину.

В результаті глибоке розпушування ведеться лише на ділянках ґрунту з підвищеною щільністю. Це веде до зменшення зносу плоскоріжучих вузькозахватних лап, зниженню витрати палива, поліпшення агрофізичного

стану ґрунту і збереженню її родючості внаслідок зміни глибини ходу вузькозахватних лап в залежності від питомого опору ґрунту.

УДК 336.5

## **ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПІЛЬГОВИХ КАТЕГОРІЙ НА МІЖОБЛАСНОМУ МАРШРУТІ**

*Савченко І. С.<sup>2</sup>*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Пільгові перевезення пасажирів автомобільним транспортом загального користування – це доволі велика проблема, яка і сьогодні є однією з основних скарг автоперевізників і пасажирів пільгових категорій [6].

Головна причина відсутності компенсації – недосконалість самого механізму компенсації перевізникам з державного або місцевих бюджетів за пільгові перевезення пасажирів, яке згідно до Бюджетного кодексу України має здійснюватися за рахунок виплат з державного бюджету місцевим бюджетам [2]. Проте державним бюджетом вказана допомога не передбачена, тому через відсутність компенсації витрат на перевезення автоперевізники більше не в змозі виконувати стовідсоткове перевезення пільгових категорій відповідно до законів чинного законодавства. На сьогоднішній день держава може компенсувати до 10 відсотків витрат, а сама процедура отримання компенсації надзвичайно бюрократизована. Якщо питання не врегулювати, це призведе до посилення соціальної напруги в сфері транспортних послуг [4].

Один з можливих способів по удосконаленню – монетизувати ці пільги.

*По-перше.* Є можливість впровадити виконавчими органами місцевого самоврядування адресну грошову допомогу як механізм надання пільг, який забезпечить дотримання конституційних прав пільгових категорій громадян, дасть змогу уникнути конфліктних ситуацій між пасажирами, які мають право пільгового проїзду, та перевізниками, створити сприятливі та прозорі умови розвитку транспортних підприємств.

*По-друге.* Потрібно контролювати реальну кількість перевезень за допомогою електронного квитка.

Отже в автобусах потрібно встановлювати електронні зчитувачі, які дозволять користуватися пільгами власникам пенсійних посвідчень з

---

<sup>2</sup> Науковий керівник – Загурський Олег Миколайович, д.е.н., професор

цифровим чіпом, за аналогією, як ця система працює в громадському транспорті в місті Київ [5]. Таким чином, водій не зможе відмовити в пільговому перевезенні, а також не зможе подати неправдиву інформацію про кількість перевезених пільговиків за рейс. Система буде фіксувати пільгову категорію пасажирів і щодня ці дані будуть передаватись в базу на сервер Міністерства соціальної політики України [1] автоматично в режимі on-line. В цьому разі державні органи виконавчої влади будуть бачити чітку картину по кількості пільгових перевезень. Так за статистичними даним на автобусному маршруті Київ – Запоріжжя, рейси виконує компанія ТОВ «ГЮНСЕЛ», в день виконується 1 рейс, за цей рейс перевозиться від 6 до 8 пільгових пасажирів, вартість одного квитка складає 430 гривень, виходячи з цієї інформації, можна зробити розрахунки. За середню кількість перевезених пільгових пасажирів візьмемо 7 осіб. Розрахунок суми за перевезення пільгових категорій:

$$\Pi_{пк} = B_{к} \cdot \Pi_{с.пк} \cdot P_{к} \text{ грн.}, \quad (1)$$

де  $B_{к}$  - вартість квитка,  $B_{к} = 430$  грн.;

$\Pi_{с.пк}$  - середня кількість пасажирів пільгової категорії,  $\Pi_{с.пк} = 7$  осіб;

$P_{к}$  - кількість рейсів виконуваних за день,  $P_{к} = 1$  рейс.

$$\Pi_{к} = 430 \cdot 7 \cdot 1 = 3010 \text{ грн.}$$

Тепер дізнаємось скільки це буде у перерахунку за 7 днів виконання щоденних рейсів

$$\Pi_{заг} = \Pi_{к} \cdot K_{дн} \quad (2)$$

де  $K_{дн}$  - кількість днів,

за тиждень (сім днів)

$$\Pi_{заг} = 3010 \cdot 7 = 21070 \text{ грн.}$$

За місяць (30 днів)

$$\Pi_{заг} = 3010 \cdot 30 = 90300 \text{ грн.}$$

За 6 місяців (183 дні)

$$\Pi_{заг} = 3010 \cdot 183 = 550830 \text{ грн.}$$

За 1 рік (365 днів)

$$\Pi_{заг} = 3010 \cdot 365 = 1098650 \text{ грн.}$$

Заносимо отримані дані в таблицю 1.

Таблиця 1

Сума за перевезення пільгових категорій

К-сть днів	1	7	30	183	365
Сума за перевезення пільгових категорій	3010	21070	90300	550830	1098650



Виходячи з цих розрахунків маємо те, що перевізник має отримати компенсацію за перевезення пільгових категорій пасажирів упродовж одного року на цьому маршруті у розмірі 1 мільйон 98 тисяч 650 гривень.

Список використаних джерел

1. ДП ІОЦ Мінсоцполітики України URL. <https://www.ioc.gov.ua>.
2. *Загурський О. М.* Аналіз ринку автотранспортних послуг в Україні. Збірник наукових праць «Автомобільний транспорт» 2019. № 44. 66-71.
3. *Загурський О. М.* Конкурентноспроможність транспортно-логістичних систем в умовах глобалізації: інституціональний аналіз : монографія. Київ : ФОП О.В. Ямчинський, 2019. 373 с.
4. Мінсоцполітики надало АМУ коментарі з проблемних питань місцевого самоврядування у сфері соцзахисту \_ Асоціація міст України. URL. <http://www.auc.org.ua/novyna/minsocpolityky-nadalo-amu-komentari-z-problemnyh-pytannya-miscevogo-samovryaduvannya-u-sferi>
5. Питання-відповіді. Електронний квиток - БАЗА ЗНАНЬ - База знань. URL. <https://wiki.1551.gov.ua/pages/viewpage.action?pageId=44630483>
6. Роз'яснення Мінінфраструктури щодо проблемних питань в галузі автомобільного транспорту - Міністерство інфраструктури України. URL. <https://mtu.gov.ua/content/rozyasnennya-mininfrastrukturi-shchodo-problemnih-pitan-v-galuzi-avtomobilnogo-transportu.html?PrintVersion>

УДК 656.613

## **ПАСАЖИРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ В УКРАЇНІ ТА ЇХ АНАЛІЗ**

*Соколюк Л. М., Сліпуча Т. І.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Ефективність транспортної системи – важливий чинник розвитку економіки. Транспорт є галуззю, яка знаходиться на стику виробничої сфери і сфери послуг. Він не створює ніяких матеріальних цінностей, а забезпечує перевезення вантажів і пасажирів, розвиваючи зв'язки між підприємствами, галузями, регіонами.

Стандарти та вимоги сучасного життя зовсім інші ніж були раніше, населення повинно задовольняти свої потреби в зручному переміщенні до місць роботи, культурних та освітніх закладів, а також до місць проживання інших людей та різноманітних сфер обслуговування — ось головне завдання, яке постає перед транспортною системою міста.

Автобусним транспортом перевозиться практично стільки ж пасажирів, скільки усіма іншими видами транспорту (тролейбусним, трамвайним, залізничним, метрополітенним, таксомоторним легковим, морським,

річковим, авіаційним) разом узятими. Загальна довжина доріг і вулиць з твердим покриттям, включаючи довжину вулиць-набережних у містах і селищах міського типу, перевищує чверть мільйона кілометрів.

Статистична реальність транспортної галузі починаючи з 1990 року зменшилась у 5 разів. Темпи скорочення внутрішніх перевезень порівняно з 1991 року становили 25,4%. Відповідно темпи скорочення внутрішніх перевезень були більшими. В свою чергу зменшення обсягів перевезень привело транспортну галузь України до значного скорочення доходів та відповідного занепаду транспортної інфраструктури. Основними проблемами у транспортній галузі є

- поганий стан доріг;
- митна інфраструктура;
- тарифна політика;
- відсутність транспортних терміналів.

Аналізуючи проблематику в транспортній галузі України, поганий стан доріг України не відповідає не лише міжнародним вимогам, але й внутрішнім стандартам всередині нашої держави. Такий стан доріг значно збільшує час доставки, призводить до зносу автотранспорту при різних темпах навколишнього середовища та збільшує використання палива при перевезенні вантажів.

В зв'язку з тим, що інші країни мають більш розвинуту транспортну інфраструктуру в зв'язку з цим перерозподіл транспортних потоків працює не на користь України.

Аналізуючи рис 1. Пасажирські перевезення показано, що у січні–лютому 2021 р. пасажирообіг підприємств транспорту становив 7,7 млрд.пас.км, або 51,3% порівняно із січнем–лютим 2020 р. Послугами пасажирського транспорту скористалося 396,8 млн пасажирів (58,7% від обсягу січня–лютого 2020 р).

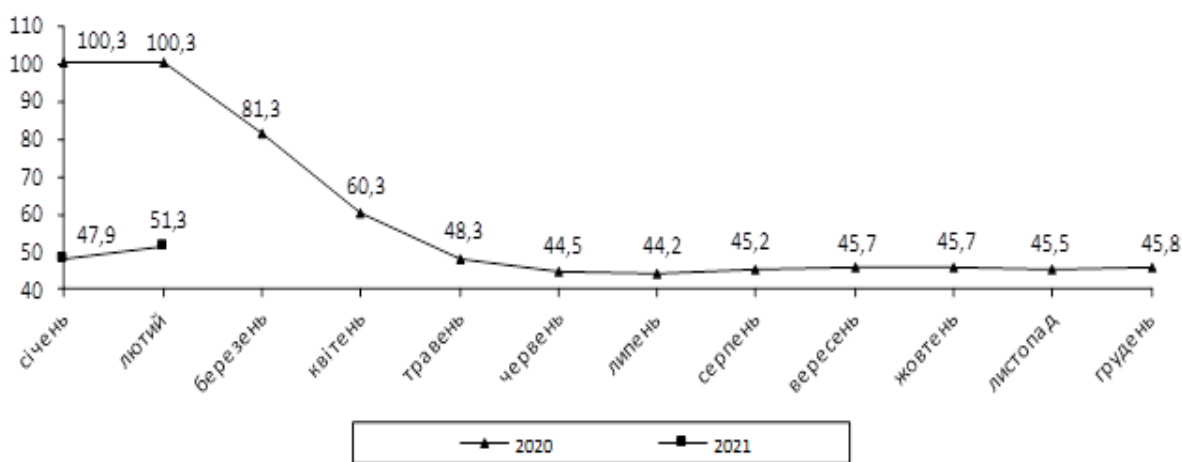


Рис. 1. Пасажирооборот підприємств транспорту.

Таблиця 1

Пасажирські перевезення				
	Пасажирообіг		Перевезено пасажирів	
	млн.пас.к м	у % до січня– лютого 2021	млн	у % до січня– лютого 2020
Транспорт	7704,5	51,3	396,8	58,7
залізничний <sup>1</sup>	1980,2	53,2	11,2	50,8
автомобільний	2772,4	52,0	166,7	57,8
водний	0,04	216,2	0,0	233,3
авіаційний	1546,4	42,4	0,6	37,4
грамвайний	337,5	57,3	57,2	57,1
тролейбусний	523,7	59,5	89,7	58,6
метрополітенівськ ий	544,3	64,4	71,4	64,7

Транспортна галузь України потребує значних капіталовкладень та інвестицій, які дадуть можливість мати великий рівень прибутковості, вчасно мати ступені ризику та можливість розраховувати на підтримку світових фінансових структур. При розробці маршрутної мережі пасажирських перевезень у містах доцільно розглядати класифікацію маршрутів за їх місцем в маршрутній мережі. Вирішенню питань вдосконалення маршрутної мережі повинна передувати розробка концепції розвитку пасажирських перевезень.

Список використаних джерел

1. Давиденко А. Кащенко Ю. Розвиток міжнародного транспортного сполучення України. Економіка України, №8, 1999.
2. <http://www.ukrstat.gov.ua>. Держстат Головне управління статистики у Україні. Експрес-випуск від 26.03.2021 р.

УДК 621.791.9

## СПОСОБИ ПЛАЗМОВОГО ПОВЕРХНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ

Савченко В. М., Сутковий О. В., Шлярчук Ю.П., Некрашевич Д. Ю.,  
Павлюк І. В.

Поліський національний університет

Способи плазмового поверхневого зміцнення можна розділити на два великих напрямки – процеси, що проводяться з матеріалами в твердому

стані і при розплавленні їх поверхні. На рис. 1. Наведено частина варіантів плазмового поверхневого зміцнення, які теоретично і практично можливо здійснити.

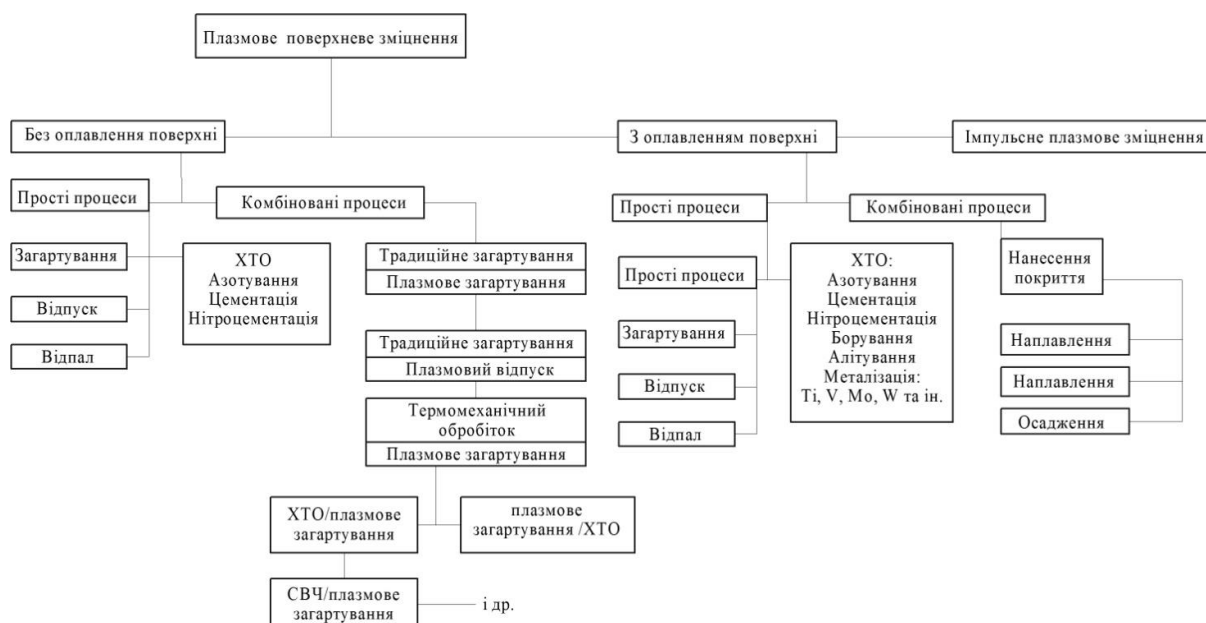


Рис. 1. Способи плазмового поверхневого зміцнення матеріалів.

В даний час найбільш широко досліджуються такі напрямки:

1. Загартування сплавів з твердого стану зі швидкостями нагрівання й охолодження  $10^2$ - $10^4$  °C\с;
2. Загартування сплавів з рідкого стану з високими швидкостями плавлення і кристалізації  $10^2$ - $10^5$  °C\с;
3. Поверхнєве легування, наплавлення матеріалу, обробка попередньо нанесених на метал покриттів, нагрів поверхневих шарів після традиційної ХТО;
4. Оплавлення і затвердіння з високими і надвисокими швидкостями  $10^4$ - $10^7$ °C/с), що призводять до аморфізації (склування) тонкого поверхневого шару.

На стадії лабораторних досліджень знаходиться полум'яне ударне зміцнення, що реалізовується за рахунок коротких проміжків часу. Газодинамічний натиск плазмового потоку створює в зоні обробки тиск, (400-800МПа), що значно вище межі текучості аустеніту. Численні дослідження в області плазмового зміцнення з використанням електронної та оптичної мікроскопії показали, що зона термічного впливу плазмового струменя (дуги) має форму сегмента і за своєю будовою аналогічна ЗТВ електронного та лазерного променя. При нагріванні плазмовим струменем (дугою) поверхні металу відбувається нагрівання поверхні шару до різних температур, внаслідок чого він має шарувату будову.

Залежно від мікроструктури і мікротвердості в сталях по глибині розрізняють три шари.

Перший шар – зона оплавлення, має місце при загартуванні з розплавленого стану. Зона оплавлення має стовпчасту будову з кристалами, витягнутими в напрямку відводу тепла. Основна структурна складова мартенсит.

Другий шар – зона загартування з твердої фази, що утворюється в інтервалі температур  $T_{пл} > T_{зак} > T_{Ac1}$ . За глибиною шар характеризується сильною структурною неоднорідністю, тому що поряд з повним загартуванням відбувається неповне загартування. У верхній межі шару, ближче до поверхні, спостерігається мартенсит і залишковий аустеніт. У нижній межі шару, ближче до вихідного металу, поряд з мартенситом спостерігаються елементи вихідної структури: ферит в доевтектоїдних сталях і цементит в заевтектоїдних.

Третій шар – перехідна зона, в якій метал нагрівається до температур нижче точки  $A_{C1}$ , в якому основними структурами є структури відпустки.

Шарувату будову зміцненої зони характерно для всіх способів плазмового зміцнення. Геометричні параметри зони плазмового нагріву характеризуються шириною і глибиною зміцненого поверхневого шару, які для більшості способів залежать від параметрів режиму зміцнення (потужності плазмового струменя (дуги), дистанції зміцнення, швидкості обробки), рис. 2.

У багатьох роботах для визначення інтервалу гарантованого зміцнення металів використовується енергетичний параметр щільність енергії по поверхні  $W$ , Дж/мм<sup>2</sup>. Перший енергетичний поріг  $W_1$  відповідає початку аустенітних перетворень в сталі.

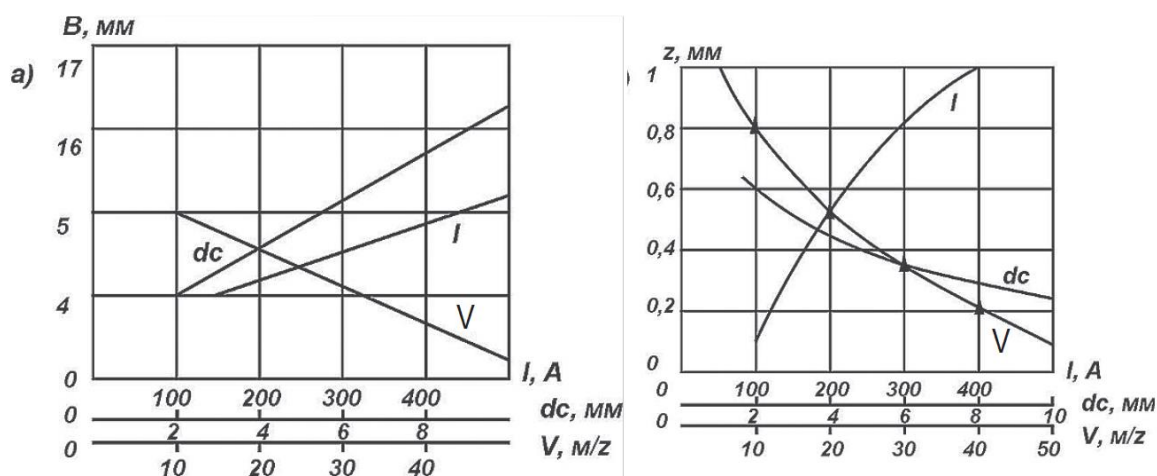


Рис. 2. Вплив параметрів процесу зміцнення на геометрію зміцненої зони: ширину  $B(a)$  і глибину  $Z(b)$ .

При подальшому збільшенні щільності енергії поверхнева твердість в зоні плазмового впливу різко зростає і при другому критичному значенні

досягає майже максимальної величини. В діапазоні  $W_1 - W_2$  процеси  $\alpha \rightarrow \gamma$  і  $\gamma \rightarrow \alpha$  - перетворень протікають вже досить повно.

Третій енергетичний поріг  $W_3$  відповідає початку мікроплавлення. Енергетичний поріг  $W_2 - W_3$ , можна вважати інтервалом гарантованого зміцнення для даного матеріалу, рис. 2.

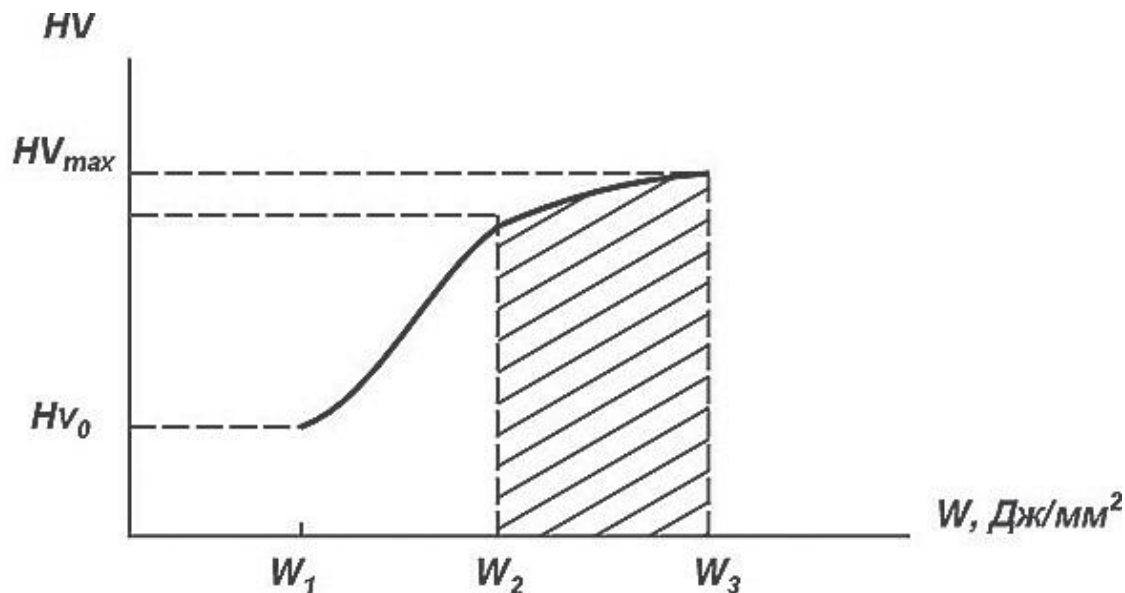


Рис. 3. Вплив щільності енергії в плямі нагріву на поверхневу твердість.

Однак на практиці використання цього енергетичного параметра не знайшло широкого застосування. Як правило, в якості основних параметрів використовують силу струму дуги в плазмотроні, дистанцію зміцнення, діаметр сопла, швидкість обробки. Найбільш сильно на ступінь зміцнення впливає швидкість обробки і сила струму, тому що вони дозволяють регулювати швидкість нагріву і охолодження.

Для пошуків оптимальних режимів рекомендується використовувати наступний прийом. На зразку-свідку проводиться зміцнення і досягають оплавлення поверхні змінюючими параметри: сила струму або швидкість зміцнення. При появі перших ознак оплавлення, плавною зміною одного з параметрів домагаються зникнення оплавлення і поблизу цього порога проводять зміцнення без оплавлення поверхні. Експериментально встановлено, що при такому підході немає необхідності проводити трудомістку операцію металографічного аналізу, тому що глибина плазмового зміцнення виявляється максимальною.

УДК 631.3: 620.191

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПОШКОДЖЕННЯ ЗРАЗКІВ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ МЕТОДОМ ОПТИЧНОГО СКАНУВАННЯ ПОВЕРХНІ**

*<sup>1</sup>Писаренко Г. Г., <sup>2</sup>Войналович О. В., <sup>1</sup>Майло А. М., <sup>1</sup>Писаренко С. Г.*

*<sup>1</sup>Інститут проблем міцності імені Г. С. Писаренка НАН України*

*<sup>2</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Серед причин відмов тракторів та мобільних сільськогосподарських машин часто вказують накопичення втомного пошкодження у деталях, що виникає внаслідок циклічного та теплового навантажування, впливу корозії та інших чинників виробничого довкілля. Нині не розроблено однозначної концепції аналізу закономірностей накопичування пошкодження у зразках металоконструкцій, що ускладнює вибір критеріїв, які мають описувати граничні значення накопичення пошкодження, а також дозволять визначити інтенсивність накопичення.

Для всіх структурних рівнів конструкційного матеріалу характерним є стохастичне змінення його фізико-механічних властивостей, що відображають інтегрально ступінь пошкодження. За циклічного навантажування полікристалічного конструкційного матеріалу, як динамічної нелінійної системи, пошкодження відображається у вигляді нелінійності макрохарактеристик деформування полікристалічного матеріалу. Його можна описати кінетикою мікропластичних деформацій як основного чинника пошкоджуваності. Характеристикою нелінійності процесу деформування конструкційного матеріалу за втоми може бути непружність (фізична характеристика нелінійності).

Мікроструктурні зміни за багатоциклової втоми характеризуються певними особливостями, зокрема локальністю на тлі практично незмінної структури матеріалу. Розташування зон максимальних структурних змін на поверхні матеріалу залежить як від виду структури матеріалу, так і параметрів навантажування. Через це за багатоциклового навантажування (база випробувань  $10^5$  циклів і більше), щоб визначити показники, які відображають зміни структури, використовують оцінку, що відображає зміну структури на зернинному рівні.

Чутливість методу оцінення кінетики мікропластичного деформування за втоми визначає його здатність реагувати на зміну фізико-механічних властивостей відповідного структурного рівня (макро-, мезо-, мікро-). У такому випадку кінетика характеристичного параметра відповідає еволюції структури на кожному структурному рівні, внаслідок чого інтегральна характеристика пошкодження виявляє велику дискретність стадій пошкоджуваності.

Кількісна фрактографія є ефективним методом дослідження ролі початкової структурної неоднорідності і накопичення дефектів різних масштабних рівнів (дислокаційних ансамблів, мікропор, мікротріщин) для оцінення критичних умов переходу від розсіяного до макроскопічного руйнування. Використання такого методу дозволяє враховувати характерні стадії цього переходу – зародження і розвиток тріщин, що є основою для оцінення часового ресурсу металоконструкцій за умов багатоциклової втоми.

Для контролю кінетики пошкодження поверхневого шару матеріалу використано спосіб вимірювання дифузного розсіювання лазерного променя, відбитого від поверхні мікропластичних деформацій [1]. Даний спосіб базується на кореляційному зв'язку енергії проміння когерентного джерела світла, відбитого поверхнею метала, і амплітуди мікропластичної деформацій пружно здеформованої поверхні.

Досліджувану зону поверхні зразка опромінювали світловим когерентним промінням з довжиною хвилі, що відповідає масштабу локалізації мікропластичних деформацій поверхні зразка, отримували спеклограму проміння, відбитого від рельєфу поверхні, а як міру інтенсивності зміни деформаційного рельєфу було використано параметр у вигляді співвідношення кількості певних типів бінарних пікселів до загальної кількості пікселів зображення спеклструктури [2].

Дискретна структура рельєфу містить інформацію про щільність деформаційних дефектів накопиченого розсіяного пошкодження. Обсяг вибірки даних у кожній зоні аналізу площею  $200 \times 200$  мкм –  $4 \cdot 10^6$  пікселів (пкс.). У разі застосування фотодіодної матриці розміром  $1920 \times 1080$  пкс. за довжини хвилі когерентного випромінювання  $\lambda = 0,450$  мкм, виокремівна здатність методу становить  $0,2$  мкм/пкс.

У роботі отримано кореляційні залежності дискретних розподілів спеклів від ступеня пошкодження поверхні за двох видів деформування зразків металоконструкції – монотонного розтягу і циклічного розтяг-стиску. Для аналізу статистичних параметрів розподілу дискретних деформацій поверхні використано розроблену комп'ютерну програму цифрового оброблення зображень.

Отримані результати досліджень зміни статистичних характеристик стану мікропластичного деформування поверхні зразків металоконструкції дозволяють рекомендувати розроблений метод для визначення пошкодження елементів машин за критерієм неоднорідності мікропластичних деформацій поверхневого шару металу, а отже з певною достовірністю для оцінення ризику настання аварійних ситуацій.

Список використаних джерел

1. *Войналович О. В., Писаренко Г. Г., Майло А. М.* Спосіб вимірювання ступеню мікроздеформованості поверхні металоконструкцій



із застосуванням когерентного випромінювання. Патент на корисну модель № 134268. Бюл. № 9. Опубл. 10.05.2019 р.

2. *Войналович О. В., Писаренко Г. Г., Майло А. М.* Спосіб визначення граничного стану витривалості конструкційного елемента за фрактальною розмірністю деформованої поверхні. Патент на корисну модель № 138021. Бюл. № 21. Опубл. 11.11.2019 р.

УДК 351.78

## **ПРОБЛЕМИ ОЦІНЕННЯ ПРОФЕСІЙНОГО РИЗИКУ НА МЕХАНІЗОВАНИХ ПРОЦЕСАХ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ**

*<sup>1</sup>Войналович О. В., <sup>2</sup>Андрієнко В. І.*

*<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*<sup>2</sup>Державна установа «Національний НДІ промислової безпеки та охорони праці»*

Дослідження причин високого рівня виробничого травматизму серед механізаторів сільського господарства належить до складних задач, які вимагають проведення комплексних наукових досліджень. Потрібно зазначити, що переважна більшість досліджень в Україні з проблеми виробничих ризиків стосується промисловості, енергетики і транспорту, а сільське господарство залишено поза увагою.

Нині відсутні показники ризику для основних технологічних процесів сільського господарства, зокрема, під час виконання механізованих та транспортних робіт, класифікатор сільськогосподарських професій за критеріями ризику травмування та професійної захворюваності не знайшов широкого використання [1]. У роботах, присвячених аналізу небезпечних ситуацій на виробничих процесах сільського господарства із застосуванням машин та механізмів, не враховано технічний стан агрегатів та його погіршення протягом експлуатації. Здебільшого у розроблених моделях настання нещасних випадків на виробничих процесах в агропромисловому комплексі (АПК) використовують ймовірності помилкових дій працівників, які важко коректно визначити. Крім того, часто вони не є визначальними, як про це вказують в актах розслідування нещасних випадків.

Щоб оцінити ступінь небезпечності сільськогосподарського виробництва, нині використовують, як правило, лише статистичні показники виробничого травматизму – коефіцієнти частоти, важкості, непрацездатності та ін. Для аналізу професійного ризику в певній галузі економіки це обґрунтовано, адже відомо статистичні дані щодо загальної кількості працівників галузі (підгалузі), кількості нещасних випадків та

втрачених робочих днів (наприклад, зі щорічних звітів Фонду соціального страхування від нещасних випадків України та Державної служби з питань праці).

Але у загальнодержавних і галузевих статистичних звітах про обставини нещасних випадків в аграрному виробництві відсутні дані про ступінь небезпечності окремих типів машин, механізмів та устаткування, що не дозволяє оцінити їх ризик експлуатації.

Професійний ризик трактористів-машиністів агропромислового виробництва пов'язаний з можливістю виникнення травмонебезпечних ситуацій під час експлуатації тракторів та комбайнів, тобто сукупностей обставин і подій, що порушують штатний (проектний, запланований) хід технологічних процесів і створюють некероване зосередження небезпек, які загрожують життю і здоров'ю працівників, працездатності технічних систем або природному довкіллю.

У науково-технічній літературі з питань надійності та ризиків існує багато робіт із методології врахування грубих помилок оператора – виконавця окремих технологічних процесів, зокрема й у сільському господарстві, але спектр можливих помилок оператора у рамках системи «людина – машина – довкілля» дуже широкий, то ж, аналізуючи їх, доводиться вдаватися до спрощень. Запропоновані моделі недостатньо формалізовано, вони здебільшого не дозволяють отримати кількісні показники безпеки обладнання, а дають лише якісну картину причин створення небезпечної ситуації.

Щодо об'єктів сільськогосподарського виробництва, то для них у логіко-імітаційних моделях ймовірності настання базових подій задають, як правило, без урахування статистики причин виробничого травматизму чи інших статистичних характеристик, що дозволяє обґрунтувати лише окремі працезохоронні заходи без поширення їх для інших об'єктів та технологій.

Аналізуючи різноманітні методи та підходи щодо оцінення ризиків, можна виділити найбільш вживані з них: метод «дерева», метод «марківських процесів», статистичний метод, метод експертних оцінок та інші, в основі яких лежить моделювання досліджуваних процесів і явищ.

На основі виконаного у даній роботі огляду наявних методів дослідження професійного ризику відзначено, що окремо взяті, вони не дозволяють описати цілісну картину реального стану безпеки праці в АПК, а сама специфіка сільськогосподарського виробництва дуже часто робить будь-який аналіз досить відносним та умовним. Звідси, постає необхідність пошуку таких методичних підходів, застосування яких, дало б змогу більш точно та об'єктивно дослідити професійний ризик механізаторів АПК, і на цій основі запропонувати шляхи його зниження.

Список використаних джерел

1. Войналович О. В., Гнатюк О. А., Голод В. П. Наукові засади розроблення класифікатора професійних ризиків на механізованих

процесах у сільському господарстві. Механізація та електрифікація сільського господарства. Випуск 97. Т. 2. Глеваха, 2013. С. 58-65.

УДК 631.4; 631.31

## **ПЕРЕУЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТУ КОЛІСНИМИ РУШІЯМИ**

*Білецький В. Р., Можарівський І. В.  
Поліський національний університет*

Переуштілення ґрунтів сільськогосподарського використання колісними рушійми мобільної сільськогосподарської техніки, є однією з найважливіших агроекологічних проблем в умовах аграрного виробництва.

Наслідки переуштілення ґрунту призводять до погіршення водно-повітряного режиму ґрунту та умов мінерального живлення рослин, зниження урожайності сільськогосподарських культур, посилення ерозії ґрунту, забур'яненості, розвитку хвороб та шкідників, зниження ефективності застосування добрив, зростання витрати матеріальних ресурсів та енерговитрат при оброботці ґрунту.

Проведений аналіз стану ґрунтів в процесі їх переуштілення ходовою частиною мобільної сільськогосподарської техніки однозначно свідчить про тісний кореляційний зв'язок поміж зміною механіко-технологічних, біологічних, хімічних, морфологічних властивостей та екологічними показниками стану ґрунту, а отже і рівнем екологічної безпеки застосовуваної мобільної сільськогосподарської техніки, в тому числі в складі машинно-тракторних агрегатів. Окрім суто властивостей ґрунту, на його переуштілення впливають також і конструкційні, експлуатаційні, технологічні, агротехнічні характеристики сільськогосподарської техніки та характер виконуваних робочих процесів.

Питання про тиск колісних рушійв на ґрунт за своєю значимістю займає центральне місце в дослідженнях процесів взаємодії ходових систем тракторів з ґрунтом. За значеннями тисків роблять висновки про елементарні реакції ґрунту, які утворюють рушійну силу і опір рухові, а від закономірності розподілення тисків по опорній поверхні залежать тягово-зчіпні властивості і прохідність машинно-тракторних агрегатів, а також рівень та наслідки шкідливої дії рушійв мобільної сільськогосподарської техніки на ґрунт.

Отже, питання переуштілення ґрунтів сільськогосподарського призначення, досліджено не повною мірою, і потребує адаптації до сучасних умов ведення аграрного виробництва з використанням сучасної

високоенергетичної техніки. Вирішення розглянутих питань, сприятиме підвищенню рівня виробництва сільськогосподарської продукції.

Список використаних джерел

1. *Короткевич П. С., Гапоненко В. С., Гаврилюк Г. Р., Ямков О. В.* Основні напрямки та способи зменшення ущільнюючої дії ходових систем мобільної сільськогосподарської техніки на ґрунт. Науковий вісник НАУ. Київ, 1998. Вип. 9. С. 59-62.

2. Методи визначення агрофізичних властивостей ґрунтів. За ред. Кулик Г.А., Семеняки І.М. Кіровоград, 2000. 59 с.

УДК 621.91

## **НАНЕСЕННЯМ ЗНОСОСТІЙКИХ ПОКРИТЬ НА РОБОЧІ ОРГАНИ ГРУНТООБРОБНИХ МАШИН**

*Паладійчук Ю. Б., Телятник І. А.*

*Вінницький національний аграрний університет*

Постановка проблеми. Експлуатація іноземної техніки в Україні знаходиться на грані своїх можливостей, а щорічне напрацювання на трактор може скласти 10-15, а подекуди і 20 тис. мотогодин, разом з тракторами інтенсивному зносу піддаються і різного роду сільськогосподарські агрегати, зазвичай це машини для обробітку ґрунту [2-5].

При обробці ґрунту (оранка, культивація) енергоємність процесу різко зростає через затуплення робочих органів внаслідок абразивного зносу [5].

Робочі органи ґрунтообробних машин піддаються ударно-абразивному характер зносу, який виникає через контакт з частинками ґрунту і камінням. На знос впливають супутні фактори такі як: механічний склад ґрунту; вологість; твердість; структура матеріалу; тиск і швидкість відносного переміщення ґрунту по поверхні робочих органів ґрунтообробних машин.

Абразивне зношування є основним видом контактної взаємодії при зовнішньому терті. При роботі сполучень робочих органів сільськогосподарських та інших машин присутнє абразивне зношування, що є головним чинником, який обмежує технічні характеристики і ресурс машин, механізмів і обладнання [4].

На цей вид зносу припадає від 50 до 80% випадків відмов робочих органів машин, зокрема будівельних, дорожніх, транспортних, сільськогосподарських, машин для тваринництва і кормовиробництва [3].

Мета дослідження. Підвищення ресурсу робочих органів ґрунтообробних машин за рахунок нанесенням зносостійких покриттів.

Матеріали і методи підвищення зносостійкості. Підвищення зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин у сільськогосподарському машинобудуванні відбувається завдяки:

- використанню зносостійкого матеріалу і багатошарового прокату;
- розробці складових робочих органів;
- термічній і термохімічній обробці;
- наплавленню і напиленню зносостійких матеріалів.

Під час, вибору методу зміцнення в залежності від типу ґрунтів слід враховувати не тільки технологічні та економічні показники, а й необхідність реалізації ефекту самозаточування робочих органів.

Сутність ефекту самозаточування полягає у вибіркового зносі неоднорідного по перерізу леза, при якому зберігаються необхідна форма і ріжучі властивості робочого органу [4,5-7].

Підвищити зносостійкість деталей машин можливо за рахунок наплавлення.

Наплавлювальні матеріали це – самозахисні порошкові дроти типу ПП-АН170 (ПП-АН170М), забезпечують утворення наплавленого шару твердістю HRC 60-65.

Оптимальна зносостійкість і самозагострювання визначається регулюванням геометрії наплавленого шару (висота, глибина, крок наплавлення), а також співвідношенням твердості наплавлених ділянок і основного металу в межах 1,5: 1,0; 1,0: 1,0 [7].

При застосуванні дугової металізації частка енергії, що підводиться, йде безпосередньо на нагрівання і плавлення порошкового матеріалу, дозволяє підвищити ефективний ККД нагріву до 60%. Низькі теплові втрати обумовлені фізичними особливостями процесу.

Наукові дослідження виявили, що висока продуктивність з використанням дротів призводить до зниження витрат на отримання ДМ-покриттів в порівнянні з іншими методами напилення [8].

Міцність покриття забезпечується адгезією та характеризується наступними механізмами:

- нанесенні частини маю мають входити в механічне зчеплення з поверхнею підкладки або з попередньо осадженим шаром;
- наявність металургічного з'язка свідчить про наявність хімічних реакцій в зоні частинки і підкладки, що призводить до дифузії взаємної переплавки;
- фізична взаємодія між частинками і основою в результаті зближення атомів на відстань порядку розмірів атомів, свідчить про наявність ван дер Вальсових сил в даному процесі.

Установка активної дугової металізації АДМ-10, призначена для нанесення зносостійких і антикорозійних покриттів з дротяних матеріалів

способом термічного напилення. Установка експлуатується в умовах, на які розраховані вироби виконання У, категорії 3, відповідно до ГОСТ 15150-69.

Установка працює від трьохфазної мережі змінного струму напругою 380/220 В, частотою 50 Гц. Для роботи установки необхідна наявність мереж підведення стисненого повітря, пропану, а також зварювального джерела харчування з жорсткою характеристикою ВДУ-506.

Процес плавлення дрітків електричною дугою і розпорошення розплавленого металу високошвидкісним струменем транспортного газу є основою роботи установки.

#### Висновки

Отже, у сільськогосподарському виробництві України використовують більш 33,14 млн га ріллі. Для підтримки працездатності сільськогосподарської техніки щорічно випускається значна кількість запасних частин. Річна потреба сільського господарства України в робочих органах до плугів та інших ґрунтообробних машин доволі значна і не піддається численній оцінці.

Впровадження технології газотермічного напилення для зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин, дає змогу розкрито вплив складу напилюваних матеріалів і режимів їх нанесення на процес при напиленні окисленні покриттів, що визначає їх фізико-механічні і експлуатаційні властивості, зокрема стійкість до ударно-абразивного зносу, характерного для умов роботи робочих органів ґрунтообробних машин.

#### Список використаних джерел

1. Ринок сільгосптехніки України очима її дилерів: веб-сайт. URL: <http://www.agroprofi.com.ua/statti/1726-rynok-silhosptekhniky-ukrayiny-ochyma-yiyi-dyleriv>. дата звернення 01.10.21 р.
2. *Е. Posviatenko, N. Posviatenko, R. Budyak, L. Shvets, Y. Paladiichuk, P. Aksom, I. Rybak, B. Sabadach, V. Hryhorychen.* Influence of a material the technological factors on improvement of operating properties of machine parts by reliefs and film coatings. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. № 5/12 (95). ISSN 1729-3774. P. 48-56.
3. *Шкільов О. В.* Стан матеріально-технічної бази сільського господарства та джерела її оновлення. Формування і реалізація державної політики розвитку матеріально-технічної бази агропромислового комплексу в Україні. К. : ІАЕ УААН, 2003. С. 398–40
4. Ринок техніки 2020: чи буде трактор у полі: веб-сайт. URL: <https://agroportal.ua/ua/views/blogs/rynok-tekhniki-2020-budet-li-traktor-v-pole/> (дата звернення 04.10.21 р.)
5. *Непочатенко А. В.* Вплив рівня зносу машиннотракторного парку на основні результативні показники діяльності сільськогосподарських підприємств. Економіка та управління АПК: зб. наук. праць. Біла Церква, 2012. Вип. 9 (97). С. 9-12.

6. *Y. Paladiichuk*. Desining the structures of solid-alloy elements for broaching the holes of significant diameter based on the assessment of their strength Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. № 3.(7-105), P. 57-65 (Scopus), SNIP.
7. *Добровольський А. Г.* Абразивна зносостійкість матеріалів: довідковий посібник. Київ: Техніка, 1989. 128 с.
8. *Сідашенко О. І.* Ремонт машин та обладнання: Підручник. за ред. О. І. Сідашенко, О. А. Науменка. Х.: "Міськдрук", 2010. 744 с.
9. *B. Wielage, H. Pokhmurska, M. Student, V. Gvozdeckii, T. Stupnyskyj, V. Pokhmurskii* Iron-based coatings arc-sprayed with cored wires for applications at elevated temperatures. Surface & Coatings Technology. 2013. 220. P. 27–35.
10. *Будко С. І.* Методи підвищення ефективності зміцнення деталей лемішно-відвальних плугів дуговим наплавленням твердими сплавами: автореф. дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2009. 20 с.

УДК 658.7

## ЩОДО УПРАВЛІННЯ ПОТОКАМИ В ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ

*Загурський О. М.*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

В межах загальної фундаментальної теорії логістики на прикладах реальної ринкової практики механізми управління економічними потоками розглядаються, практично враховуючи розробку методів управління поточковими процесами, спрямованими на якісне транспортно-експедиційне обслуговування споживчого ринку.

З урахуванням багатогранності, динамічності та різноспрямованості траєкторій розвитку суміжних галузей існують різні підходи до управління поточковими процесами, але концептуальні засади логістичного інструментарію характеризують процес управління в транспортно-логістичних системах як лінійно упорядковану безліч учасників (ланок, елементів системи), що виконують функції з транспортування, складування, вантажопереробки на шляху проходження товару від виробника до вантажоодержувача.

Управління поточковими процесами, з точки зору В. Н. Стаханова і В. Б. Українцева [1], розглядається як сукупність стратегічного і оперативного управління. У них, схема управління потоками складається з

таких основних аспектів, як цілеспрямованість, проектування, менеджмент, планування, контроль та аналіз.

Низка інших науково-прикладних досліджень вітчизняних і зарубіжних авторів [2-6] присвячена питанням досягнення стійкості організаційно-функціональної єдності потокових процесів щодо їх системної оптимізації. На їх погляд, методичну значущість формальної адаптації взаємозв'язків всередині транспортно-логістичної системи набуває цілеспрямований вплив на систему в цілому. Відповідно проводячи аналіз, необхідно виявити, з якої конкретної групи причин проявляється нестійкість системи.

Формально створивши ідеальну модель організації та функціонування потокових процесів, можна, припускаючи вплив непередбачених ринкових факторів, накласти її на дійсну. Таким чином, досягається результативність системно-аналітичного дослідження, формуються точки перетину та накладання потоків, вплив на які передбачає максимальний економічний ефект.

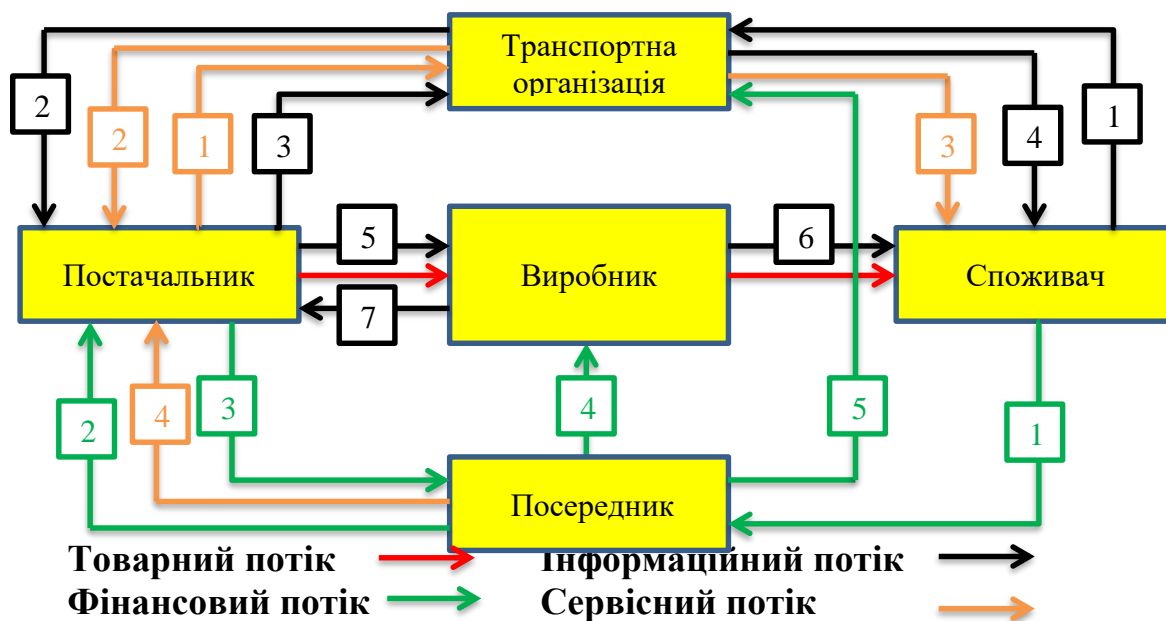


Рис. 1. Схема перетину та накладання потоків в транспортно-логістичній системі

Разом з тим створення будь-якої транспортно-логістичної системи має безпосередньо поєднуватися з організацією управління, тобто забезпеченням аналізу та моніторингу щодо оптимальності поєднання економічної й науково-прикладної ефективності. Стабілізація існуючої транспортно-логістичної системи при її концептуальному економічному моделюванні, оптимізації сполучення потокових процесів передбачає наявність певного роду реакцій на зміну тих чи інших параметрів чи існуючих організаційно-управлінських впливів.



Заснована на принципах системності, динамічності, комплексності, інтеграції процесів і управлінських впливів, логістика має властивість кількісної, якісної та функціональної універсальності. Як спосіб або методика управління потоковими процесами, вона передбачає можливості попереднього розрахунку максимальних кількісних показників системи на кожному рівні її організації, що значно спрощує та підвищує ефективність майбутнього функціонування.

Отже вплив певної ланки на потік може бути вкрай різноманітним: потоки можуть дробитися, розгалужуватися, сходитися, змінювати свій зміст, параметри, інтенсивність тощо. Відповідно до даних характеристик нами пропонується наступна базова схема послідовності ланок логістичного ланцюга:

1. Генератори (джерела) матеріальних потоків.
2. Трансформаційні центри та пункти торгових, транспортних та інших посередницьких структур, що перетворюють матеріальні потоки на стадії закупівлі.
3. Трансформаційні центри та пункти в місцях виробництва продукції.
4. Трансформаційні центри й пункти фізичного розподілу та відправки готової продукції.
5. Трансформаційні центри та пункти торгових, транспортних й інших посередницьких структур, що перетворюють матеріальні потоки на шляху постачання готової продукції споживачам.
6. Пункти призначення (споживачі) матеріальних потоків.

Зазначимо, що поділ основних ланок на генеруючі, трансформуючі та поглинаючі не суперечить логістичному підходу й може бути застосований до транспортно-логістичних систем. При цьому до елементів логістичного ланцюга відносять постачальників, виробничі підрозділи, проміжні, вхідні та вихідні склади, транспортні фірми, розподільчі мережі тощо. В ланках логістичного ланцюга відповідно до перебігу технологічного процесу перетворення вхідного матеріального потоку у вихідний послідовно виконуються логістичні операції над елементами відповідних матеріальних та інформаційних потоків.

Список використаних джерел

1. *Стаханов В. Н., Украинцев В. Б.* Теоретические основы логистики. Ростов н/Д: Феникс, 2001. 159.
2. *Загурський О. М.* Конкурентноспроможність транспортно-логістичних систем в умовах глобалізації: інституціональний аналіз : монографія. К. ФОП О.В. Ямчинський, 2019. 373 с.
3. *Ala-Risku T., Kärkkäinen M.* Material delivery problems in construction projects: A possible solution, International Journal of Production Economics, Volume 104, Issue 1, 2006, 19-29.;
4. *Hausman W.* Financial Flows & Supply Chain Efficiency / Visa Commercial Solutions. URL: <http://www.visa->

asia.com/ap/sea/commercial/corporates/includes/uploads/Supply\_Chain\_Management\_Visa.pdf

5. Oliver K., Webber M. Supply chain management : logistics catches up with strategy. Logistics: the strategic issues / ed. by M. Christopher. London ; New York : Chapman & Hall, 1982. 360.

6. Zagurskyi O., Ohiienko M., Pokusa T., Zagurska S., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020.

УДК 621.928

## **ІКТ В САМОСТІЙНІЙ РОБОТІ ПРИ ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ ВНЗ**

*Колодій О. С., Сушко О. В.*

*Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного*

Сучасний стан соціально-економічного розвитку суспільства в Україні вимагають підвищені вимоги до якості освіти. Сучасний інженер повинен володіти всебічною інформацією по широкому колу питань у різних галузях науки і техніки, його знання повинні бути фундаментальними, практично та професійно орієнтованими. Головним критерієм ефективності роботи вищого навчального закладу є високий рівень підготовки спеціалістів-фахівців [1]. Якість підготовки фахівця повинна задовольняти вимогам, встановленим в Державних освітніх стандартах та вимогам ринку праці. Висока якість викладання можлива за рахунок суворого відбору учбового матеріалу та застосування активних методів навчання, які сприяють формуванню у студентів таких знань, які будуть мати у майбутній професійній діяльності практичну цінність. Використання ІКТ при навчанні сьогодні являє собою якісно нову форму освіти, яка надає можливості створення систем масового безперервного самонавчання, загального обміну інформацією, незалежно від часових та просторових поясів.

Більшість курсів не володіють достатньою інтерактивністю, при їх створенні використані не всі досягнення інформаційно-комунікаційних технологій та програмування. Такі курси можуть бути використані лише як додаткова методична підтримка при вивченні дисципліни.

Організація процесу навчання, його реалізація та подальше використання спеціаліста визначає якість його підготовки. Досягнути

радикального підвищення якості підготовки спеціаліста вищої школи можливо за допомогою впровадження сучасних педагогічних та інформаційних технологій, які в сфері професійної діяльності є необхідною вимогою.

У зв'язку з тенденцією останніх років по скороченню аудиторних годин, дуальною формою навчання, а також с тим, що більшості студентів приходить суміщати навчання та роботу, все більш актуальною стає самостійна робота студентів [2]. За новими стандартами частка позааудиторної самостійної роботи студентів складає біля 50 %, тобто вона є досить вагомою в процесі вивчення дисципліни. Отже, позааудиторна самостійна робота студентів потребує такої ж організації та методичного забезпечення, як і традиційна аудиторна.

Аналіз публікацій показав, що питаннями розробки та впровадження інформаційно-комунікаційних технологій у вищій школі займається доволі багато науковців у нас в країні та за кордоном [3, 4, 5]. В останні роки проблеми дистанційного навчання у ВНЗ досліджуються за наступними напрямками: принципи дистанційного навчання – А. Андрєєв, А. Хуторський, Є. Полат, О. Пометун; психолого-педагогічні засади дистанційного навчання – В. Кухаренко, Н. Сиротенко, І. Козубовська; методи, форми та засоби створення дистанційних курсів – О. Рибалко, Є. Долинський, Г. Яценко, О. Сушко; особливості інформаційно-комунікаційних технологій для підготовки фахівців технічних спеціальностей: М. Загірняк, О. Сушко, О. Колодій та ін. [1-6]. Найбільш перспективною у цьому напрямку на сьогоднішній день технологією є використання можливостей інтернету. А однією з форм самостійної роботи студентів є дистанційне навчання.

Використання ефективних прийомів і методів навчання, включення студентів у самостійний творчий процес – це оптимальний шлях здобуття внутрішніх резервів учбового процесу у самій особистості студента. Саме на цій основі можна говорити про інтенсифікацію учбового процесу. З точки зору педагогічної теорії дистанційне навчання, як система дозволяє з найбільшою повнотою реалізувати сучасні вимоги до освіти, більш індивідуальний підхід, більш інтенсивний процес навчання та обміну інформацією.

Традиційне для студентів аудиторне навчання надає можливості напряму спілкуватися з викладачем, забезпечує звичні методи навчання, отримувати негайні відповіді на питання. Але у зв'язку з нестачею часу викладач не в змозі відповісти усім студентам, використовуючи ж систему дистанційного навчання, викладач через Інтернет може відповісти кожному студенту. Також дистанційне навчання дозволяє змінювати темп, час та місце освіти, тобто використання комп'ютерних технологій в освітньому процесі дає можливість розширити сектор самостійної навчальної роботи.

Інтерактивність, що вноситься комп'ютерними технологіями в освітній процес, дозволяє розвивати активні форми навчання, при яких самостійна навчальна робота найбільш ефективна. Система дистанційного навчання складається з комплексу програмних технічних засобів, методичних та організаційних заходів, що дозволяє формувати індивідуальні та групові програми за напрямками та спеціальностями з урахуванням сучасних вимог, а також перевірку знань по комп'ютерним мережам за допомогою інтернету.

На сьогоднішній день самою популярною програмою в країні системою з найбільшою кількістю користувачів та розробників є середовище дистанційного навчання (СДН) Moodle. Причина полягає в тому, що це єдина безкоштовна система, яка у той же час підтримує 54 мови, а величезний набір реалізованих функцій, зручність та простота використання дозволили їй отримати дуже широке розповсюдження [4].

Таким чином, дистанційне навчання, яке являє собою інтерактивну форму навчання, сприяє активізації освітнього процесу, у тому числі й процесу самостійної роботи студентів. Використання дистанційних курсів в системі освіти дозволяє виділити цілий ряд позитивних моментів, забезпечуючи ефективність дистанційного навчання як форми самостійної роботи студентів. На основі врахування індивідуальних запитів студентів досягається максимальна диференціація та індивідуалізація навчання, розвиваються потреби у самостійному надбанні знань та вмінь, формуються навички сомоосвіти, формуються комунікативні навички, скорочується час на вивчення матеріалу без шкоди якості.

#### Список використаних джерел

1. Сушко О. В., Колодій О. С. Проблеми організації самостійної роботи студентів у ВНЗ засобами інформаційних технологій. «Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти»: Зб. наук.-метод. праць. Мелітополь, ТДАТУ, 22: 45-53 (2019).
2. Дистанційна освіта в сучасній освітній діяльності / Освітній портал [Електронний ресурс]. URL: <http://www.osvita.org.ua/articles/30.html/>
3. Сушко О. В., Колодій О. С. Організація самостійної роботи студентів ВНЗ та її роль у процесі професійної підготовки. «Удосконалення освітньо-виховного процесу в вищому навчальному закладі»: Зб. наук.-метод. праць. Мелітополь, ТДАТУ, 21: 27-35 (2018).
4. Дистанційне навчання: Умови застосування. Дистанційний курс: Навчальний посібник. URL: <https://knygy.com.ua>.
5. Сушко О. В., Колодій О. С. Управління самостійною роботою студентів ЗВО у процесі професійної підготовки. Удосконалення освітньовиховного процесу в закладі вищої освіти: зб. наук.-метод. праць. ТДАТУ. Мелітополь, 2020. Вип. 23. С. 144–151.
6. Сушко О. В., Колодій О. С. Інформаційні технології як фактор підвищення ефективності вибору технологічних рішень. Сучасні наукові

дослідження на шляху до євроінтеграції: матеріали міжнародного науковопрактичного форуму (21-22 червня 2019р.) Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного. Мелітополь: ФОП Однорог Т.В., 2019. Частина 2. с.109-111.

УДК 621.833

## **ЗНОСОСТІЙКІСТЬ І ПРОТИЗАДИРНА СТІЙКІСТЬ ЗУБЧАТИХ КОЛІС**

*Ярош Я. Д., Ткачук О. Б.*

*Поліський національний університет*

Зношування зубів, як правило, має місце внаслідок недостатньої несучої здатності масляного шару, неминучого змішаного тертя при пусках і зупинках і особливо внаслідок попадання в зачеплення з мастилом абразивних частинок, співрозмірних з товщиною масляного шару.

Абразивний і знос є основною причиною виходу з ладу як відкритих передач, так і закритих передач машин (гірських, дорожніх, будівельних, сільськогосподарських, транспортних і деяких інших), які працюють в середовищі, засміченого абразивами.

Зуби коліс швидкохідних передач, що працюють в умовах достатнього мащення та ізоляції від пилу, з рідкісними пусками і зупинками, за умови правильної конструкції передачі, точного виготовлення і збирання, зберігають сліди обробки протягом багатьох років служби.

Знос зубів з твердістю поверхневого шару HRC 50-55 у коліс коробок швидкостей токарних верстатів середніх розмірів за рік двохзмінної роботи становив 15-25 мк. Зуби коліс кранових і екскаваторних редукторів при інтенсивній експлуатації зношуються на величину 0,5-1 мк за 1 рік.

Величина зносу матеріалів при абразивному зношуванні визначається властивостями абразиву, вихідними властивостями матеріалів і технологічним процесом виготовлення елементів пари тертя, зовнішніми впливами при роботі пари тертя, умовами мащення.

Знос не залежить від твердості абразиву, якщо вона значно вище твердості стали. Знос знижується зі зменшенням твердості абразиву, якщо вона лише трохи вище твердості стали.

При твердості абразивних зерен нижче твердості сталі знос швидко знижується зі збільшенням різниці твердостей.

При твердості абразиву, що дорівнює або менший твердості металу, знос практично незначний.

Зі збільшенням розміру абразивних зерен знос підвищується лише до певного «критичного» розміру зерна, а потім залишається постійним.

Інтенсивність об'ємного зношування прямо пропорційна відносній кількості ріжучих зерен в абразиві.

Зносостійкість термічно необробленої і обробленої сталі при абразивному зношуванні підвищується зі збільшенням її твердості по-різному. При підвищенні твердості сталі механічним наклепом зносостійкість її залишається незмінною.

Величина зносу за інших постійних умов прямо пропорційна шляху тертя і збільшується з ростом питомого навантаження. Вплив швидкості на абразивне зношування металів ще не вивчено, проте вона може побічно впливати на зношування через нагрівання при терті.

Вплив на зносостійкість нагріву внаслідок тепловиділення при терті може бути значним.

Фізичний стан поверхневого шару металу в процесі тертя змінюється внаслідок його пластичної деформації, окислення і науглецювання металу і виникнення в ньому структурних змін.

Утворені за рахунок окислення при терті окисні плівки в ряді випадків оберігають поверхневі шари металів подальшого руйнування. Форсування зношування починається з руйнування окисної плівки.

Швидкість зношування матеріалів деталей трибосистеми змінюється в часі, а саме, існує три періоди зношування: початкове або припрацювання, усталене і посилене. Для кожного виду і кожного періоду зношування характерно утворення певної мікрогеометрії поверхні. Після кожної зупинки, при черговому пуску машини і при змінах в режимах роботи пари тертя період початкового зношування в деякій мірі повторюється.

Великий вплив на зносостійкість має масштабний фактор. Так, наприклад, за даними Б. І. Костецького, швидкість зношування при змінах розмірів пари, що третяся змінюється в десятки і сотні разів. Останнє пояснюється зміною теплового режиму, площі фактичного контакту і частоти контактів при терті. При взаємодії поверхонь, що труться можуть виникати вібрації, закономірності яких для різних видів тертя різні.

З ростом залишкових стискаючих напружень, що виникають при зношуванні в поверхневих шарах матеріалів елементів пари, швидкість зношування спочатку знижується, а при подальшому їх збільшенні зростає. У всьому діапазоні величин залишкових розтягуючих напружень, швидкість зношування зі збільшенням величини напружень зростає.

Нерівномірність зношування зубів пояснюється неоднаковою роботою сил тертя в різних точках профілю, що в свою чергу, обумовлено наступними основними факторами: зміною контактних напружень за профілем через змінну радіуса кривизни зубів за профілем і в часі, а також через зміною спряження зубів; зміною жорсткості і швидкостей відносного ковзання зубів, а також деформацій ободів коліс в залежності від фази

зачеплення; фланкування зубів (особливо при невдалому виборі його параметрів) і ін.

Найчастіше максимальний знос має місце в зоні однопарного зачеплення, де питоме контактне навантаження досягає максимальної величини. Однак знос зубів майже рівномірний за профілем у коліс коробок швидкостей токарних верстатів 1Д62М і А5 (виготовлені зі сталі марки 40Х, загартованих СВЧ до HRC 50-55) і кранових редукторів (виготовлені зі сталі марки 45, термооброблених до твердості HB 250), що працюють в парі з загартованими шестернями (виготовлені зі сталі марки 40ХН, загартованих СВЧ до твердості HRC 48).

Рівномірний знос зубів в першому випадку пояснюють вирівнювальною дією твердих частинок між ними, які дряпають контактну поверхню і в зоні полюсного зачеплення, а в другому випадку – тим, що більш тверді зуби шестірні грають роль формувального елемента, що визначає профіль зубів у колеса.

Якщо у твердих зубів в процесі зношування можливе утворення ребра в полюсній зоні, то у м'яких зубів воно обминається і втрачає вираженість.

УДК 336

## **ЩОДО ПРОБЛЕМИ ЗАТОРІВ У КИЇВІ**

*О. В. Кулібаба <sup>3</sup>*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

За оцінками фахівців, у Києві близько одного мільйона автомобілів. Сьогодні пропускна спроможність основної магістральної мережі вулиць відстає від росту автомобілізації. Якщо говорити про основні магістралі, то пропускні можливості дорожніх смуг вже не справляються з тією кількістю транспорту, яка існує на сьогоднішній день у місті Києві. За результатами дослідження компанії «А+С», яке було проведено спільно з КМДА за підтримки Світового банку і презентоване на початку 2017 року, рівень автомобілізації Києва становить 213 автомобілів на 1000 мешканців. Це менше, ніж у Лондоні (345) чи Берліні (317), проте вже наближається до показників Москви (297) й навіть випереджає рівень автомобілізації в Нью-Йорку (209) – одному з лідерів серед мегаполісів у світі за кількістю мешканців. Через 4 роки цей показник зріс майже у двічі і на початку 2021 року рівень автомобілізації в Києві вперше перевищив позначку 400 автомобілів на тисячу мешканців.

---

<sup>3</sup> Науковий керівник – Загурський Олег Миколайович, д.е.н., професор

Об'єктивними факторами заторів називають необхідність закінчення ремонту доріг та невирішеність питання з паркуванням. До суб'єктивних причини створення заторів належить менталітет водіїв, їх поведінка у тих чи інших дорожніх ситуаціях. Дуже поширене явище можна спостерігати сьогодні, коли водії залишають автомобілі на першій смузі, автобусних зупинках, дитячих майданчиках, газонах. Пріоритет громадського транспорту визнаний у всьому світі. У будь-якому суспільстві є набір законів, що регулюють дорожній рух. Якщо вказано, що зупинятись на першій смузі не можна, поставлені спеціальні обмежуючі знаки, то це не просто так. Це означає, що таким чином створюються перешкоди для руху громадського транспорту. Втім, навіть якщо вирішити ці проблеми, питання із заторами навряд чи вирішиться: йдеться про необхідність докорінного перегляду функціонування системи транспортного сполучення в столиці.

Разом з тим Київ – не єдиний мегаполіс у світі, який стикається з подібними проблемами. Затори характерні для багатьох великих міст, втім, за кордоном не залишають це питання напризволяще, а намагаються вирішувати комплексно. Основних напрямів вирішення цього питання лише три:

- розвиток мережі громадського транспорту;
- вирішення проблеми з незаконним паркуванням транспортних засобів;
- внесення змін до організації руху, особливо, якщо йдеться про історичний центр міста.

Однак відчутного прогресу за кожним із цих пунктів не відбувається ось уже багато років. Натомість автомобілів у столиці стає дедалі більше: якщо проблему не почати вирішувати негайно, вже за 2-3 роки рух у столиці буде просто паралізований. Перший і невідкладний етап – введення автоматизованої системи управління дорожнім рухом у місті, який необхідно реалізовувати уже сьогодні. Адже кількість автомобілів перевищує пропускну спроможність магістралей майже на 20 %.

Територіальний розвиток міста, освоєння нових територій спонукає мислити більш глобально і потребує вирішення питання організації руху на більш загальному рівні. З урахуванням навантажень, у генплані міста має змінюватися категорія вулиць. Якщо сьогодні, наприклад, вулиця була районного значення і забезпечувала зв'язок між прилеглими районами, то завтра ця магістраль може стати магістраллю міського значення.

Ще один із способів вирішення проблеми заторів у місті, який закладається в матеріали генерального плану, це питання громадського транспорту. Так, основна маса людей повинна мати можливість пересісти зі своїх автомобілів на якісний громадський транспорт. Всі великі мегаполіси світу активно розвивають цей напрямок: будують нові станції метрополітену, розвивають наземний електротранспорт. Аби привабити увагу людей до громадського транспорту, потрібно гарантувати їм, що вони



у найкоротший період часу дістануться з точки А у точку Б. Саме тому необхідно виділити окрему смугу і заборонити всім іншим туди заїжджати. Так, у всьому світі з'явилася ідея виділення смуг для громадського транспорту. У такому випадку водій має альтернативу: або стояти у заторі, сидячи у власному автомобілі, або сідати у громадський транспорт і їхати без усіляких проблем.

Спостерігаємо цікаву тенденцію: що більша кількість населення в мегаполісах, то згодом стає меншою кількість автомобілів. Закономірність спрацьовує наступним чином: аби виграли всі, потрібно відмовитися від власного транспорту на користь громадського або альтернативних шляхів пересування. Інакше, якщо кожен мешканець Нью-Йорка чи Токіо буде користуватися власним авто, в цих містах рух просто зупиниться, адже йдеться про десятки мільйонів одиниць транспорту.

Список використаних джерел

1. Дані інформаційно-аналітичної групи AUTO-Consulting. URL <https://www.autoconsulting.com.ua/article.php?sid=48496>.
2. Загурський О. М. Конкурентноспроможність транспортно-логістичних систем в умовах глобалізації: інституціональний аналіз : монографія. Київ. ФОП О. В. Ямчинський, 2019. 373 с.

## ЗМІСТ

### Секція

#### *Стан та перспективи розвитку сучасної землеробської механіки*

НАУКОВА ШКОЛА З ЗЕМЛЕРОБСЬКОЇ МЕХАНІКИ

АКАДЕМІКА П. М. ВАСИЛЕНКА

*Войтюк Д. Г., Деркач О. П. .... 4*

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕНОЛОГІЙ МІНІМАЛЬНОГО ОБРОБІТКУ  
В УМОВАХ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ

*Дерев'янюк Д. А., Брушко В. В. .... 8*

ІННОВАЦІЙНА СПРЯМОВАНІСТЬ ПЕДАГОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗА  
УМОВ ІНТЕГРАЦІЇ АГРАРНОЇ ОСВІТИ, НАУКИ ТА ВИРОБНИЦТВА НА  
ЗАСАДАХ ВЧЕННЯ

АКАДЕМІКА П. М. ВАСИЛЕНКА

*Пришляк В. М. .... 9*

### Секція

#### *Механіко-технологічні процеси, робочі органи та машини для рослинництва*

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СИСТЕМ  
КРАПЕЛЬНОГО ЗРОШЕННЯ ВИНОГРАДНИКІВ

*Журавель Д. П. .... 13*

МЕХАНІЗАЦІЯ ВИДАЛЕННЯ НАСІННЄВИХ СУЦВІТЬ ОЗИМОГО  
ЧАСНИКУ

*Волянський М. С., Супрун М. Ю. .... 16*

ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ ПЛОДІВ  
ПРИ ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНИХ РОБОТАХ

*Мартишко В. М. .... 20*

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ПНЕВМАТИЧНОГО ЩІЛИННОГО РОЗПИЛЮВАЧА <i>Міненко С. В., Куликівський В. Л., Рибак О. О.</i> .....	24
РІЗАННЯ СІЛЬСЬКОГОПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР В ПРОЦЕСІ СКОШУВАННЯ <i>Міненко С. В., Сторчак В. І.</i> .....	28
ПОКАЗНИКИ І УМОВИ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА <i>Михайлов Є. В., Задосна Н. О.</i> .....	31
ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПРОЦЕСУ ДОЗУВАННЯ НАСІННЯ ТЕХНІЧНИХ КУЛЬТУР <i>Попик П. С.</i> .....	32
ПНЕВМОМЕХАНІЧНИЙ АПАРАТ З АКТИВНОЮ КОМІРКОЮ СПРЯМОВАНОЇ ДІЇ <i>Попик П. С.</i> .....	34
ОЧИЩЕННЯ НАСІННЯ ЦУКРОВОГО БУРЯКА ВІД ДИКОЇ РЕДЬКИ НА ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ НАСІННЄОЧИСНИХ МАШИНОЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ЗВОЛОЖЕННЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ <i>Головченко Г. С.</i> .....	36
ҐРУНТООБРОБНА ТЕХНІКА ВІТЧИЗНЯНОГО ВИРОБНИЦТВА <i>Сокол А. О., Калнагуз О. М.</i> .....	39
ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВНЕСЕННЯ ДОБРІВ ТА ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН <i>Безсмертний О. В., Гордійчук О. Ю., Андросович О. І.</i> .....	41
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ДЕЗІНТЕГРАЦІЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ З ОТРИМАННЯМ БІОБУТАНОЛУ <i>Братішко В. В., Шульга С. М., Тігунова О. О.</i> .....	42
ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ КОМБІНОВАНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ STRIP-TILL ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ <i>Середа Л. П., Ковальчук Д. А.</i> .....	46

АНАЛІЗ ГРАВІТАЦІЙНОЇ ПОДАЧІ ДИСПЕРСНОЇ БІОМАСИ НА ТЕХНОЛОГІЧНУ ОБРОБКУ <i>Єременко О. І., Руденко Д. Т.</i> .....	49
ТРАЄКТОРІЯ РУХУ ХЛІБНОЇ МАСИ В АКСІАЛЬНО-РОТОРНОМУ МОЛОТИЛЬНОМУ-СЕПАРУВАЛЬНОМУ ПРИСТРОЇ <i>Доценко М. І., Мартишко В. М.</i> .....	51
АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ҐРУНТУ ПІД СІВБУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ <i>Кобзар О. М., Мартишко В. М.</i> .....	52
ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВІДЦЕНТРОВОГО РОЗПОДІЛЬНИКА МАШИН ДЛЯ ВНУТРІШНЬОҐРУНТОВОГО ЛОКАЛЬНОГО ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ <i>Онищенко В. Б., Девятко О. С., Назаренко К. Ю., Ратушний В. В.</i> ....	53
МЕХАНІЗОВАНИЙ ОБРОБІТОК ҐРУНТУ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН <i>Прилуцький І. О., Губенко А. С., Токовчук О. М.</i> .....	56
АНАЛІЗ ЗАДАЧІ АДАПТАЦІЇ РЕЖИМІВ РОБОТИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН <i>Смолінський С. В.</i> .....	57
ОБҐРУНТУВАННЯ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АГРЕГАТУ ДЛЯ ЗБИРАННЯ КАРТОПЛІ <i>Смолінський С. В.</i> .....	59
КЛАСИФІКАЦІЯ ПОВІТРЯНИХ СЕПАРАТОРІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ НАСІННЯ СОНЯШНИКА <i>Колодій О. С., Черкун В. В.</i> .....	62
ПРОДУКТИВНІСТЬ РОБОТИ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ AGRAS T16 <i>Холодюк О. В.</i> .....	64

## Секція

### Механіко-технологічні процеси, робочі органи та машини для тваринництва

#### ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ТЕХНІКИ ДЛЯ ГОДІВЛІ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

*Болтянська Н. І., Болтянський О. В.* ..... 69

#### ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОЗДАВАННЯ КОРМІВ НА ФЕРМАХ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

*Болтянський Б. В.* ..... 72

#### ОСНОВНІ СПОСОБИ ПЕРЕРОБКИ ПЕРЕПЕЛИНОГО ПОСЛІДУ В ОРГАНІЧНЕ ДОБРИВО

*Комар А. С.* ..... 76

#### ВИЗНАЧЕННЯ МУДРОЇ ТВАРИННИЦЬКОЇ ФЕРМИ

*Ребенко В. І.* ..... 79

#### ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА ЧЕРЕЗ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ

*Серебрякова Н. Г., Скляр Р. В., Болтянська Н. І.* ..... 80

#### ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА ТВАРИННИЦЬКИХ ФЕРМАХ

*Скляр О. Г., Болтянська Н. І., Непарко Т. А.* ..... 83

#### НАПРЯМКИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У ТВАРИННИЦТВІ

*Скляр О. Г., Скляр Р. В., Болтянська Н. І.* ..... 86

#### НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИДАЛЕННЯ ТА УТЕЛІЗАЦІЇ ГНОЮ

*Сухоручкін І. І., Ачкевич О. М.* ..... 90

#### ПІДВИЩЕННЯ ВИХОДУ БІОГАЗУ ПРИ ЗБРОДЖУВАННІ ГНОЮ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ З ВІДХОДАМИ ВИНОРІБНИХ ВИРОБНИЦТВ В БІОГАЗОВИХ УСТАНОВКАХ

*Поліщук В. М.* ..... 91

ФОРМУВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННІ ДЛЯ УТРИМАННЯ ТВАРИН ТА ПТИЦІ ЗА ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ПОКРІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ <i>Заболотько О. О., Жарий І. Я. ....</i>	<i>94</i>
ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ЗАТОЧУВАННЯ РІЗУЧИХ ПАР СТРИГАЛЬНИХ МАШИНОК <i>Ребенко В. І. ....</i>	<i>98</i>
ОСОБЛИВОСТІ ПРИВОДА РОБОЧИХ ОРГАНІВ ВИВАНТАЖУВАЧІВ СТЕБЛОВИХ КОРМІВ НАПІРНОГО ТИПУ <i>Останчук О. О. ....</i>	<i>102</i>
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ АДАПТИВНОГО ГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДА МЕХАНІЗМУ ДЛЯ ВІДРІЗАННЯ ТА ВИВАНТАЖЕННЯ СТЕБЛОВИХ КОРМІВ <i>Руткевич В. С. ....</i>	<i>103</i>
ДО ПИТАННЯ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ВИДІВ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ В КИЇВСЬКІЙ ОБАЛІСТІ <i>Опалко В. Г., Криворучко А. А. ....</i>	<i>104</i>
КОНЦЕПЦІЯ РОЗВИТКУ КРУГЛИХ ПРИМІЩЕНЬ ДЛЯ УТРИМАННЯ КІЗ <i>Хмельовський В. С. ....</i>	<i>106</i>
ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗПРК ЗА КЕРІВНИМИ МАТЕРІАЛАМИ НА ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЮ <i>Новицький А. В. ....</i>	<i>109</i>
УЩІЛЬНЕННЯ ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ АГРЕГАТА З САМОВПОРЯДКОВАНИМ РОТОРОМ НА ГІДРАВЛІЧНОМУ СТЕНДІ <i>Горовий С. О. ....</i>	<i>110</i>

## Секція

### Технічний сервіс та інженерний менеджмент

METHODS OF ORGANIZATION OF PRODUCTION PROCESSES OF RESTORATION OF WORKING MACHINERY FOR FORESTRY TECHNICAL WORKS <i>Liudmyla Titova</i> .....	114
TECHNICAL PARAMETERS OF TECHNICAL CONTROL OF SELF- PROPELLED SPRAYERS <i>Iryna Liubchenko</i> .....	116
МЕТОДИ ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ПОВЕРХНЕВО ПЛАСТИЧНИМ ДЕФОРМУВАННЯМ <i>Паніна В. В.</i> .....	118
METHODOLOGY OF PERFORMANCE OF TECHNOLOGICAL OPERATIONS OF RESTORATION OF WORKING CAPACITY OF AGRICULTURAL MACHINES AT LIMITED RESOURCES <i>Ivan Rogovskii</i> .....	121
ARCHITECTURE AND ANALYSIS OF MECHANISMS OF ENGINEERING MANAGEMENT OF MULTIAGENT SYSTEM OF GRAIN HARVESTING <i>Ihor Sivak</i> .....	124
VIBRATION ENERGY OF BOLT FASTENERS OF AGRICULTURAL TECHNIQUE <i>Yaroslav Mykhailovich, Andriy Rubets</i> .....	126
СУЧАСНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ТА ЗНОСОСТІЙКОСТІ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН <i>Борак К. В., Ващук Ю. В.</i> .....	130
ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ВІТЧИЗНЯНИХ І ЗАРУБІЖНИХ ОБ'ЄМНИХ ГІДРОПРИВОДІВ <i>Міненко С. В., Козир А. І.</i> .....	133

ВПЛИВ ВОДИ НА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ І ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ  
ВЛАСТИВОСТІ ПАЛИВА

*Савченко В. М., Савченко Л. Г., Літвінець В. М. .... 136*

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ УТИЛІЗАЦІЇ  
МИЮЧИХ РОЗЧИНІВ ЦЕХУ РЕМОНТУ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

*Чернишова Л. М., Мовчан С. І., Парахін О. О. .... 139*

ДЕТЕРМІНОВАНИЙ ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ ПРОПУСКНОЇ  
ЗДАТНОСТІ ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ  
БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ

*Фришєв С. Г., Волоха М. П., Ікальчик М. І. .... 140*

ЗАХИСТ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ  
ПРИ ЗБЕРІГАННІ

*Матушевський Я. Л., Ніконенко І. І. .... 143*

СПОЖИВЧІ ЯКОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН  
ТА МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЗА РАНГОМ

*Яремчук Т. О., Вівтоненко О. А., Надточій О. В. .... 144*

СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ РУХОМ  
ПОЛЬОВИХ АГРЕГАТІВ

*Сіренко Ю. В., Калнагуз О. М. .... 146*

ВИЗНАЧЕННЯ НОРМ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ  
ЗАЛЕЖНО ВІД НАЯВНОСТІ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН  
В ҐРУНТІ

*Бондар Д. С., Ничай В. І., Надточій О. В. .... 150*

ШВИДКОПЛИННІ СІВОЗМІНИ ТА ВИБІР ПОПЕРЕДНИКІВ

*Глоба В. Є., Іванов Б. О., Надточій О. В. .... 153*

GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF DEALER CENTERS  
OF SERVICE SUPPORT OF GRAIN HARVESTERS OF UKRAINE

*Irina Savchenko .... 156*

FEATURES OF ENGINEERING GRAPHICS IN ERGONOMICS  
OF MOBILE ENERGY CABINS

*Svitlana Prikhodko .... 158*



ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВНЕСЕННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ В УКРАЇНІ	
<i>Опалко В. Г., Шалієвський В. С. ....</i>	<i>160</i>
АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВНЕСЕННЯ РІЗНИХ ВИДІВ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ В УКРАЇНІ	
<i>Опалко В. Г., Марійко В. С. ....</i>	<i>162</i>
ФОРМУВАННЯ МОДЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ЇХ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	
<i>Опалко В.Г., Яськов С. А. ....</i>	<i>164</i>

### *Секція*

#### *Автоматизація, ІТ та енергетика в АПК*

МОБІЛЬНИЙ РОБОТ ФІТОМОНІТОРИНГУ В ПРОМИСЛОВІЙ ТЕПЛИЦІ	
<i>Лисенко В. П., Болбот І. М., Болбот А. І. ....</i>	<i>167</i>
СТАН РОЗВИТКУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ СЬОГОДЕННЯ	
<i>Юрченко О. Ю. ....</i>	<i>170</i>
СПОСІБ РОЗГОНУ ТА ГАЛЬМУВАННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНА ЧАСТОТНИМ ПЕРЕТВОРЮВАЧЕМ	
<i>Юрченко О. Ю. ....</i>	<i>171</i>
ЗНАЧЕННЯ ВОДЯНОЇ ПАРИ ДЛЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	
<i>Сіренко Ю. В. ....</i>	<i>173</i>

### *Секція*

#### *Інновація аграрної освіти, науки, виробництва*

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ	
<i>Болтянський О. В., Болтянська Н. І. ....</i>	<i>177</i>

НАУКОВА ОРГАНІЗАЦІЯ ПРАЦІ ТА ВИРОБНИЦТВА ЯК ОСНОВА ДЛЯ РОЗРОБЛЕННЯ ПЛАНУВАЛЬНИХ РІШЕНЬ <i>Дашивець Г. І., Паніна В. В.</i> .....	180
ПРО КЛАСИФІКАЦІЮ ШЕСТЕРЕННИХ МАСЛЯНИХ НАСОСІВ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ НА БАЗІ СПІВВІДНОШЕННЯ РОЗМІРІВ ШЕСТЕРЕНЬ <i>Стефановський О. Б., Болтянський О. В.</i> .....	183
СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ТРАКТОРНИХ КАБІН <i>Грабар І. Г., Бондар А. В.</i> .....	186
ЕЛЕКТРОННО-МІКРОСКОПІЧНИЙ АНАЛІЗ ПОВЕРХНІ СТАЛІ 65Г ПІСЛЯ ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНОЇ ОБРОБКИ <i>Добранський С. С., Бучко І. О.</i> .....	190
ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТУВАННЯ В ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ <i>Загурський О. М.</i> .....	193
ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ В ЛОГІСТИЦІ АПК <i>Загурський О. М.</i> .....	196
ПРОБЛЕМИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОГО ТРАВМАТИЗМУ СЕРЕД ДІТЕЙ ТА МОЛОДІ В ЄВРОПІ <i>Шатківська Ю. В., Колосок І. О.</i> .....	198
ЗАЛЕЖНІСТЬ РІВНЯ СМЕТРНОСТІ ВІД ВІКУ ТА ХАРАКТЕРУ УЧАСТІ У ДОРОЖНЬОМУ РУСІ <i>Краснощок В. В., Колосок І. О.</i> .....	200
ПРИЧИНИ СХИЛЬНОСТІ ДІТЕЙ І МОЛОДІ ДО РИЗИКУ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОГО ТРАВМАТИЗМУ <i>Жураковська Т. С., Колосок І. О.</i> .....	202
ФАКТОРИ РИЗИКУ, ЯКІ ПІДВИЩУЮТЬ ВІРОГІДНІСТЬ ОТРИМАННЯ ТРАВМ В РЕЗУЛЬТАТІ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД <i>Кисилічина К. О., Колосок І. О.</i> .....	203
СТРАТЕГІЇ ВИКОРИСТАННЯ ЗАХИСНИХ ШОЛОМІВ <i>Щербак О. В., Колосок І. О.</i> .....	204

ОБРОБКА ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН  
НАКЛЕПОМ

*Савченко В. М., Кукал Д. А., Новицький О. Р., Бугайчук В. В.,  
Примак М. А. .... 206*

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРИЙОМИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ  
ДЕТАЛЕЙ МАШИН, ЗМІЦНЕНИХ МІКРОДУГОВИМ  
ОКСИДУВАННЯМ

*Сукманюк О. М., Шуляр І. В., Росковинський Д. О. .... 208*

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ГРОМАДСЬКОГО  
ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ В УКРАЇНІ

*Максимчук В. Я. .... 211*

ЗАХОДИ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТІВ  
ВІД ДІЮЧИХ НАВАНТАЖЕНЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ  
ТЕХНІКИ

*Савченко В. М., Мацюк І. В. .... 213*

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ  
ПІЛЬГОВИХ КАТЕГОРІЙ НА МІЖОБЛАСНОМУ МАРШРУТІ

*Савченко І. С. .... 215*

ПАСАЖИРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ В УКРАЇНІ ТА ЇХ АНАЛІЗ

*Соколюк Л. М., Сліпуха Т. І. .... 217*

СПОСОБИ ПЛАЗМОВОГО ПОВЕРХНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ

*Савченко В. М., Сутковий О. В., Шлярчук Ю. П., Некрашевич Д. Ю.,  
Павлюк І. В. .... 219*

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОШКОДЖЕННЯ ЗРАЗКІВ  
МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ МЕТОДОМ ОПТИЧНОГО  
СКАНУВАННЯ ПОВЕРХНІ

*Писаренко Г. Г., Войналович О. В., Майло А. М., Писаренко С. Г. .... 223*

ПРОБЛЕМИ ОЦІНЕННЯ ПРОФЕСІЙНОГО РИЗИКУ  
НА МЕХАНІЗОВАНИХ ПРОЦЕСАХ У СІЛЬСЬКОМУ  
ГОСПОДАРСТВІ

*Войналович О. В., Андрієнко В. І. .... 225*

ПЕРЕУЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТУ КОЛІСНИМИ РУШІЯМИ

*Білецький В. Р., Можарівський І. В. .... 227*

НАНЕСЕННЯМ ЗНОСОСТІЙКИХ ПОКРИТЬ НА РОБОЧІ ОРГАНИ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН <i>Паладійчук Ю. Б., Телятник І. А.</i> .....	228
ЩОДО УПРАВЛІННЯ ПОТОКАМИ В ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ <i>Загурський О. М.</i> .....	231
ІКТ В САМОСТІЙНІЙ РОБОТІ ПРИ ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ ВНЗ <i>Колодій О. С., Сушко О. В.</i> .....	234
ЗНОСОСТІЙКІСТЬ І ПРОТИЗАДИРНА СТІЙКІСТЬ ЗУБЧАТИХ КОЛІС <i>Ярош Я. Д., Ткачук О. Б.</i> .....	237
ЩОДО ПРОБЛЕМИ ЗАТОРІВ У КИЇВІ <i>Кулібаба О. В.</i> .....	239

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ  
XXII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
"Сучасні проблеми  
землеробської механіки"  
(16–18 жовтня 2021 року)  
присвячену 121-річчю з дня народження академіка  
Петра Мефодійовича Василенка

*Відповідальні за випуск:*

*І.Л. Rogovskiy* – професор кафедри технічного сервісу та  
інженерного менеджменту імені  
М. П. Момотенка НУБіП України.

*Редактор – І. Л. Rogovskiy.*

*Дизайн і верстка – кафедра технічного сервісу та інженерного  
менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України.*

*Адреса – 03041, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 12<sup>б</sup>, НУБіП  
України, навч. корп. 11, кімн. 208.*

---

Підписано до друку 15.10.2021. Формат 60×84 1/16.  
Папір Maestro Print. Друк офсетний. Гарнітура Times New Roman  
та Arial. Ум.-друк. арк. 14,42. Наклад 150 прим.  
Зам. № 18-10 від 12.10.2021.  
Видавець ПП Лисенко М.М.  
16600, м. Ніжин Чернігівської області,  
вул. Шевченка, 26в. Тел.: (067) 441 21 24  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців,  
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції  
серія ДК № 2776 від 26.02.2007 р.

---

© НУБіП України, 2021  
© ВП НУБіП України «НАТІ», 2021

---