МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ВП НУБІП УКРАЇНИ «НІЖИНСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

# ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБАЛАНСОВАНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

## ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

Ніжин,
24-25 березня 2016 року

УДК 631.17
ББК 4ф
І-66

Друкується за рішенням Вченої ради ВП НУБіП Україні «Ніжинський агротехнічний інститут» від 31.03.2016 протокол №8.

До збірника включені праці науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів та студентів Ніжинського агротехнічного інституту, Національного університету біоресурсів і природокористування України, наукових установ НААН України, навчальних закладів України і зарубіжжя, у яких наведені результати конструкторських, теоретичних, експериментальних досліджень машин та засобів для механізації і автоматизації агропромислового виробництва, нових технологій у енергетиці та природокористуванні. Також у збірнику представлені матеріали доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології збалансованого природокористування в агропромисловому виробництві», що відбулась 24–25 березня 2016 року у ВП НУБіП Україні «Ніжинський агротехнічний інститут».

Редакційна колегія: В. С. Лукач (науковий редактор); С. В. Толочко (заступник наукового редактора); М. М. Скрипник; М. О. Демидко; О. І. Литвинов; В. І. Василюк; І. І. Махмудов; М. І. Ікальчик, М. М. Муквич.

І-66 Інноваційні технології збалансованого природокористування в агропромисловому виробництві : зб. матер. Міжнар. наук.-практ. конф. (24-25 березня 2016 року, м. Ніжин) / За наук. ред. В. С. Лукача [та ін.]. — Ніжин, 2016. — 320 с.

Відповідальність за інформацію, подану в науковому дослідженні, несуть автори статей.

© ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»
© автори статей

# Зміст

**Секція 1 Сучасні тенденції використання технологій та техніки для виробництва продукції АПК** 7

Брижатий І.Ю., Волик Б.А.
Експериментальні дослідження дискаторів з пружними стояками різної конструкції . . . . . 8

Вірьовка М.І., Махмудов І.І.
Сировинна база для виробництва дизельного біопалива . . . . . 14

Вітрух П.І.
Агрегат для внесення мінеральних добрів . . . . . 20

Гавриш В.І., Скорбілін П.Г., Шпорталюк І.Г.
Обґрунтування використання утилізаційної водо-аміачної холодильної машини для покращення техніко-економічних показників двигунів комбайнів . . . . . 24

Гавриш В.І., Щерьодін І.І.
Резерви покращення економічності двигунів . . . . . 31

Гайденко О.М.
Технічні рішення для виробництва твердого біопалива . . . . . 36

Гайденко О.М., Кернасюк Ю.В.
Технологічні засоби для підвищення ефективності механізації годівлі ВРХ в умовах Кіровоградської області . . . . . 51

Дейнека С.М.
Технологічні прийоми отримання раннього врожаю овочевих культур 59

Ікальчик М.І.
Обґрунтування застосування однотипної годівлі корів . . . . . 67

Ікальчик М.І., Боровик В.В.
Аналіз технологій переробки м’яса . . . . . 72

Караєв О.Г.
Обґрунтування способу визначення показників водної ерозії ґрунтів на зрошуваних землях сільськогосподарського призначення . . . . . 78

Кирилов Ю.Є., Грановська В.Г.
Розвиток аграрного сектору економіки України в умовах четвертої промислової революції . . . . . 84

Козаченко Н.В., Нещерет Б.І.
Показники роботи ударно-відцентрового стенду при подрібненні різних видів зернофуражу . . . . . 90
Коновий А.В.
Огляд конструкцій робочих органів сівалок для мінімальної і No-Till технології . . . . . 93
Кудринецький Р.Б.
Система технологічних та експлуатаційно-технічних вимог до сільськогосподарської техніки . . . . . 98
Кушнарьов С.А., Білан Ю.Д.
Історія розвитку крапельного зрошення в Україні . . . . . 106
Кушнарьов С.А., Гузяренко П.С.
Місце польових досліджень . . . . . 111
Лавська Н.В.
Сучасні адаптативні технології вирощування сільськогосподарських культур . . . . . 117
Лисенок В.В., Василюк В.І.
Про підбір пружин для вальців льонотеркового апарата . . . . . 123
Лукач В.С., Кульгейко О.М., Василюк В.І.
Удосконалення процесу подрібнення зерна . . . . . 128
Лукач В.С., Махмудов І.І.
Підготовка та підвищення кваліфікації інженерно-технічних кадрів і механізаторів широкого профілю . . . . . 132
Макаренко В.Д., Козаченко Н.В.
Дослідження корозійних пошкоджень трубопроводів з епоксидним покриттям на бурякоцукрових підприємствах . . . . . 135
Марченко Д.Д.
Экспериментальные исследования эффективности влияния технологии обкатывания стальных деталей на контактную прочность . . . . 142
Петренко І.В., Козаченко Н.В.
Вплив конструктивно-технологічних параметрів молоткових дробарок і фізико-механічних властивостей кормових матеріалів на процес подрібнення . . . . . 148
Рудик В.М.
Підвищення зносостійкості дисків зернової сівалки . . . . . 153
Теслюк В.В., Барановський В.М., Мартинюк М.М.
Актуальність Обґрунтування гвинтово-вальцевого очисника вороху кормових буряків . . . . . 157
Теслюк В.В., Барановський В.М., Теслюк В.В.
Актуальність мінімалізації передпосівного обробітку грунту під сівбу цукрових буряків . . . . . 159
Теслюк В.В., Барановський В.М., Теслюк В.В.
Технічне забезпечення біотехнології виробництва мікобіопрепаратів органічного землеробства . . . . . 161

Хмельовський В.С., Ачкевич О.М.
Технологічна схема виробництва високоенергетичної кормової суміші 163
Човнюк Ю.В., Дяченко Л.А.
Исследование эффекта давления волн во время работы волновых транспортёров . . . . . 169
Шейко Л.О., Піщулін Д. С.
Зарубіжний досвід ремонту та технічного обслуговування сільськогосподарської техніки . . . . . 171
Ярохно Я.В., Махмудов І.І.
Огляд конструкцій посівних агрегатів . . . . . 176

**Секція 2 Проблеми транспортних технологій в аграрному секторі економіки 179**

Овчар П.А.
Підвищення ефективності функціонування пасажирських перевезень 180
Савченко Л.А.
Впровадження логістичної моделі транспортного обслуговування споживачів в сільському господарстві . . . . . 186

**Секція 3 Новітні електротехнології в агропромисловому виробництві 193**

Герасименко В.П., Майбородіна Н.В.
Аналіз вимірювання струму витоку в мережі 0,38 кВ на прикладі різних видів навантаження . . . . . 194
Ковальов О.В., Кучеренко Д.В.
Математична модель вентильної індукторної машини . . . . . 198
Котов Б.І., Калініченко Р.А., Курганський О.В.
Інтенсифікація процесів нагріву і охолодження зерноматеріалів в установках типу – пневмотруба . . . . . 205
Котов Б.І., Спірін А.В., Деркач В.В.
Математична модель динаміки зволоження повітря розпиленою водою 211
Котов Б.І.,Степаненко С.П., Швидя В.О.
Врахування розподіленості параметрів при моделюванні динамічних режимів сушарок сільськогосподарських матеріалів . . . . . 219
Литвинов О.І., Назаренко О.О.
Рівняння Лагранжа-Максвелла для електромеханічних систем . . . . 226
Пилипака С.Ф., Муквич М.М.
Аналітичний опис ізотропних кривих, які лежать на поверхнях обертання, при утворенні мінімальних поверхонь . . . . . 233
Скрипник М.М.
Діагностування обладнання в АПК . . . . . 240

**Секція 4 Актуальні питання охорони праці в агропромисловому виробництві 247**

Афонченко Р.А., Беликов А.С., Шаломов В.А.
Оценка вклада источников ионизирующих излучений в эффективную дозу облучения человека . . . . . 248
Бєліков А.С., Налисько М.М., Голянич І.А.
Дослідження параметрів згасання ударної повітряної хвилі у довгих каналах . . . . . 258
Дем'яненко Л.В., Корма О.М., Мельников С.В.
Інвазії інтродукованих лісових порід в урбанізованих ландшафтах Східного Полісся . . . . . 267
Жигулін О.А.
Конкурентоспроможні методи управління охороною праці . . . . . 272
Жигулін О.А.
Управління ліквідацією пожежі на елеваторі . . . . . 278
Заболотній О.А.
Система охорони праці в агропромисловому комплексі . . . . . 288
Лукач В.С., Жигулін О.А.
Показник ефективності системи управління охороною праці на сільськогосподарському підприємстві . . . . . 296
Твердохлеб В.Р., Шаломов В.А., Беликов А.С.
Влияние компонентов огнезащитной композиции на величину вспучивания покрытия и теплофизические свойства при высокотемпературном воздействии . . . . . 300
Шейко Н.В.
Моделювання ризиків на виробничих процесах агропромислового комплексу . . . . . 311
Шейко Н.В., Прокопович П.І.
Започаткування системи безпечного випробовування сільськогосподарської техніки . . . . . 315

# Секція 1

## Сучасні тенденції використання технологій та техніки для виробництва продукції АПК

**УДК 631.31.**

# ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИСКАТОРІВ З ПРУЖНИМИ СТОЯКАМИ РІЗНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

**Брижатий І.Ю.[1], Волик Б.А.[2]**

[1] аспірант, Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпропетровськ, Україна, ivan19@list.ru

[2] к.т.н, доцент, Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпропетровськ, Україна

*В роботі розглянуті результати польових досліджень дискаторів з двома варіантами виконання пружних стояків : з перегином і без перегина робочої ділянки у поперечно-вертикальній площині. Суть проблеми полягає в тому, що перший варіант стояка генерує автоколивання у повздовжно- і поперечно-вертикальних площинах, тоді як другий – тільки у повздовжно- вертикальній.*

*Питання повстало у зв'язку з тим, що перехід в землеробстві на системи No-Till та Mini-Till потребує терміну 2 – 3 роки і в цей період спостерігається інтенсифікація забур'яненості. Задача грунтообробного робочого органу полягає в тому, щоб максимально посікти рослинні рештки і заорати їх на глибину 8 – 10 см.*

*Дискатор найбільш ефективно справляється з цією задачею, але стояки дисків генерують коливання, які не завжди сприяють інтенсифікації процесу. Тому, виконані нами дослідження спрямовані саме на оптимізацію параметрів цих коливань.*

*Ключові слова : дискатор, пружний стояк, поверхневий обробіток, забур'яненість*

**Постановка проблеми.** Перехід від традиційної технології вирощування сільськогосподарських культур, яка передбачає оранку, до No-Till та Mini-Till
супроводжується на першому етапі підвищеною забур'яненістю плантації. Одночасно з цим, у поверхневому шарі (8 – 10 см) необхідно інтенсивно формувати шар з мульчі. Дискатор як найкраще підходить для цієї операції, особливо у варіанті кріплення дисків на пружних стояках.

Експлуатація дискових робочих органів в умовах підвищеної засміченості бур'янами потребує ретельного підбору пружності

стояка. Якщо пружність обрана вірно, то створюється оптимальний режим різання з ковзанням. Якщо ні, то виникаючі автоколивання будуть навпаки погіршувати режим різання. Окрім неякісного виконання технологічного процесу часто це призводить до руйнування стояків. Тому, існує проблема обгрунтування та експериментального обгрунтування параметрів стояків.

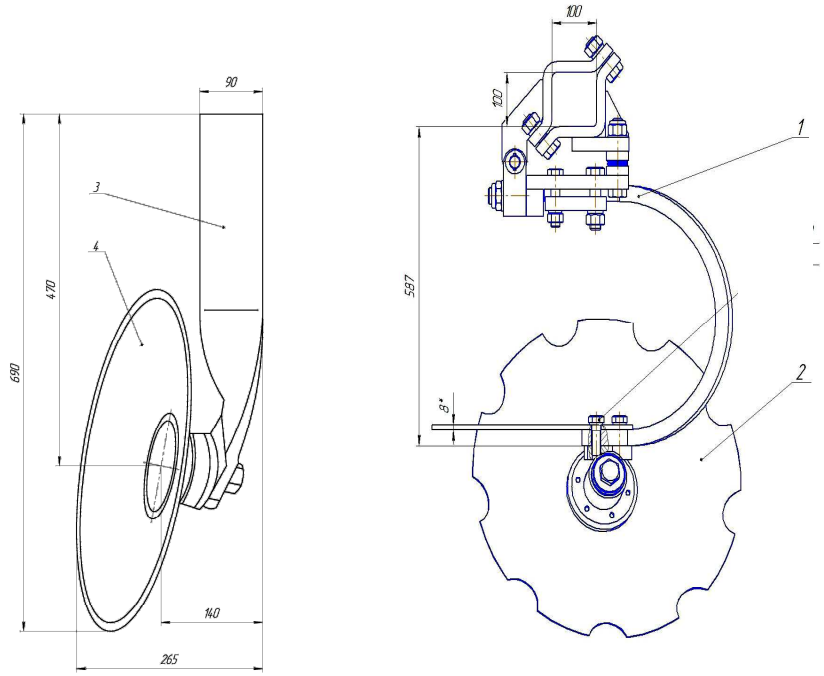
**Аналіз останніх досліджень і публікацій** показує, що в основному виконувались роботи по визначенню раціональних параметрів самого диска : діаметра, радіуса кривизни, кутів постановки до напрямку руху α і вертикалі β [2,4,5,6,9]. Пружні властивості стояка розглядались з точки зору подолання сторонніх включень у грунті. Режим роботи диска вважався і вважається режимом різання з ковзанням, бо диск обертається. І це безумовно є справедливим. Проте, рядом дослідників [4,6,8] було відмічене, що коливання, які виникають в процесі роботи диска з пружним стояком впливають на його режим роботи. Так, на різке збільшення тягового опору при виникненні режиму резонансних коливань вказує А.П. Слободюк [8].

Існує два основних різновиди пружних стояків : з перегином і без перегина робочої ділянки у поперечно-вертикальній площині. Різниця в їх роботі полягає в тому, що перший варіант стояка генерує автоколивання у повздовжно- і поперечно-вертикальних площинах, тоді як другий – тільки у повздовжно-вертикальній. Це є принциповим моментом бо змінює напрямок результуючої загальної реакції диска.

На ділянках з підвищеною засміченістю бур'янами в грунті виникає явище, яке можна порівняти з армуванням. Такий грунт має більший опір на зсув і зминання, має більші коефіцієнти внутрішнього і зовнішнього тертя. Вплив такого явища на роботи дискатора вивчений недостатньо. Тому, проблема раціоналізації його параметрів існує.

**Мета досліджень –** підвищення ріжучої спроможності дисків дискатора шляхом обгрунтування раціональних параметрів пружного стояка дисків.

**Виклад основного матеріалу**. Дослідження проводились з використанням двох серійних стояків : з перегином (рис.1,а) і без перегина (рис.1,б) робочої ділянки у поперечно-вертикальній площині.




*а* *б*

Рисунок 1 – Прийняті в дослідженнях варіанти стояків диска : *а* – з перегином у поперечно-вертикальній площині ; *б* – без перегину

Польові експерименти виконані з використанням вимірювального візка (рис.2) виробництва ДП «Гуляйпільський механічний завод» ПАТ «Мотор-Січ» [7].

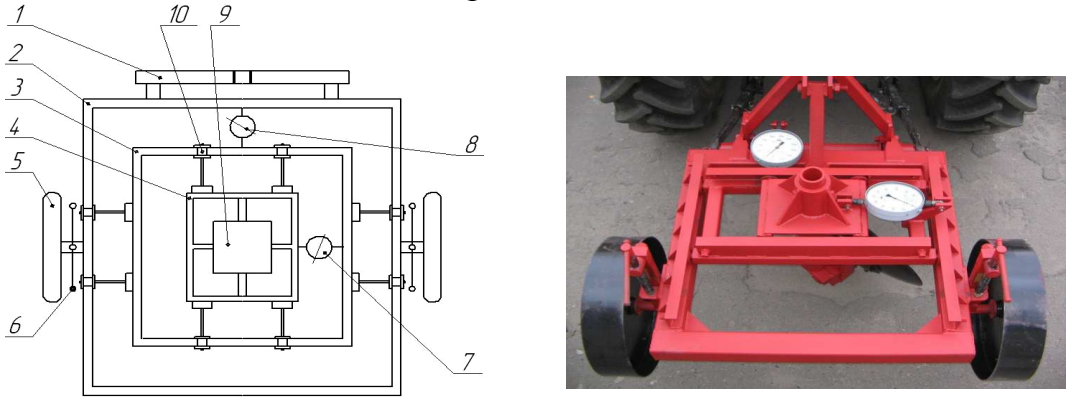



Рисунок 2 - Схема вимірювального візка для визначення складових тягового опору диска:

1 – навіска; 2 – рама основна; 3 – рама рухома повздовжня; 4 – рама рухома поперечна; 5 – колесо опорне; 6 – механізм регулювання глибини заглиблення; 7 – динамометр поперечної складової; 8 – динамометр повздовжньої складової; 9 – плита для кріплення досліджуваного робочого органа; 10 – ролик опорний.

Установка працює наступним чином.

Тензометричний візок навішується на навіску трактора і піднімається транспортне положення. До плити 9 начіпляють досліджуваний робочий орган і встановлюють початкові кути до напрямку руху і вертикалі. Після цього візок опускають і механізмом 6 встановлюють необхідну глибину ходу. Методика встановлення глибини ходу традиційна, аналогічна тій, що використовується при встановленні глибини ходу лемішного плуга, але визначається по осі диска.

Обирається ділянка плантації, яка візуально найбільш однорідна за складом грунту, не має сторонніх включень з рівною поверхнею. Візок протягується по ділянці. В процесі руху за допомогою системи тензодатчиків заміряють поперечну і повздовжну складові тягового опору. Додатково, для оперативного контролю встановлені динамоветри 7 та 8. Для зменшення амплітуди коливань стрілок в динамометрах передбачені гумові амортизатори коливань.

Частоту коливань визначали за допомогою вібродатчика, який кріпився до стояка диска в нижній частині. Безпосередній підрахунок частоти визначався частотоміром. В зележності від напрямку кріплення вібродатчика існує можливість заміряти повздовжні горизонтальні і вертикальні коливання. Поперечні коливання є шкідливими, тому просто фіксувався факт їх наявності, чи відсутності.

Результати замірювання представлені табл.1.

Таблиця 1 – Заміряні значення швидкості руху, тягового опору і частоти коливань по варіантам виконання стояків у відповідності до схеми на рис.1.

(діаметр диска 610 мм, глибина занурення 10 см, $\alpha = 40°$, $\beta = 26°$)

| Швидкість, км/год | Тяговий опір, кН | | Частота коливань, $с^{-1}$ | |
|---|---|---|---|---|
| | 1,*а* | 1,*б* | 1,*а* | 1,*б* |
| 2,23 | 0,34 – 0,37 | 0,34 – 0,37 | 2 – 4 | 3 – 4 |
| 6,38 | 0,34 – 0,38 | 0,35 – 0,38 | 6 – 8 | 5 – 8 |
| 9,28 | 0,37 – 0,41 | 0,36 – 0,38 | 10 – 14 | 9 – 11 |
| 13,34 | 0,48 – 0,53 | 0,40 – 0,43 | 17 – 21 | 19 –24 |
| 22,22 | 0,44 – 0,47 | 0,39 – 0,41 | 15 – 18 | 17 – 19 |

Якість розпушення грунту за результатами просіювання проб на решеті діаметром 10 мм приблизно однакова. Отримане значення коефіцієнта структурності знаходиться в межах $К_{СТ}$ = 0,38 – 0,44.

**Висновки.**

Обидві конструкції стояків показують хорошу працездатність в умовах підвищеної засміченості бур'янами. Амплітуда і частота коливань стояка зростають з збільшенням швидкості поступового руху.

Залежність тягового опору носить резонансний характер, що проявляється на швидкості поступового руху 13 – 15 км/год і частоті коливань 17 – 21 $с^{-1}$ для стояка з перегином і 19 – 24 $с^{-1}$ для стояка без перегину, але у другому випадку опір на 10 – 15 % менший. Таким чином, в умовах підвищеної засміченості бур'янами доцільніше використовувати стояк без перегину, тобто такий, що генерує тільки повздовжні коливання.

**Список використаних джерел**

1. *Бобровний Є.В.* Обгрунтування кінематичних параметрів робочих органів дискаторів для загортання рослинних решток, оброблених біодеструктором : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / *Є.В.Бобровний*. – Мелітополь, 2014. – 20 с.

2. Волик Б.А. Влияние углов установки дисков дискового плуга на структурно-агрегатный состав почвы и тяговое сопротивление орудия /Б.А.Волик, И.И.Махмудов, А.Н.Семенюта //Интеграция науки и производства – стратегия устойчивого развития АПК России в ВТО. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Победы в Сталинградской битве. 30 января – 1 февраля 2013 г. Волгоград. Том 2 – Волгоград ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2013. – С.108 – 113.

3. *Гуцол О.П.* Обгрунтування параметрів і режимів руху грунтообробних машин з дисковими робочими органами : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / *О.П.Гуцол* – Мелітополь, 2012. – 23 с.

4. *Мударисов С. Г.* Дисковые орудия с адаптирующимися рабочими органами / *С. Г. Мударисов* // Картофель и овощи.– 2005 - №4.– С.30 - 31.

5. *Павленко С.И.* Влияние угла постановки дисков дискового плуга на структурно – агрегатный состав почвы и тяговое

сопротивление орудия / [*Павленко С.И., Волик Б.А., Марениченко В.В., Семенюта А.Н.*] // Научно – технический прогресс в сельскохозяйственном производстве : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной ведучим ученым БГАТУ, создателям научной школы по автотракторостроению Д.А.Чудакову, В.А.Скотникову (Минск, 28 – 30 ноября 2013 г.) / под.общ. ред. И.Н.Шило. – Минск : БГАТУ, 2013. С.348 – 351.

6. *Семенюта А.М.* Основні результати досліджень дискового робочого органа для мінімального обробітку грунту / *А.М.Семенюта, Б.А.Волик, Г.В.Теслюк* – Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Природне агровиробництво в Україні : проблеми становлення, перспективи розвитку» (22-23 жовтня 2015 року), Дніпропетровськ, РВВ ДДАЕУ, 2015. – С.76-78.

7. *Семенюта А.М.* Обгрунтування конструктивної схеми, параметрів та режимів роботи дискового плуга: автореф. дис..на здобуття ступеня канд.. техн. наук / *А.М.Семенюта*. – Мелітополь, 2014. – 23 с.

8. *Слободюк А.П.* Модернизация конструктивной схемы крепления упругой стойки дискатора / *А.П. Слободюк*. – Проблемы механизации и электрификации сельского хозяйства : Материалы Всерос. науч. – практ. Интернет – конф., - Краснодар: Кубанский ГАУ, 2014. – С.11-17.

9. *Теслюк Г.В.* Вплив конструктивних і кінематичних параметрів дискового плуга на величину тягового опору і якість розпушення грунту / *Г.В.Теслюк, Б.А.Волик, І.Ю.Брижатий*. – Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти – Вип.3. – Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. – С.116-123.

**УДК 547.271:631.37**

# СИРОВИННА БАЗА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ДИЗЕЛЬНОГО БІОПАЛИВА

**Вірьовка М.І.**[1], **Махмудов І.І.**[2]

[1] старш. наук. співроб., Національний науковий центр "Інститут механізації та електрифікації сільського господарства" НААН України, смт. Глеваха, Україна

[2] канд. техн. наук., кафедра транспортних технології, експлуатації машин і технічного сервісу, ВП НУБіП «Ніжинський агротехнічний інститут», м. Ніжин, Україна

Як Україна так інші країни світу, що не мають достатніх родовищ нафти мають енергетичну залежність від країн-видобувників нафти, при цьому відсутня стабільна цінова політика нафтопродуктів. Наслідком такої залежності є пошук альтернативних видів енергії. Крім того, використання нафтопродуктів в якості палива для двигунів внутрішнього згоряння негативно впливає на екологічний стан навколишнього середовища. Одним з таких джерел є дизельне біопаливо на основі рослинних олій, що набуло широкого розповсюдження в країнах Євросоюзу, США та деяких країнах північної Америки (табл. 1).

Таблиця 1. Виробництво біодизельного палива в країнах Євросоюзу, США та деяких країнах північної Америки

| Країна | 2011г., тис.тон | 2012 г., тис.тон | 2013 г., тис.тон | 2014г., тис.тон | 2015 г., тис.тон |
|---|---|---|---|---|---|
| Австрія | 57 | 85 | 123 | 267 | 485 |
| Бельгія | - | 1 | 25 | 166 | 665 |
| Кіпр | - | 1 | 1 | 1 | 6 |
| Чехія | 60 | 133 | 107 | 61 | 203 |
| Данія | 70 | 71 | 80 | 85 | 140 |
| Естонія | - | 7 | 1 | 0 | 135 |
| Франція | 348 | 492 | 743 | 872 | 1980 |
| Німеччина | 1035 | 1669 | 2662 | 2890 | 5302 |
| Греція | - | 3 | 42 | 100 | 565 |
| Угорщина | - | - | 0 | 7 | 186 |
| Італія | 320 | 396 | 447 | 363 | 1566 |
| Англія | 9 | 51 | 192 | 150 | 726 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Латвія | - | 5 | 7 | 9 | 130 |
| Литва | 5 | 7 | 10 | 26 | 147 |
| Мальта | - | 2 | 2 | 1 | 8 |
| Польща | - | 100 | 116 | 80 | 450 |
| Португалія | - | 1 | 91 | 175 | 406 |
| Словаччина | 15 | 78 | 82 | 46 | 206 |
| Словенія | - | 8 | 11 | 11 | 67 |
| Іспанія | 13 | 73 | 99 | 168 | 1267 |
| Швеція | 1,4 | 1 | 13 | 63 | 212 |
| Болгарія | - | - | - | - | 215 |
| Фінляндія | - | - | - | - | 170 |
| **Всього по країнам Євросоюзу** | **1933,4** | **3184** | **4890** | **5713** | **16000** |
| **Країна** | **2012 г., млн. літрів** | **2013 г., млн. літрів** | **2014 г., млн. літрів** | **2015 г., млн. літрів** | |
| США | 94,5 | 283,5 | 2200 | - | |
| Аргентина | - | 25 | 50 | - | |
| Бразилія | - | - | - | 450 | |

Олія, як і всі жири, є хімічною сполукою гліцерину і жирних кислот (ненасичених – рідких або насичених – пластичних чи твердих). Утворення жирів відбувається за такою схемою:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Гліцерин*** | **+** | ***жирні кислоти*** | **→** | ***олія*** | **+** | ***вода*** |
| ***(1 молекула)*** | | ***(3 молекули)*** | | ***(1 молекула)*** | | ***(3 молекули)*** |

Жири, що утворюються за цією схемою, мають назву тригліцеридів. Із загальної кількості жирних кислот (близько 60) до складу рослинних олій в основному входить 6-8 кислот. В олії кислоти рівномірно розподілені в молекулах тригліцеридів. Тригліцериди є головним чином змішано-кислотними.

Основною сировинною базою для виробництва дизельного біопалива як в Україні так і в багатьох країнах Євросоюзу є ріпак, але враховуючи грунтово-кліматичні умови як Європи так і інших країн світу існує досить широка гама інших олійних культур, що можуть бути використані для виробництва дизельного біопалива.

*Олійні культури* – це рослини, які вирощують для одержання олії (рослинного жиру). Об’єднують однорічні та багаторічні рослини різних родин: складноцвітих – соняшник, сафлор; бобових – соя,

арахіс; маслинових – маслини; хрестоцвітих – ріпак, гірчиця, рижій та ін. Деякі з них тропічні дерева (кокосова та олійна пальми, какао, тунг та ін.). Більшість олійних культур накопичують жир в насінні та плодах, деякі, наприклад чуфа – в бульбах. Серед них є рослини, що дають твердий жир (пальми, какао, воскове дерево) та рідкий жир (маслина, тунг, трав'янисті рослини). Крім олійних культур, сировиною для отримання рослинного жиру (олії) є також насіння прядильних культур (бавовна, льон довгунець, коноплі), деякі ефіроолійні рослини (коріандр, кмин, аніс), плоди горіхових (грецький горіх, мигдаль, кедрова сосна та ін.).

Взагалі у світі існує понад 150 видів рослин, що здатні надати людству олію, а це шанс, який дозволяє регіонам самостійно вирішити проблему забезпечення паливом для дизельних двигунів внутрішнього згоряння та покращити екологічне становище навколишнього середовища. Перелік деяких рослин світу наведено в таблиці 2. Також в якості сировини для виробництва дизельного біопалива за даними вітчизняних і закордонних вчених можна застосовувати відпрацьовані рослинні олії харчової промисловості та підприємств загального харчування, тваринні жири та риб'ячий жир. Так, для виробництва дизельного біопалива в деяких країнах світу використовується: США - соя; Канада - канола (різновидність ріпаку); Індонезія, Філіппіни - пальмова та кокосова олія; Індія - ятрофа, (Jatropha); Африка - соя, ятрофа; Бразилія — рицинова олія; Італія – соняшник та ін.

Таблиця 2. Виробництво олії (рослинного жиру) із різної сировини з одного гектара землі за рік

| **Сировина** | **кг олії/га** | **літрів олії/га** |
|---|---|---|
| Кукурудза | 145 | 172 |
| Календула | 256 | 305 |
| Бавовна | 273 | 325 |
| Конопля | 305 | 363 |
| Соя | 375 | 446 |
| Льон | 402 | 478 |
| Лісовий горіх | 405 | 482 |
| Насіння гарбузу | 449 | 534 |
| Коріандр | 450 | 536 |
| Насіння гірчиці | 481 | 572 |
| Насіння рижію | 490 | 583 |
| Кунжут | 585 | 696 |

| | | |
|---|---|---|
| Сафлор красильний | 655 | 779 |
| Соняшник | 800 | 952 |
| Какао | 863 | 1026 |
| Арахіс | 890 | 1059 |
| Мак | 978 | 1163 |
| Ріпак | 1000 | 1190 |
| Олива | 1019 | 1212 |
| Кастор | 1188 | 1413 |
| Пекан | 1505 | 1791 |
| Жожоба | 1528 | 1818 |
| Ятрофа | 1590 | 1892 |
| Макадамія | 1887 | 2246 |
| Бразильський горіх | 2010 | 2392 |
| Чуфа | 2150 | 2456 |
| Авокадо | 2217 | 2638 |
| Кокос | 2260 | 2689 |
| Олійна пальма | 5000 | 5950 |
| Сальне дерево | 5500 | |
| Водорості | | 95000 |

В країнах Євросоюзу розпочали переробляти рослинні олії в дизельне біопаливо в 1992 році і в якості сировини в основному використовували ріпакову олію. Наприклад в 2004 в країнах Євросоюзу біля 80 % дизельного біопалива було вироблено на основі ріпакової олії, при цьому було використано приблизно третину врожаю ріпаку 2004 року. В кінці першого півріччя 2008 року в країнах Євросоюзу було побудовано 214 заводів по виробництву дизельного біопалива загальною потужністю 16 млн. тон дизельного біопалива за рік.

В Україні найбільш доцільною сільськогосподарською культурою для виробництва дизельного біопалива рахують ріпак, врожайність якого може бути на рівні 3 т/га, що дасть 1 т/га олії, але не потрібно виключати і інші олійні рослини, які культивують в Україні хоча вони і мають менший вихід олії з 1 га ріллі.

В Інституті олійних культур Національної академії аграрних наук України одержують нові перспективні сорти і гібриди олійних культур на базі сучасних досягнень генетики, селекції та біотехнології, а також вирощують елітне та репродукційне насіння:

соняшнику, сої, гірчиці, ріпаку, льону, маку та малопоширених олійних культур: рижію, кунжуту, сафлору, чуфи.

Також, особливо в країнах з теплим і вологим кліматом джерелом сировини для отримання рослинної олії, яку можна переробити в дизельне біопаливо є плоди дерев сімейства горіхових, що можуть дати від 1,5 до 2,0 т/га олії і при цьому вартість олії отриманої з багаторічних дерев буде в декілька разів нижча вартості олії з сільськогосподарських рослин.

За думкою багатьох спеціалістів однією з перспективних сировинних баз для отримання олії саме для виробництва дизельного біопалива є олійні водорості вирощені в штучних фотобіореакторах. Установки з такими фотобіореакторами на ринку країн Європи пропонує фірма AlgaeLink® рис. 1. Розробником таких фотобіореакторів являється BioKing, яка використовує власні запатентовані технології, що направлені на виробництво водоростевої олії для виробництва дизельного біопалива. Таке виробництво не потребує значних капітальних вкладень та площ під обладнання, і при цьому можна отримати в залежності від продуктивності фотобіореакторів від 1 до 100 тон сухої біомаси в день. Технологія виробництва водоростей у фотобіореакторах передбачає можливість розширення виробництва без зміни основних конструктивів. Олійні водорості знаходяться в середині фотобіореакторів безперервної дії до 3,5 годин, після чого їх збирають і піддають обробці. В залежності від штамів водоростей вони мають олійність сухої речовини від 30 до 50 %.

Рисунок 1 – Загальний вигляд установки для вирощування олійних водоростей на основі фітобіореакторів.

Аналіз сучасного стану аграрного сектору України показує, що в країні існує значний доступний енергетичний потенціал для продукування біопалива. За даними наведеними в деяких літературних джерелах технічно-доступний потенціал продукування дизельного біопалива з олійної сировини: ріпаку, соняшнику, сої та ін. в Україні складає близько 3,6 млн.т/рік дизельного біопалива.

## Список літератури

1. Филиппова О.Б. Использование семян масличных культур в производстве биодизельного топлива // БИКИ. – 2001. -№ 144. –С. 6-7.

2. Adam Czudec, Bogumila Grzebyk, Grzegorz Slusarz. Odnawialne zrodla energii jako element zrownowazonego rozwoju rolnictwa i obszarow wiejskich // uniwersytet rzeszowsky. Stowarzyszenie na rzecz Wspar cia Przemian w Polskim Rolnictwie “Klub Integracji z Wiejska Europa” – Rzeszow: Zaklad Polityki Gospodarczej I Agrobiznesu. 2006 – С. 54.

3. Масло І.П., Вірьовка М.І.. Виробництво та використання біодизельного палива // Міжвідомчий тематичний науковий збірник “Механізація та електрифікація сільського господарства”. – Глеваха: ННЦ “ІМЕСГ”, 2007. – Вип. 91. – С. 110-117.

4. Вірьовка М.І.. Виробництво та використання біодизельного палива // Збірник тез доповідей молодих вчених XIV Міжнародної науково-практичної конференції “Технічний прогрес у сільськогосподарському виробництві”. – Глеваха: ННЦ “ІМЕСГ”, 2007. – С. 25-30.

5. Вірьовка М.І.. Теоретичні передумови процесу отримання біопалива // Міжвідомчий тематичний науковий збірник “Механізація та електрифікація сільського господарства”. – Глеваха: ННЦ “ІМЕСГ”, 2004. – Вип. 88. – С. 327-333.

УДК 631.333:631.82

# АГРЕГАТ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

**Вітрух П.І.**[1]

[1] аспірант, Національний науковий центр «ІМЕСГ» НААН України, смт. Глеваха, Україна

Аналіз конструкцій машин та їх робочих органів свідчить про певні їх вади, а саме – недосконаліть рівномірності норм внесення і просторової точності, незначний термін їх використання за рік . Головним напрямком роз витку машин для внесення мінеральних добрив є підвищення біологічної ефективності завдяки поліпшенню якості їх внесення, підвищення їх продуктивності, розширення технологічних можливостей, впровадження в конструкціях комп'ютерних систем контролю та управління технологічним процесом.

Розроблена універсальна машина для сипких матеріалів з поворотним подавально–вирівнювальним механізмом рис 1, в яка забезпечує виконання нових функцій по завантаженню мінеральних добрив і інших сипких матеріалів у бункери начіпних машин для їх розсівання та насіння в насіннєвий бункер чи ящик сівалки, тобто машина стає універсальною.

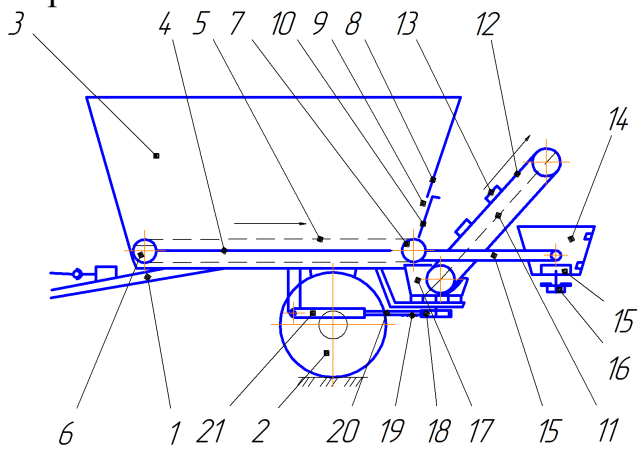



Рис. 1. Загальний вид універсальна машина для сипких матеріалів з поворотним подавально-вирівнювальним механізмом

Універсальна машина для сипких матеріалів з поворотним подавально-вирівнювальним механізмом включає раму 1 з опорними колесами 2, на якій закріплений кузов 3. На днищі 4 кузова 3 установлений живильник 5, який виконаний у вигляді конвеєра

наприклад прутково-пластинчастого типу і його контур встановлений на веденому 6 і ведучому 7 валах. В задньому борту 8 кузова 3 виконана випускна щілина 9 з регулювальною заслінкою 10. Під випускною щілиною 9 встановлений завантажувальний кінець конвеєра 11, який має стрічково-скребковий контур, що включає стрічку 12, виконану із прогумованої тканини, і скребки 13. Конвеєр 11 встановлено похило таким чином, що його розвантажувальний кінець розміщений вище випускної щілини 9. Під розвантажувальним кінцем конвеєра 11 встановлений вирівнювальний бункер 14, який закріплений на допоміжній рамі 15, що з'єднана з кузовом 3. На днищі вирівнювального бункера 14 встановлений дозатор 15, під яким розташований знімний розсівальний орган 16 з приводом (привод на кресленнях не показаний). Нижній кінець конвеєра 11 встановлений у приймачі 17 матеріалу і обладнаний механізмом повороту навколо вертикальної осі на кут величиною до $180^0$.

В процесі роботи машини сипкий матеріал живильником 5 через щілину 9 виноситься із кузова 3 і подаються на конвеєр 11, яким він подається у вирівнювальний бункер 14. Із бункера 14 дозатор 15 подає сипкий матеріал, установленою дозою на розсівальний орган 16, який розганяє цей матеріал і розсіває по поверхні поля на ширину захвату.

При завантаженні, наприклад, насіння в насіннєвий ящик сівалки, в сховищі насіння завантажується в бункер 3 машини і транспортується на поле. На полі тракторист розподільником гідросистеми трактора подає масло в корпус 21 гідроциліндра і під тиском масла переміщується рейка 19 механізму повороту, в результаті його повертається шестерня 18 і повертає конвеєр 11 і встановлює його перпендикулярно до напрямку руху машини. Після цього тракторист розвертає машину так, щоб вивантажувальний кінець конвеєра 11 розміщувався над початком насіннєвого ящика 22 сівалки.

Після цього тракторист вмикає механізм приводу машини і насіння живильником 5 через щілину 9 виноситься із кузова 3 на конвеєр 11, який подається в насіннєвий ящик сівалки. Причому по мірі завантаження цього ящика агрегат повільно рухається паралельно до ящика, завдяки чому він заповнюється насінням по усій довжині.

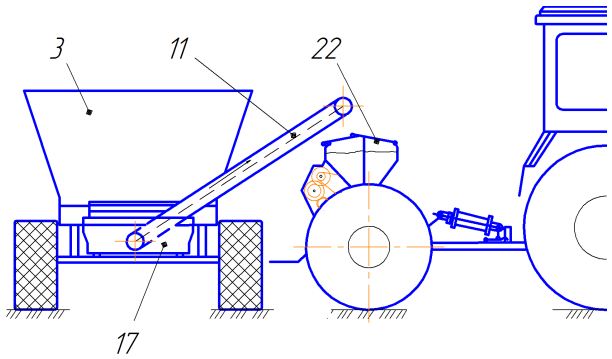



Рис. 2. Завантаження, насіння в насіннєвий ящик сівалки

Механізм повороту жолоба подавально – вирівнювального транспортера може бути виконаний у вигляді ланцюгової передачі рис.3, або рейковим і включати шестерню, що знаходиться в зачепленні з рейкою котра з'єднана зі штоком гідроциліндра, корпус якого з'єднаний з кузовом 3. Похилий подавальний транспортер 9 кріпиться до кузова 3 машини шарнірними ланками перемінної довжини 10.

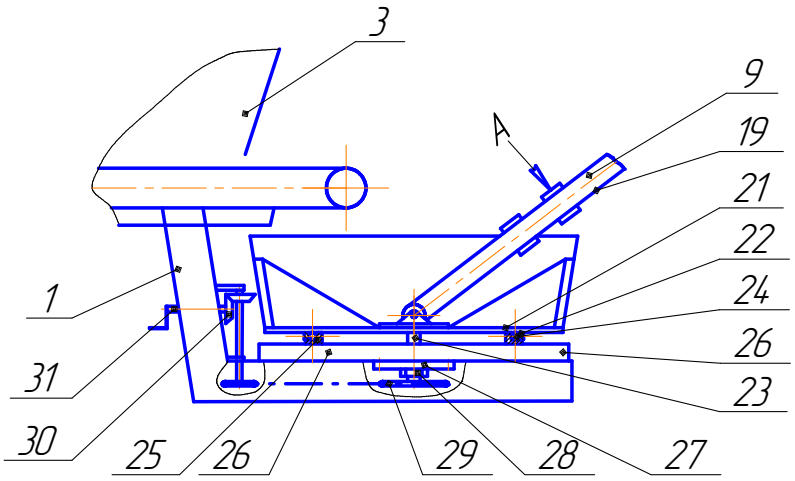



Рис.3. Механізм повороту жолоба подавально - вирівнювального транспортера

У варіанті універсальної транспортно – технологічна машина для мінеральних добрив, зерна, гранульованих і сипучих матеріалів в робочому положенні при виконанні транспортних робіт та операції перевантаження технологічних матеріалів у бункери комбінованих машин і сівалок та ін. відцентровий розсіювальний орган 11 демонтується за допомогою механізму навіски з автозчіпкою 17 обладнаного шарнірними ланками перемінної довжини 18.

Похилий подавальний транспортер за допомогою механізму повороту жолоба 8 повертається на кут $180^0$ у горизонтальній площині шарнірними ланками перемінної довжини 10 може бути встановлений у різних технологічних положеннях під необхідним кутом до машини або до агрегату у який необхідно перевантажити технологічний матеріал у вертикальній площині після цього вмикається привод механізмів машини і виконується робочий процес розвантаження або перевантаження.

**Висновки.** В результаті такого виконання машини для сипких матеріалів з поворотним подавально – вирівнювальним механізмом забезпечується висока рівномірність розсівання добрив та виконання нових функцій по завантаженню мінеральних добрив і інших сипких матеріалів у бункери начіпних машин для їх розсівання та насіння в насіннєвий бункер чи ящик сівалки, тобто машина стає універсальною.

## Список літератури

1. Бегун П.П. Равномерность подачи минеральных удобрений на распределя ющие рабочие оганы двухступенчатым выравнивающим устройством. Авто реферат дис. канд. техн. наук спец. 05.20.11 – технологи и средства механизации сельского хазяйства. Минск 2011. 16с.
2. Ав. св. СРСР, № 1123569, МПК А01С17/00.
3. Патент України № 61181, МПК 7 А01С15/12.

УДК 621.57

# ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ УТИЛІЗАЦІЙНОЇ ВОДО-АМІАЧНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДВИГУНІВ КОМБАЙНІВ

**Гавриш В.І.[1], Скорбілін П.Г.[2], Шпорталюк І.Г.[3]**

[1] д.е.н., професор, Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв, Україна

[2] студент, гр. МЗ/З, Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв, Україна

[3] студент, гр. ЗМ5, Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв, Україна

Україна – признана у світі аграрна країна з неоціненними аграрними ресурсами - чорноземами. Одними з найважливіших енергетичних засобів у сільському господарстві є зернозбиральні комбайни. Покращення техніко-економічних показників двигунів – важливе завдання як для виробників комбайнів, так і для аграрних товаровиробників.

Поршневі двигуни внутрішнього згорання є найбільш численними серед теплових джерел енергії, що використовується людством, їх широке поширення обумовлене тим, що в результаті багаторічного розвитку вони досягли достатньо високих енергетичних і економічних показників, мають достатню надійність і добре освоєні в технологічному відношенні. Однак їх коефіцієнт корисної дії обмежено параметрами реалізованого в них термодинамічного циклу й ефективний ККД двигунів із примусовим запаленням палива не перевищує 33 %, а дизелів - 46 % . Негативно впливає на ефективність двигунів висока температура повітря. З усієї кількості енергії палива, що вводиться в двигун для згоряння, частина трансформується в корисну механічну роботу, значна частина витрачається з відпрацьованими газами.

Зазначене тепло відпрацьованих газів можна використовувати для покращення техніко-економічних показників техніки. В мобільних енергетичних засобах та зернозбиральних комбайнах зокрема можна використовувати енергію відпрацьованих газів для

забезпечення роботи абсорбційної холодильної машини. Вона в свою чергу може охолоджувати циклове повітря двигуна.

Поршневі і комбіновані двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ) є найбільш численними серед теплових джерел енергії, що використовується людством, їх широке поширення обумовлене тим, що в результаті багаторічного розвитку вони досягли достатньо високих енергетичних і економічних показників, мають достатню надійність і добре освоєні в технологічному відношенні. Однак їх коефіцієнт корисної дії обмежено параметрами реалізованого в них термодинамічного циклу й ефективний ККД двигунів із примусовим запаленням палива не перевищує 33 %, а дизелів - 46 % .

Це свідчить про значні «втрати» енергії, що вводиться в них з паливом, причому значну частину їх становлять «втрати» з відпрацьованими газами (ВГ), а також, більшу частину робочого часу поршневі ДВЗ працюють на змінних швидкісних і навантажувальних режимах. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Виконані раніше роботи багатьох авторів дозволили проаналізувати основні види «втрат» ДВЗ енергії, що вводиться в них з паливом, обґрунтувати розподіл теплоти і теплового балансу, а також основні можливості використання термічного потенціалу відпрацьованих газів ДВЗ для транспортних засобів і стаціонарних силових установок. Метою роботи є пошук і обґрунтування формування основних напрямків використання термічного потенціалу відпрацьованих газів поршневих двигунів внутрішнього згорання.

Рис. 1 дозволяє представити залежність складових енергетичного балансу від частоти обертання колінчастого валу й від навантаження бензинового двигуна й дизеля з газотурбінним наддуванням.

Як видно з рис. 1, незалежно від режиму роботи двигунів, «втрати» теплоти з ВГ у навколишнє середовище достатньо великі, і ця обставина визначає доцільність утилізації теплоти, яка втрачається поршневими й комбінованими двигунами. Наведені графіки свідчать, що ВГ поршневих ДВЗ мають значну енергію: у дизелях вона становить 85-110 % по відношенню до ефективної потужності, а в двигунах із примусовим запалюванням палива перевершує її на 25-45 %. Тобто, існують значні резерви одержання додаткової енергії й підвищення економічності у випадку утилізації теплоти, які «губляться» з продуктами згорання, що йдуть в атмосферу.

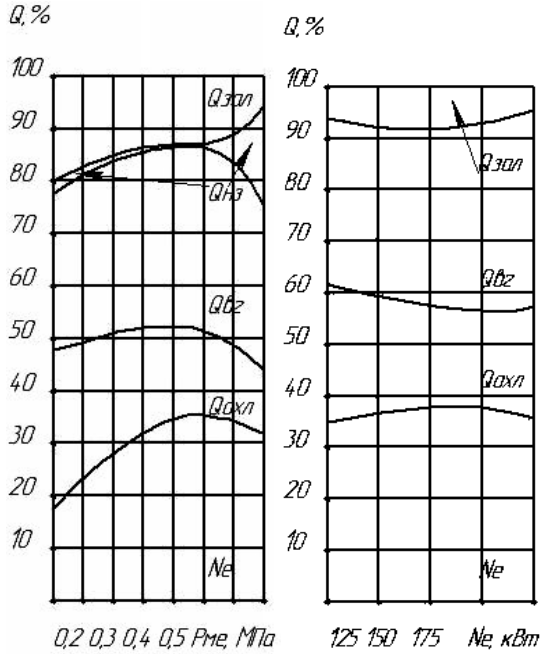



Рис. 1. Вплив швидкісного і навантажувального режимів роботи двигуна на складові енергетичного балансу: двигуна ЯМЗ – 238Н

Визначаємо залежність потужності двигуна комбайна та питомої витрати палива від температури оточуючого повітря.

Приведення потужності нетто та удільної витрати палива до тиску сухого повітря 99 кПа та температури оточуючого повітря 25 С

1.Приведену потужність $N_{e0,}$ кВт та відповідної їй питомої витрати палива $g_{e0,г}$ визначають за формулами

$$Ne_o = K \cdot Ne_t,$$

$$ge_0 = \frac{ge_t}{K},$$

де $Ne_t$, $ge_t$ – відповідно потужність та питома витрата палива за температури $t$;

$K$- коефіцієнт приведення.

Коефіцієнт приведення визначається за наступною формулою

$$K=(fa)^{fm}$$

де $fa$- атмосферний коефіцієнт;

$fm$- коефіцієнт рівня форсування.

Для дизельних двигунів з наддувом та охолодженням впускного повітря

$$fa = \left(\frac{99}{B_{окр}}\right)^{0,7} \times \left(\frac{Tокр}{298}\right)^{1,5},$$

де *Токр* - абсолютна температура оточуючого повіє атмосферному тиску мінус порційний тиск водяної пари.

Результат розрахунків представлений на рис. 2.

Таким чином при збільшені температури оточуючого середовища до 40 С що характерно для півдня України максимальна потужність комбайна зменшується приблизно на 7% а питома витрата палива збільшується приблизно на 7%. Це негативно позначується на собівартості збирання соняшнику тому актуальним є розробка системи охолодження цикловог повітря. Для досягнення цієї мети можна використовувати теплоту відпрацьованих газів.

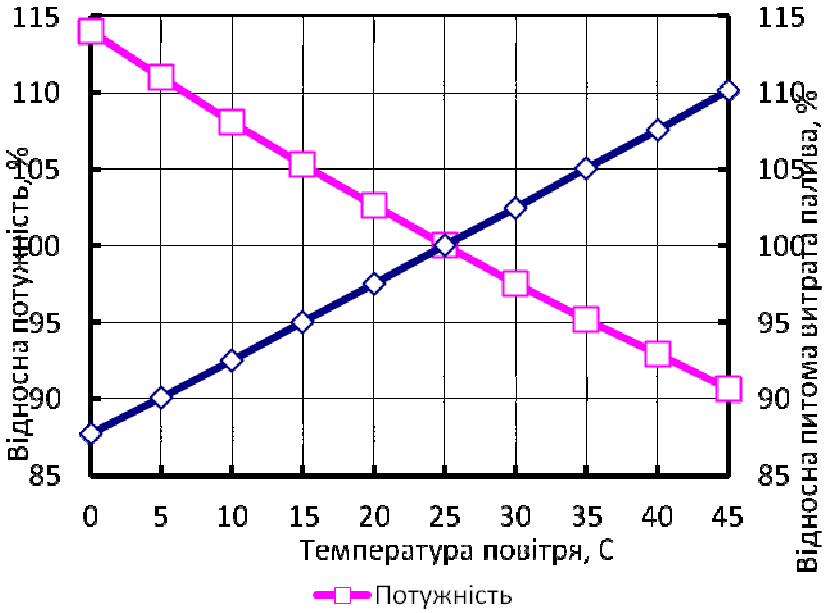



Рис. 2. Залежність відносної потужності та витрати палива від температури оточуючого повітря

Таким чином перспективним напрямом покращенням економічних показників двигуна є охолодження циклового повітря а це вимагає використання холодильної машини відповідної потужності

Для забезпечення її роботи можна використовувати відпрацьовані гази.

Найчастіше в абсорбціонних холодильних машинах використовують як робоче тіло водо-аміачний розчин. Розчинність аміаку у воді залежить від температури та тиску (рис. 3).

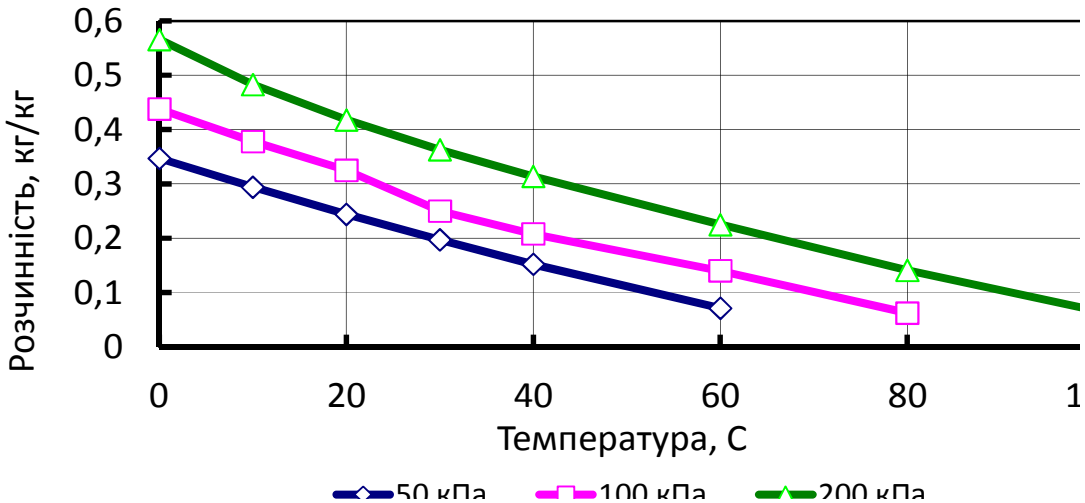



Рис. 3. Розчинність аміаку у воді

Тому доцільно розглянути можливість використання абсорбційних холодильних машин (АХМ) для покращення техніко-економічних показників двигунів сільськогосподарської техніки, а саме комбайнів.

Зернозбиральні комбайні при збиранні ранніх зернових працюють влітку, коли температура перевищує 30°С. Підвищення температури повітря призводить до зменшення потужності двигуна та підвищення питомої витрати палива. Підвищити економічність у даних умовах можливо шляхом охолодження повітря перед турбокомпресором. Для даної мети можна використовувати утилізаційні тепловикористовуючі холодильні машини (УТХМ).

Визначимо ефективність використання енергії відпрацьованих газів. Коефіцієнт утилізації газів показує долю теплоти, яка може з користю використана утилізації

$$\psi = \frac{T_г - T_y}{T_г - T_a},$$

де $T_г$ – температура відпрацьованих газів, К;

$T_y$ – температура газів за утилізаційним котлом, К;

$T_a$ – температура повітря оточуючого середовища, К.

Температура газів за утилізаційним котлом приймається рівною

$$T_y = T_s + \Delta T_p,$$

де $T_s$ – температура конденсації сірчаної кислоти, К; $\Delta T_p$ – запас температури, $\Delta T_p$ = 25К;

Для дизельного палива $\Delta T_p$ = 396 К.

Залежність коефіцієнта утилізації від температури відпрацьованих газів наведено на рис. 4.

Були проведені вимірювання температури відпрацьованих газів двигунів сільськогосподарської техніки.

Результати вимірювань показали наступне. При роботі двигуна автомобіля без навантаження в діапазоні частот обертання колінчастого валу від 660 до 2200 хв$^{-1}$, температура відпрацьованих газів підвищувалась від 110 до 217°С. При роботі під навантаженням температура досягала значення +420 °С (рис. 5). Цього досить для роботи АХМ. Комбайн КЗС-1218, обладнано двигуном ЯМЗ-238ДЕ-22 потужністю 330 к.с.

Таким чином можна констатувати наступне. Тенденції підвищення техніко-економічних показників дизелів пов’язані з утилізацією теплоти відпрацьованих газів та зменшенням температури циклового повітря. Застосування ТХМ забезпечує приріст ККД до 4%. Використання утилізаційних холодильних машин особливо доцільно за високих температурах зовнішнього повітря.

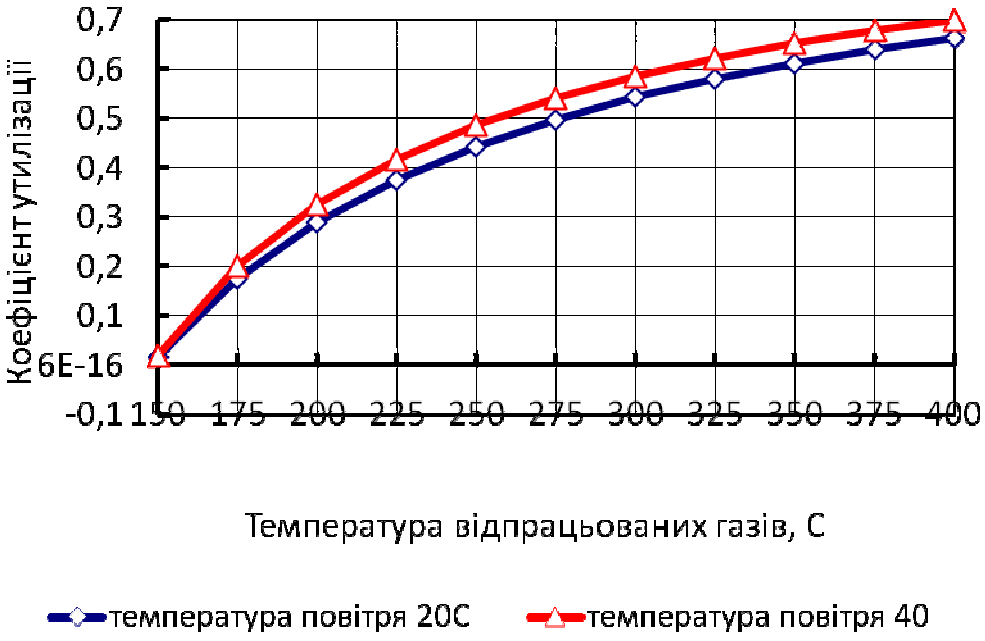



Рис. 4. Залежність коефіцієнта утилізації від температури відпрацьованих газів

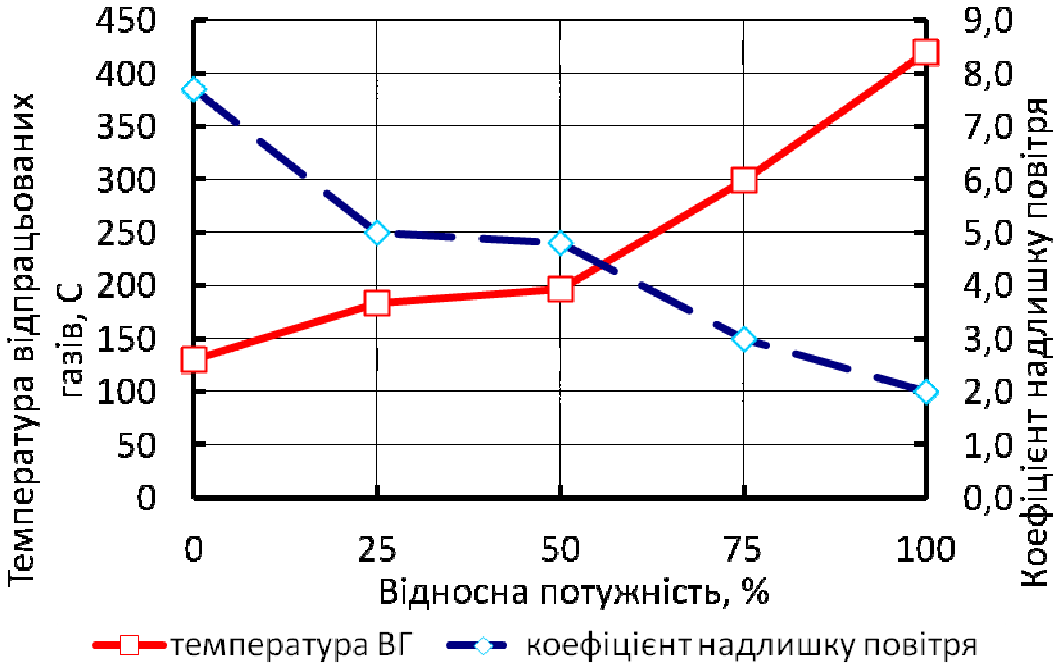



Рис. 5. Результати випробування дизеля ЯМЗ-238

Кожні 10°С зниження температури циклового повітря забезпечують 0,5% приросту ККД. Комплексна утилізація тепла АХМ забезпечує приріст ККД від 2 до 4%.

Незважаючи на ефективність застосування АХМ для охолодження циклового повітря, зазначене обладнання має і недоліки. Воно має великі габарити та масу, що обумовлено наявністю десорбера, дефлегматора та абсорбера.

З вищевикладеного можна зробити наступний висновок. Використання утилізаційної аміачної холодильної машини для охолодження повітря дизеля дозволяє підвищити ККД на величину до 4 %, залежно від навантаження.

Протягом року запропонована система економить 680 кг або 819,2 л дизельного палива.

# РЕЗЕРВИ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОСТІ ДВИГУНІВ

**Гавриш В.І.[1], Щерьодін І.І.[2]**

[1] к.т.н., д.е.н., професор, Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв, Україна

[2] студент М5, Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв, Україна

Сучасна мобільна техніка обладнана тепловими поршневими двигунами з порівняно не високим ККД: (до 42…44%) тому, значна частина енергії палива втрачається.

На частку втрат тепла з відпрацьованими газами та охолодною рідиною приходиться не менше 50% теплоти згоряння палива. Тому тут знаходяться значні резерви покращення економічності двигунів. Роботи по зменшенню теплових втрат проводяться за двома основними напрямами: створення двигунів з більш високим ефективним ККД та розробка систем утилізації тепла існуючих двигунів. Останній напрям не потребує докорінної модернізації двигуна.

Питаннями утилізації тепла в мобільних енергетичних засобах займається низка провідних машинобудівних фірм (Scania, Ford, BMW, Cummins, Navistar Advanced Technology тощо) та наукових центрів університетів. Так спеціалісти фірми Navistar Advanced Technology розглядають використання систем утилізації тепла як один з основних компонентів досягнення амбіційної мети – ККД дизеля 50% [1].

Існують дві основні схеми утилізації вторинних енергетичних ресурсів: звичайна та глибока.

Система звичайної утилізації тепла (СЗУТ) забезпечує споживачів лише тепловою енергією. Система глибокої утилізації тепла (СГУТ) слугує для забезпечення споживачів тепловою та механічною/електричною енергією. Перевага СГУТ – більш ефективна утилізація тепла, недолік – складність конструкції, висока вартість та експлуатаційні витрати. Вона також більш чутлива до зміни режиму роботи двигуна.

Проводиться робота з використання бустерних (силових) турбін, так звана турбокомпаундна система. Вони можуть бути механічними та електричними. У цьому напрямку працюють фірми Volvo, Iveco,

Caterpillar, Cummins, Scania, Detroit Diesel тощо. Використання механічних турбокомпаундних систем дозволила на режимі номінальної потужності досягти зменшення питомої витрати палива, % (у розрізі фірм): Caterpillar – 4,7; Cummins – 6; Scania – 5. Мінімальна номінальна потужність двигунів, обладнаних механічною турбокомпаундною системою становить 235 кВт (дизель марки DSC1121 фірми Scania, питома витрата палива – 195 г/(кВт·год)).

Потужність силової турбіни залежить від номінальної потужності дизеля. Відносне її значення побудована на підставі дослідних даних фірми Caterpillar Inc. наведена на рис. 1. Як бачимо, ця залежність не лінійна. Її можна використовувати для початкового визначення потужності силової турбіни.

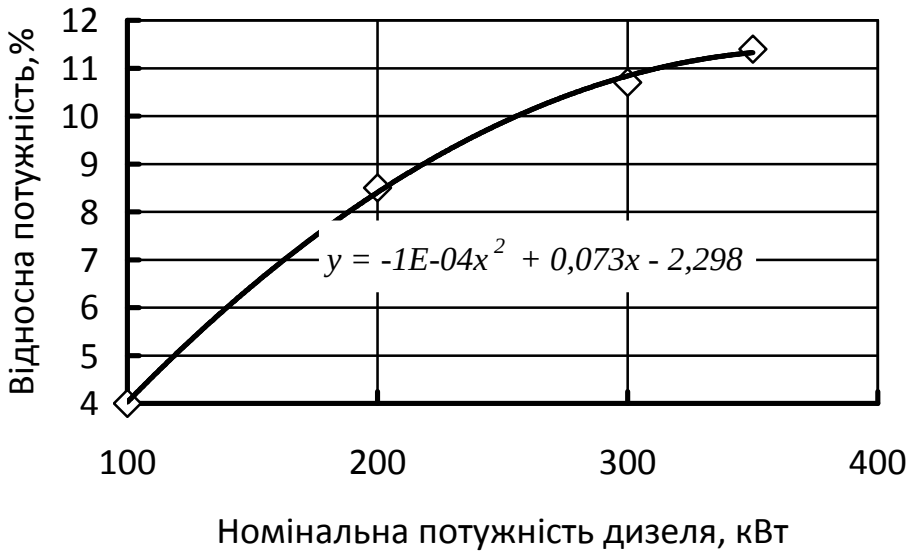



Рис. 1. Залежність відносної потужності силової турбіни від номінальної потужності дизеля

Основним недоліком турбокомпаундних силових установок є висока складність і вартість спеціальної гідромеханічної передачі. У зв'язку з цим практичний інтерес викликає використання силовий турбіни для приводу такого енергоємного агрегату, як система рідинного охолодження дизеля. Можливість такого рішення підтверджується тим, що на номінальній потужності дизеля з охолодженням надувного повітря (ОНД) на привід вентилятора системи рідинного охолодження витрачається до 10% його ефективної потужності. Для його приводу можна використати турбіну. Очевидно,

що в цьому випадку використання спеціальної гідромеханічної передачі не потрібна.

Тому постають такі завдання: розробка математичної моделі турбовентиляторами для системи охолодження транспортного дизеля з турбонадувом і ОНВ; вибір та дослідження оптимальної схеми та елементної бази турбовентиляторами; дослідження ефективності роботи силової установки "турбовентилятор - турбодизель" у всьому її робочому діапазоні.

Дослідження проводилися стосовно до системи охолодження дизеля номінальною потужністю 195,6 кВт.

Виходячи з наведеного аналізу запропоновано використовувати силову турбіну для приводу вентилятора та циркуляційного насоса (рис.2.).

Відпрацьовані гази подаються в силову турбіну 4, яка в свою чергу приводить в дію редуктор 7, далі через обгінну муфту та пасову передачу крутний момент передається на вентилятор з насосом 6. Обгінна муфта призначена для передачі потужності лише від силової турбіни вентилятору.

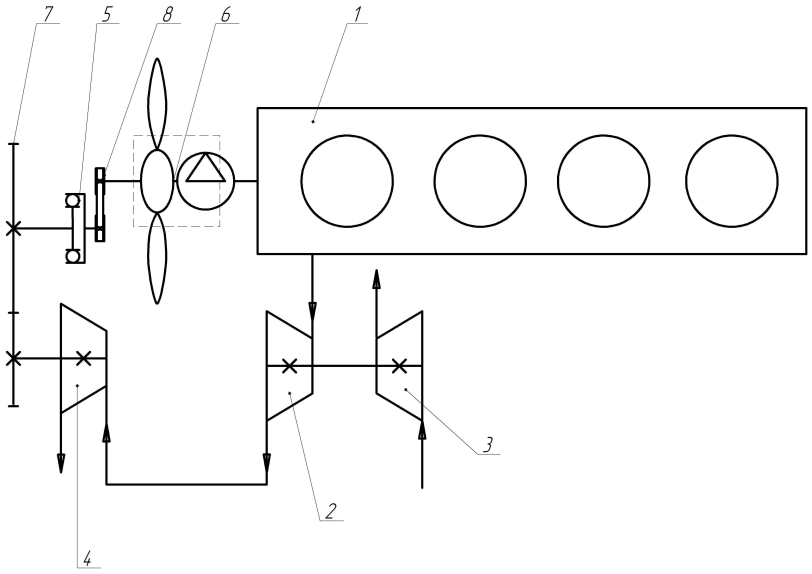



Рис.2. Схема утилізації відпрацьованих газів для охолодження дизельного двигуна із застосуванням силової турбіни: 1 - дизельний двигун, 2 - турбіна, 3 - компресор, 4 - силова турбіна, 5 - обгінна муфта, 6 - вентилятор та водяний насос в однім корпусі, 7 – редуктор, 8 – пасова передача.

Було виконано моделювання роботи турбодизеля з турбовентиляторною системою охолодження на навантажувальній характеристиці.

В якості вихідних даних приймалися, зокрема: потужність двигуна, частота обертання колінчастого вала, коефіцієнт надлишку повітря, ККД турбокомпресора.

На рис.3 наведено залежності потрібної потужності приводу вентилятора з насосом системи охолодження та силової турбіни від фактичної потужності двигуна.

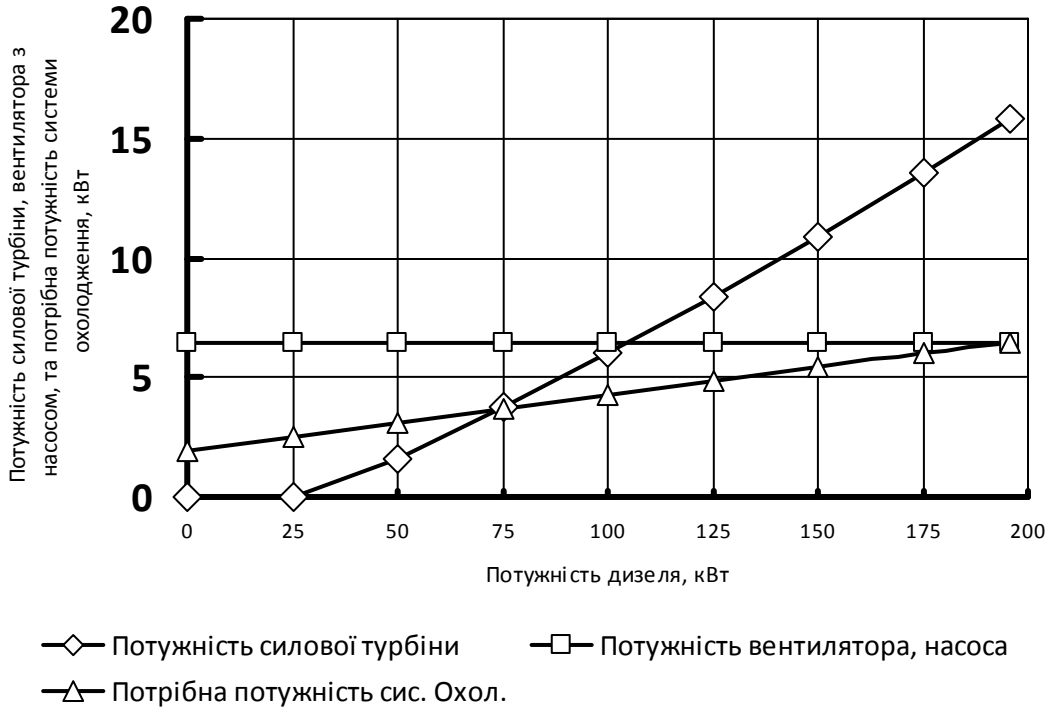



Рис.3. Залежність потужності силової турбіни, вентилятора з насосом, та потрібна потужність системи охолодження, від потужності двигуна

З рис.3 видно, що потужності силової турбіни достатньо для забезпечення роботи системи охолодження за потужності дизеля більше 75 кВт або 38% від номінальної потужності. Таким чином у широкому діапазоні потужності двигуна може бути використана силова турбіна для забезпечення системи охолодження. Щодо паливної економічності слід відмітити наступне, використання силової турбіни дозволяє зменшити відбір потужності двигуна що призводить до зменшення питомої витрати палива.

## Висновок

1. Моделювання показало, що максимальна потужність силової турбіни сягає 15,81 кВт, що цілком достатньо для приводу механізмів системи охолодження, в діапазоні потужностей від 38% до 100% від номінальної.

2. У діапазоні потужності двигуна від холостого ходу до 38,34% номінальної потужності доцільно використовувати стандартний привід від колінчастого вала за допомогою пасової передачі.

3. Визначена оптимальна схема використання силової турбіни для забезпечення роботи системи охолодження, яка містить наступні елементи: силова турбіна, редуктор, пасова передача та обгінна муфта. Останній вузол забезпечує автоматичне відключення силової турбіни від приводу вентилятора, у разі недостатності потужності силової турбіни.

## Список використаної літератури

1. Dennis W.Jadin. Super Truck – Development and Demonstration a Fuel Efficiency Class 8 Tractor&Trailer [Text] / Dennis W.Jadin, Ralph Nine // Engine Systems. DOE. MERIT REVIEW. Washington D.C. May 17, 2012.

2. Сергеев А. Альтернативные предпусковые подогевательные устройства [Текст] / А.Сергеев // Аграрна техніка та обладнання. – 2010. – №4(13). – С.64-65.

**УДК 631.353.3: 631.53.023: -026**

# ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ТВЕРДОГО БІОПАЛИВА

**Гайденко О. М.**[1]

[1] вчений секретар Кіровоградської ДСГДС НААН, к. т. н., с. н. с.

*На підставі системного аналізу визначено перелік технологічних операцій та запропоновані типи технологічних ліній для виготовлення паливних гранул і паливних брикетів, які передбачають виконання основних виробничих операцій з використанням технічних засобів вітчизняного виробництва.*

*Ключові слова: тверде біопаливо, паливні гранули, солома, рослинна біомаса, технологія виробництва.*

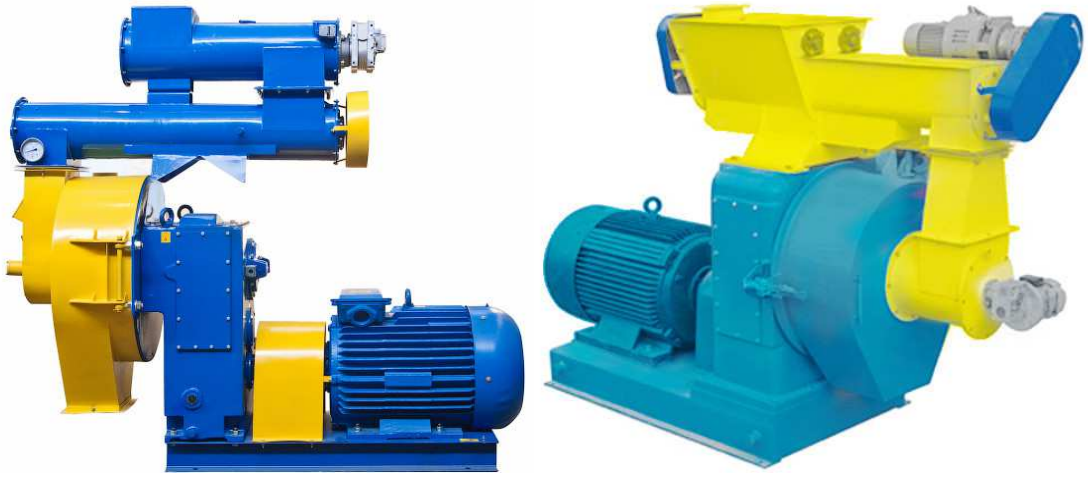
**Постановка проблеми.** Загальновідомо, що використання рослинної біомаси на енергетичні цілі з економічної точки зору сприяє заощадженню сировинних та енергетичних ресурсів, економічної – знижує забруднення навколишнього середовища, соціальної – створює нові підриємства з додатковими робочими місцями, що сприяє підвищенню рівня зайнятості населення. Однак для отримання максимальної економічної віддачі при використанні рослинної біомаси необхідно забезпечити підвищення теплотворної здатності (питомої теплоти згорання) твердого біопалива та забезпечити зручність транспортування (подачі) до теплових установок (котлів), керованість процесом горіння. З цією метою проводять переробку рослинної біомаси шляхом гранулювання або брикетування, внаслідок отримують кінцевий продукт переробки відповідно паливні гранули або брикети [1]:

**Мета досліджень.** Обґрунтувати комплекс технічних засобів для використання їх при виробництві твердого біопалива.

**Результати досліджень.** Відповідно до розроблених елементів технології виробництва твердого біопалива у вигляді паливних гранул з рослинної біомаси сільськогосподарських культур існує певний перелік технологічних операцій, які виконуються на кожному етапі виробничого процесу. Найбільш важливою технологічною операцією, яка має місце при виробництві паливних гранул, є пресування (гранулювання) попередньо підготовленої маси. Для гранулювання

використовують гранулятори різних типорозмірів, як окремі елементи конструкцій так і в складі технологічних ліній. На прикладі сучасних машин вітчизняного та іноземного виробництва розглянемо можливі варіанти технічних рішень даної проблеми.

Прес-гранулятори серії ОГМ – спеціально розроблені для сфери біоенергетики виробництва ТОВ “Доза-Гран” (Росія) [2] (рис. 1).



а) б)

Рис. 1 – Прес-гранулятори серії ОГМ-6П (а) та ОГМ-Dz (б) виробництва ТОВ “Доза-Гран” (Росія)

Прес-гранулятори призначені для виробництва паливних гранул з різних видів сировини: тирси та інших деревних відходів, соломи, лушпиння зернових культур соняшнику, торфу та ін. Прес-гранулятор ОГМ-6 складається з трьох компонентів: преса, дозатора і основного двигуна.

Прес – це основна частина гранулятора. Він складається з матриці і розвідного механізму (вальці). Сировина, призначена для обробки, продавлюється пресуючими вальцями через спеціальний отвір кільцевої матриці, утворюючи гранули. Двоступеневий редуктор дозволяє забезпечити швидкість обертання матриці гранулятора до 140 об./хв. при приводі потужністю від 90 до 110 кВт, що дозволяє отримувати якісні гранули практично з будь-якого рослинної сировини. Прес-гранулятор здатний витримувати високі навантаження, характерні при виробництві гранул, завдяки посиленій конструкції пресуючого вузла, валів і шестернею редуктора. Дозатор з італійським мотор-редуктором Bonfiglioli, з невеликим кроком витків шнека і збільшеним діаметром робочої камери дозволяє точно і рівномірно дозувати подачу сировини, забезпечуючи потоковість

технологічного процесу гранулювання. Основні технічні характеристики прес-грануляторів серії ОГМ наведені в таблиці 1.

Модифікація грануляторів ОГМ-6G-90Н і ОГМ-6G-110Н відрізняється живильником і дозатором, виконаним з нержавіючої сталі. Комплектуючі з даного матеріалу запобігають корозії металу і продовжують термін експлуатації прес-гранулятора при роботі з високоагресивними середовищами.

Таблиця 1 – Основні технічні характеристики прес-грануляторів серії ОГМ

| Основні параметри | Марка машини | | |
|---|---|---|---|
| | ОГМ-6G-90; ОГМ-6G-90Н | ОГМ-6G-110; ОГМ-6G-110Н | ОГМ-Dz |
| Продуктивність, т/год | до 1,1 | до 1,6 | до 2,1 |
| Потужність, кВт: | 91,5 | 111,5 | 135,0 |
| - двигун преса | 90,0 | 110,0 | 132,0 |
| - мотор-редуктор дозатора | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| - мотор-редуктор живильника | – | – | 1,5 |
| Тип редуктора | 2-х ступінчатий | | |
| Габарити, см: - довжина | 224,2 | 224,2 | 160 |
| - ширина/висота | 110/203 | 110/203 | 103/186 |
| Маса, кг | 2564 | 2589 | 2805 |
| Обслуговуючий персонал, осіб | 1 | 1 | 1 |

Відомі і інші розробки виробництва ТОВ “Доза-Гран” – прес-гранулятори серії ДГ [3], призначені для виробництва паливних гранул з опилок, соломи, лушпиння, торфу та ін. Гранулювання дозволяє знизити питомі витрати на виробництво, скоротити втрати при зберіганні і транспортуванні, забезпечити збереження продукту протягом тривалого часу. Зазначені конструкції грануляторів мають ряд переваг, а саме: висока енергоефективність і надійність конструкції, простота обслуговування і низькі експлуатаційні витрати. Конструкція дозатора із захистом від забивання дозволяє забезпечити точність дозування при подачі сировини, рівномірно і якісно проводити зволоження продукту (рис. 2). Основні технічні

характеристики прес-грануляторів серії ДГ наведені в таблиці 2.

Рис. 2 – Прес-гранулятор ДГ-3000 з живильником та змішувачем виробництва ТОВ “Доза-Гран” (Росія)

Таблиця 2 – Основні технічні характеристики прес-грануляторів серії ДГ

| Основні параметри | Марка машини | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ДГ-400 | ДГ-500 | ДГ-700 | ДГ-3000 |
| Продуктивність, т/год | до 0,4 | до 0,5 | до 0,7 | до 3,0 |
| Потужність, кВт: | 37,75 | 56,5 | 76,5 | 169,0 |
| - двигун пресу | 37,0 | 55,0 | 75,0 | 160,0 |
| - двигун змішувача | - | - | - | 7,5 |
| - мотор-редуктор дозатора | 0,75 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Тип редуктора | 2-х ступінчатий | | | |
| Габарити, см: - довжина | 160 | 220 | 220 | 340 |
| - ширина/висота | 155/185 | 91/190 | 91/190 | 105/253 |
| Маса, кг | 1320 | 1485 | 1485 | 3900 |
| Обслуговуючий персонал, осіб | 1 | 1 | 1 | 1 |

За результатами літературного огляду [4-8] визначено технологічний комплекс, що на рис. 3, призначений для виготовлення біопаливних гранул в умовах сільськогосподарського підприємства. Запропонована технологічна лінія відображає сприятливу для умов

типового господарства технологію виробництва паливних гранул, що здійснюється за багатьма техніко-економічними критеріями. Завдяки комплектації комплексу різним додатковим обладнанням проходження процесу виготовлення твердого біопалива відбувається на високому технологічному рівні з дотриманням технічних вимог.

На підставі системного аналізу визначено, що для технологічних ліній гранулювання біомаси у тверде біопаливо в умовах аграрних та лісових господарств доцільно застосовувати гранулятори з кільцевою (круглою) матрицею, а для ліній брикетування – брикетні машини шнекового типу.

Експлуатаційний досвід підприємств з виробництва твердого біопалива доводить найбільшу ефективність технологічних ліній невеликих (до 1,0 т/год) виробничих потужностей [9-12]. Тому науково-виробничі напрямки розробки та впровадження таких міні-ліній є актуальними.

Для виробництва паливних гранул в умовах АПК пропонується автоматизована лінія по виробництву паливних гранул з біомаси (соломи) продуктивність до 1,5 т/год виробництва ПАТ "Дозавтомати", технологічна схема якої зображена на рис. 4 [6].

Виробничий процес зазначеної лінії, проходе в наступній послідовності: зі складу сировини тюки соломи надходять в спеціальну установку для її подрібнення та дроблення. Подрібнена маса розміром фракції 2-5 мм, за допомогою пневмотранспортної системи надходить до живильного бункеру, і далі до приймальної воронки шнекового живильнику.

Шнековий живильник доставляє масу до приймального устрою матричного пресу, який формує паливні гранули циліндричної форми, довжиною до 5 см та діаметром 8 мм. Оскільки процес формування паливних гранул відбувається в умовах значного підвищення температури, гаряче повітря відбирається із робочої камери пресу вентилятором і направляється в циклон для охолодження та очищення від пилового залишку.

З вивантажувальної ємності пресу, за допомогою транспортеру, готові паливні гранули подаються до охолоджувача, де проходе їх охолодження та остаточне затвердіння.

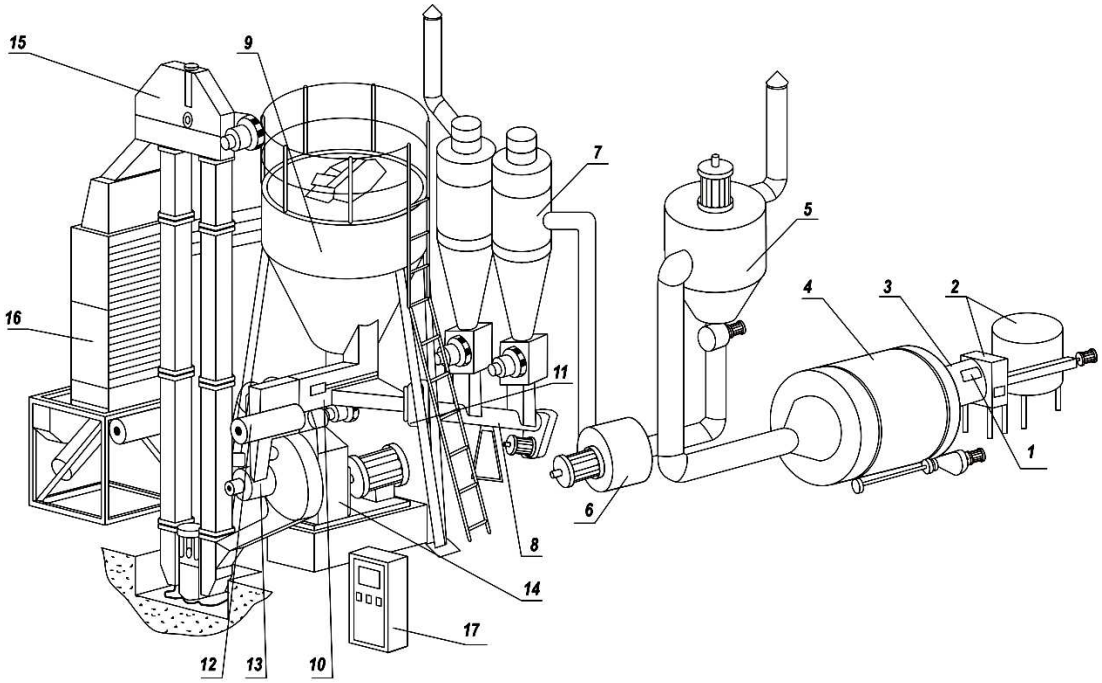



Рис. 3 – Схема технологічного комплексу для виробництва паливних гранул в умовах господарства: 1 – люк подачі сировини; 2 – енергетична установка; 3 – теплогенератор; 4 – барабанна сушарка; циклон; 6 – подрібнювач; 7 – пневмосистема очищення; 8 – шнековий транспортер; 9 – накопичувальний бункер; 10 – дозатор; 11 – зволожувач; 12 – змішувач; 13 – живильник; 14 – прес-гранулятор; 15 – норія; 16 – охолоджувач-сортувач; 17 – пульт керування

Повітря, яке нагрівається в процесі охолодження паливних гранул, відбирається із робочої камери охолоджувача за допомогою вентилятора і направляється в циклон для охолодження та очищення. З вивантажувального пристрою охолоджувача паливні гранули подаються до сепаратора, який відділяє і направляє на вторинну переробку пошкоджені в технологічному процесі паливні гранули та залишки пилу.

Очищений таким чином кондиційний продукт надходить за допомогою транспортеру на склад, або безпосередньо до приймального бункеру фасувально-пакувальної машини, де відбувається його остаточне пакування в паперові або поліетиленові мішки для відправки споживачам.

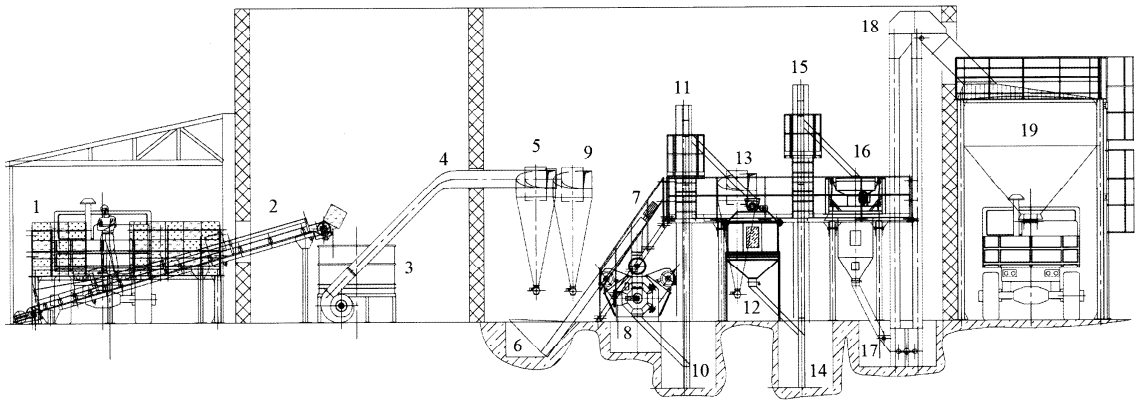



Рис. 4 – Схема автоматизованої лінії по виробництву паливних гранул з рослинної біомаси (соломи) продуктивність до 1,5 т/год.: 1 – майданчик розвантаження тюків; 2 – подаючий конвеєр соломорізки; 3 – соломорізка; 4 – пневмоподача подрібненої соломи; 5 – циклон та проміж уточний бункер для сировини; 6 – приймальний бункер преса; 7 – подаючий конвеєр преса; 8 – матричний прес; 9 – циклон; 10, 14, 17 – бункер норії; 11, 15, 18 – норія; 12 – охолоджувач; 13 – циклон; 16 – сепаратор; 19 – бункер для складу продукції; 20 – пакувальна машина

Наведений далі комплекс призначений для приймання, накопичення, дозованої подачі, сушки, подрібнення і гранулювання продуктів рослинного походження (біомаси) [13, 14] (рис. 5). Виробничий комплекс в такій комплектації може виготовляти паливні гранули практично з будь-якої рослинної біомаси, вологістю не більше 50 %. При більш високій початковій вологості сировини завод комплектується додатково обладнанням механічного віджиму надлишкової вологи (декантер).

Тюки соломи та інші рослинні відходи подаються в рубальні машини 21 транспортером 22, з якої подрібнена маса потрапляє в транспортер 23 і далі – на механізований склад “рухома підлога” 1. Далі дрібно фракційну сировину підвозиться автотранспортом (або навантажувачем) і зсипається на механізований склад “рухома підлога” 1.

Стокери рухомої підлоги мають гідравлічний привід і під його дією здійснюють зворотно-поступальні рухи. Стокери мають клиноподібну форму, тому при русі сировина, з регульованою швидкістю подачі, прямує по ланцюговому (скребкові) транспортеру

2, далі сировина подається на дисковий сепаратор 3. На ньому від сировини відділяється камені, коріння і т.п. домішки, що потрапляють в переносний контейнер, а сировина, через самоплив, потрапляє в завантажувальну секцію агрегату сушки-подрібнення 4. Сюди ж подаються продукти горіння з теплогенератора 5 і засмоктується холодне атмосферне повітря через аварійно-розпалювальну трубу 6. Спочатку змішуються продукти горіння і холодне повітря. Пропорція змішування регулюється автоматично, що забезпечує підтримку заданої температури теплоносія. Потім теплоносій змішується з вологою сировиною і засмоктується в агрегат сушки-подрібнення 4.

У ньому сировина подрібнюється і потім висушується, піднімаючись в потоці теплоносія до динамічного класифікатора, що знаходиться в головний секції агрегату сушки-подрібнення. Динамічний класифікатор, частота якого задається з пульта управління 20, пропускає дрібну і суху сировину, а великі й вологі частинки сировини повертає до ротора агрегату. Цей процес повторюється до отримання необхідної вологості і ступеня подрібнення сировини.

Подрібнену і висушену сировину (з цього моменту його прийнято називати борошном) засмоктується в осадовий циклон 8 за рахунок розрядження, створюваного димососом. В циклоні борошно осідає за рахунок відцентрової сили і рухається вниз, а відпрацьований теплоносій викидається в димову трубу 19.

З циклону борошно через шлюзовий затвор подається в шнековий або ланцюгової транспортер 9, далі вступає в бункер гранулятора 10. В бункері знаходиться пристрій, що перешкоджає злежуванню борошна.

З бункера борошно подається шнековим живильником з регульованою швидкістю подачі в змішувач (кондиціонер) преса, сюди ж подається вода (або пар). У змішувачі відбувається кондиціювання продукту, тобто доведення вологості муки до рівня, необхідного для процесу гранулювання. З змішувача зволожене борошно через віддільник феромагнітних домішок виводиться в прес-гранулятор 11. У камері пресування гранулятора мука затягується між обертаючими матрицею і пресуючими вальцями і продавлюється в радіальні отвори матриці, де під дією великого тиску відбувається формування паливних гранул. Видавлені з отворів паливні гранули натрапляють на нерухомий ніж, де зрізуються і падають вниз, а через рукав кожуха виводяться з преса.

Паливні гранули, що виходять з преса, мають високу температуру і крихкий стан, тому вони транспортуються вертикальним транспортером-норією 12 в охолоджувальну колонку 13, де через шар паливних гранул вентилятором циклону 16 всмоктується повітря, яке охолоджує паливні гранули і одночасно відсмоктує частини незгранульованого борошна в циклон. В процесі охолодження вологість паливних гранул зменшується за рахунок випаровування вологи, і в гранулах відбуваються фізико-хімічні зміни і набувають кінцеву твердість, яка відповідає нормативним значенням а також вологість і температуру. З охолоджувальної колонки, у міру її наповнення, паливні гранули поступають на сортування 14, де відбувається відділення кондиційних гранул від крихти.

Паливні гранули виводяться через вивантажувальну горловину і подаються на норію готової продукції 15, а крихта відсмоктується в циклон 16 і далі направляється разом з борошном на повторне пресування. Норією готової продукції паливні гранули подаються в бункер готової продукції 17. На ньому розташований дозатор. Під цим бункером розташовані електронні ваги 18, а на стійках бункера є гачки для навішування великого мішка (біг-бега). Також замість біг-бегів може проводитися розфасовка паливних гранул в поліетиленові мішки, які укладаються на піддон. Заповнені біг-беги або піддони з мішками навантажувачем або гідравлічної візком транспортуються на склад готової продукції.

Теплогенератор в даній комплектації може завантажуватися паливом як в ручному (через дверцята), так і в автоматичному режимах – з бункера палива 7 за допомогою транспортера. Поповнення бункера паливом відбувається автоматично, за рахунок повернення частини борошна від осадового циклону 8 системою пневмотранспорту 24. Опційно бункер палива може комплектуватися додатковим транспортером зі складу сировини або окремого складу палива (на схемі не показані).

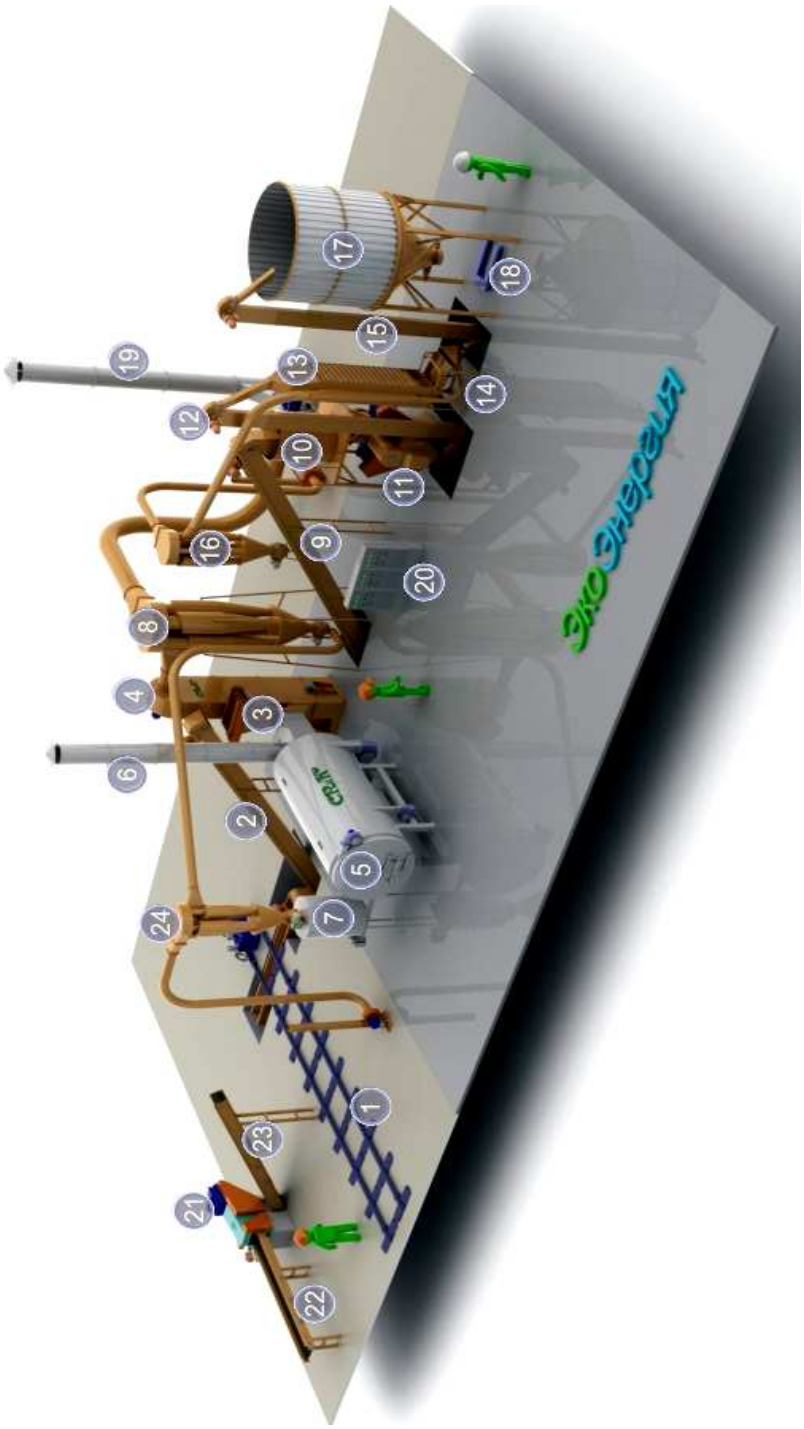



Рис. 5 – Схема технологічної лінії виробництва твердого біопалива

Запропоновані типи технологічних ліній виготовлення паливних гранул та паливних брикетів з рослинної біомаси сільськогосподарських культур передбачають виконання основних виробничих операцій з використанням універсальних технічних засобів вітчизняних виробників, що сприятиме підвищенню ефективності твердопаливного виробництва на 12-18 % завдяки використанню обладнання і устаткування вітчизняного виробництва меншої вартості, в порівнянні до іноземних машин, що в кінцевому випадку впливає на зменшення собівартості кінцевої продукції.

Існуючі на ринку машини для гранулювання та брикетування за типом робочих органів класифікують на поршневі, штемпельні (пуансоні) та шнекові (гвинтові) [5]. Найбільшої популярності набули установки з гвинтовими робочими органами, наприклад: ЕВ-350 (ВАТ "Черкаселеватормаш"), МБ-01 (ВАТ "Пресмаш", м. Івано-Франківськ); ШПБ-700 (НВО "Теплодар", м. Полтава), УБО-2 ("Жаско", Росія) та ін. На основі результатів пошуку розглянемо основні порівняльні характеристики відомих пресів для виробництва паливних гранул з рослинної біомаси, які наведено в таблиці 3.

Як видно з аналізу типів технологічних ліній виготовлення паливних гранул і паливних брикетів та результатів, наведених в таблиці 3, вітчизняна промисловість забезпечує виробництво обладнання для виробництва твердого біопалива, яке, за показниками якості виготовленої продукції, може конкурувати з іноземними аналогами.

**Висновки:**

1. На основі результатів аналітичних досліджень визначено основні технологічні операції по виробництва твердого біопалива (паливних гранул) з рослинної біомаси сільськогосподарських культур. Встановлено, що в залежності від стану вхідної сировини, її технологічних параметрів та фізико-механічних властивостей, кількість технологічних операцій та послідовність їх виконання може бути змінена в будь-якому конкретно взятому випадку. Встановлено, що процес виробництва твердого біопалива, в т.ч. паливних гранул, потребує постійного та свеєчасного контролю параметрів вихідної продукції. В той же час на якість паливних гранул суттєво впливають вологість, ступінь подрібнення і фізико-хімічні властивості сировини, однак завдяки відповідності кінцевої продукції заданим параметрам якості і визначається їх вартість та нарямок використання.

2. На підставі системного аналізу розглянуто основні типи технологічних ліній виготовлення паливних гранул, які передбачають виконання основних виробничих операцій з використанням універсальних технічних засобів, що сприятиме підвищенню ефективності твердопаливного виробництва на 12-18 %.

Таблиця 3 – Порівняльна характеристика машин для виробництва твердого біопалива

| Марка, фірма-виробник, країна | Показники | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Продуктивність,кг/год | Встановлена потужність, кВт | Маса, кг | Найбільша вологість матеріалу,% | Тип преса, матриці | Питомі енерговитрати, кДж/кг |
| RUF RB110 | 110 | 8 | 1900 | 15 | штемпельний | 261,8 |
| BRIO 155 | 60 | 5,5 | 660 | 20 | поршневий | 330 |
| BP500 (Global Edge) | 80 | 5,5 | 710 | 20 | поршневий | 247,5 |
| OSCAR (Італія) | 150 | 9,2 | 1250 | 20 | поршневий | 220,8 |
| TH300 (WEIMA) | 80 | 8 | 870 | 18 | поршневий | 360 |
| MODEL 110 | 110 | 5,5 | 1900 | 15 | штемпельний | 180 |
| УБО 2 (Росія, ЖАСКО) | 750 | 53,2 | 1150 | 12 | шнековий | 255,4 |
| BIOMASSER (Польща) | 50 | 4,2 | 240 | 15-30 | шнековий | 177,9 |
| УБ-01(Україна) | 480 | 39,2 | 980 | 12 | шнековий | 294 |
| ЕВ 350 (Україна) | 350 | 40 | 1200 | 13 | шнековий | 411,4 |
| ПТБ-1 (Росія) | 400 | 48,7 | 2500 | 12 | шнековий | 438,3 |
| HOTPRESS DUO (Україна) | 160 | 13,2 | 500 | 10-20 | шнековий | 191,3 |

**Список літератури:**

1. Свистунова І.В. Тверде біопаливо в тепло забезпеченні села / І.В. Свистунова, В.О. Глотова, А.В. Філатова // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету : технічні науки. – Вінниця : ВНАУ, 2011. – Вип. 7. – С. 119–122.

2. Прес-гранулятори серії ОГМ. Сайт компанії ТОВ "Доза-Гран", режим доступу http://www.dozagran.com/ru/catalog/ogm6

3. Прес-гранулятори серії ДГ. Сайт компанії ТОВ "Доза-Гран", режим доступу http://www.dozagran.com/ru/catalog/dg

4. Дроздник И.Д. Топливные пеллеты и брикеты: ресурсы, нормативная база / И.Д. Дроздник, Д.В. Мирошниченко // Відновлювальна енергетика. – 2009. – № 4. – С. 64-69.

5. Сарана В.В. Багатокритеріальна оцінка сучасного обладнання для виготовлення паливних гранул і брикетів з відходів переробки сільськогосподарських культур та деревини / В.В. Сарана, М.М. Гудзенко, С.М. Кухарець // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика. – К.: НУБіП України, 2010. – Вип. 144, ч. 3. – С. 190-198.

6. Проспекти ведучих компаній з розробок технологій та обладнання для виробництва твердого біопалива [Електронний ресурс]. Режими доступу до журн.: http://fuelalternative.com.ua; www.pelletsgold.com/; www.bioresurs.com.ua/; www.evrobriket.ru; www.elo.ru; www.presmash.if.ua; www.briketmal.kiev.ua; www.tk-ines.ru; www.ivtech.de; www.eco-en.ru; www.jasko.ru; www.weima.com.ua; http://npk-atek.ru; www.alligno.ru; www.generatortepla.ru; www.ecodrevprom.ru; www.pellets.narod.ru; www.briket-ruf.ru/briket.html; www.ekko.com.ua; www.gama-pardubice.cz; www.testmer.com.pl; www.lesintech.ru; www.forwood.spb.ru; www.technogelion.ru; www.ecology-energy.ru; www.dozator.com.ua

7. Біопалива (технології, машини і обладнання) / В.О. Дубровін, М.О. Корчемний, І.П. Масло та ін. – К.: Енергетика і електрифікація, 2004. – 256 с.

8. Біоенергія в Україні – розвиток сільських територій та можливості для окремих громад: Науково-методичні рекомендації / [В.О. Дубровін, М.Д. Мельничук, Ю.Ф. Мельник та ін.] – К: НУБіП України, 2009. – 122 с.

9. Севастьянова С.Н. Биоэнергетика. Древесные (топливные) гранулы / С.Н. Севастьянова // Вестник Оренбургского государственного университета. – Оренбург: ГОУ ВПО ОГУ, 2009. – № 10. – С. 133-138.

10. Гомонай М.В. Производство топливных брикетов. Древесное сырье, оборудование, технологии, режимы работы: монография / М.В. Гомонай. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. – 68 с.

11. Биоэнергетика: мировой опыт и прогнозы развития / [Л.С. Орсик, Н.Т. Сорокин, В.Ф. Федоренко и др.]. – М.: Росинформ агротех, 2008. – 404 с.

12. Безвідходне виробництво зернових культур в системі АПК. Науково-методичні рекомендації щодо продовольчого та енергетичного використання сільськогосподарської сировини / [С.М. Кухарець, С.М. Іванюта, М.В. Кузубов та ін.] – К.: 2009. – 63 с.

13. Принципова схема виробництва паливних гранул з біомаси. Режим доступу: http://bio.ukrbio.com/ua/articles/1817

14. Каталог обладнання для виробництва паливних гранул СП і Кº. Режим доступу http://www.sp-co.ru/catalog/pellets-briquettes/114/

## ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТВЕРДОГО БИТОПЛИВА

**Гайденко О. Н.,**
ученый секретарь Кировоградской ГСХОС НААН, к. т. н., с. н. с.

*На основании системного анализа определено перечень технологических операций и предложены типы технологических линий для изготовления топливных гранул и топливных брикетов, которые предусматривают проведение основных производственных операций с использованием технических средств разного производства.*

*Ключевые слова: твердое биотопливо, топливные гранулы, солома, растительная биомасса, технология производства.*

# TECHNICAL DECISIONS FOR THE PRODUCTION OF SOLID BIOFUELS

**O. Gaidenko,**
Scientific Secretary of the Kirovograd SAES of the NAAS, PhD, senior research fellow

*On the basis of a system analysis it was determined a list of technological operations and were proposed the types of technological lines for the production of fuel pellets and fuel briquettes, which provided the use of major manufacturing operations using the technical means of different production.*

*Keywords: solid biofuel, pellets, straw, plant biomass technology of production.*

# ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕХАНІЗАЦІЇ ГОДІВЛІ ВРХ В УМОВАХ КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Гайденко О. М.[1], Кернасюк Ю. В.[2]**
[1] вчений секретар Кіровоградської ДСГДС НААН, к. т. н., с. н. с.
[2] старший науковий співробітник лабораторії маркетингу, економічного аналізу та захисту інтелектуальної власності Кіровоградської ДСГДС НААН, к. е. н.

*Ефективна організація і економічно обґрунтований вибір системи годівлі великої рогатої худоби з використанням сучасних багатофункціональних технічних засобів є запорукою конкурентоспроможного виробництва продукції скотарства.*

*Ключові слова: технологічні засоби, кормозмішувач, скотарство, годівля, витрати кормів, ефективність.*

**Постановка проблеми.** У скотарстві однією з нагальних проблем є збалансування раціонів годівлі тварин з усіма поживними речовинами і елементами та організації дозованої роздачі кормів. Вирішення означеної проблеми знаходиться в площині використання сучасних змішувачів-кормороздавачів, які здатні суттєво покращити умови годівлі тварин та зменшити витрати кормів на одиницю продукції.

Загальновідомо, що для одержання високого надою молока на корову і середньодобових приростів великої рогатої худоби та здешевлення собівартості продукції скотарства до рівня забезпечення прибутковості галузі важливо не лише вчасно заготовляти високоякісні корми і збалансовувати їх за основними поживними речовинами у раціонах годівлі, але й забезпечити якісне приготування кормових сумішей та здійснити їх рівномірне роздавання тваринам. Недотримання зазначених умов годівлі призводить до значних перевитрат кормів, особливо на виробництві приросту живої маси великої рогатої худоби, де їх окупність у середньому за даними аналізу річних звітів сільськогосподарських підприємств складає 14-15 ц. корм. од. замість 7-8 згідно даних спеціальної нормативної літератури [1].

Ця проблема залишається актуальною для багатьох господарств в усіх регіонах України, в тому числі стосується і Кіровоградської

області. Ефективне її вирішення потребує застосування комплексного підходу з огляду на необхідність широкого впровадження інноваційних рішень в годівлі великої рогатої худоби на основі перспективних технологічних засобів як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва.

**Мета досліджень.** Комплексно дослідити техніко-економічні аспекти і особливості конкурентоспроможного виробництва продукції скотарстві на інноваційній основі в умовах Кіровоградської області та обґрунтувати перспективні технологічні засоби для її підвищення.

**Результати досліджень.** За даними багаторічних досліджень в значній частині господарств Кіровоградської області ще продовжують використовувати на фермах традиційну систему механізованого приготування і роздавання кормів, яка включає наявність кормоцехів, завантажувачів кормів і роздавачів КТУ-10. Ця технологія передбачає використання, передусім, багатокомпонентних кормових сумішей і розрахована на отримання в середньому до 4-5 тис. кг молока в рік та 400-500 г середньодобових приростів молодняку на вирощуванні і відгодівлі.

З точки зору комплексного аналізу ресурсоощадливості застосування означеної технології її застосування в більшості сільськогосподарських підприємств не забезпечує ефективного контролю за використанням кормів і збалансування за поживними речовинами, про що свідчать річні показники їх витрат з розрахунку на 1 ц продукції, особливо значні їх перевитрати при вирощуванні живої маси молодняку великої рогатої худоби на м’ясо (табл. 1).

Таблиця 1. Середні витрати кормів на виробництво 1 ц продукції в сільськогосподарських підприємствах Кіровоградської області

| Показники | Роки | | |
|---|---|---|---|
| | 2012 | 2013 | 2014 |
| Молоко – всього, ц к. од. | 0,96 | 0,89 | 0,87 |
| у т. ч. концентрати | 0,32 | 0,32 | 0,33 |
| Приріст ВРХ – всього, ц к. од. | 14,50 | 14,00 | 14,08 |
| у т. ч. концентрати | 4,50 | 4,33 | 4,54 |

Джерело: Державна служба статистики України

Іноземний досвід і діяльність сучасних тваринницьких комплексів вітчизняних аграрних компаній доводить ефективність використання багатофункціональних кормороздавачів-змішувачів (міксерів) для приготування високоякісних кормових сумішей і роздачі їх на молочних фермах і відгодівельних майданчиках тваринам з метою одержання високих показників їх продуктивності.

Кормороздавачі-змішувачів випускаються як в самохідному, так і в причіпному варіантах. Додатково в їх конструкціях можуть бути передбачені горизонтальні і вертикальні шнеки для подрібнення – змішування великостеблових кормів, зокрема в рулонах і паках, а також обладнані спеціальними пристроями для самозавантаження кормів, або ж без них.

Окрім завантаження і транспортування кожного з складових кормових компонентів, сучасні високотехнологічні кормороздавачі-змішувачі спроможні забезпечити, насамперед, їх оптимальне дозування, додаткове подрібнення, змішування і роздавання готових кормових сумішей великій рогатій худобі.

На вітчизняному ринку представлені кормороздавачі відомих зарубіжних фірм: “Kuhn”(Франція), “Trioliet” (Нідерланди), “DeLaval” (Швеція), “Seko” (Італія), “Roto-mix” (США) та ін. Добре себе зарекомендували також і самохідні вертикальні кормороздавачі Leader відомої німецької компанії групи GEA Farm Technologies.

У Кіровоградській області на молочнотоварному комплексі “Петріківське молоко” компанії ТОВ “Украгроком”, розрахованому на утримання 5000 голів великої рогатої худоби, для годівлі тварин застосовують самохідні кормозмішувачі модельного ряду Leader, а також причіпні Mix&Drive (табл. 2).

Таблиця 2 Основні характеристики самохідного кормозмішувача марки Leader

| Показники | Leader, GEA Farm Technologies (Німеччина) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 900 | 1100 | 1400A | 1400B | 1700 | 1700 | 2000 |
| Об’єм бункера, $м^3$ | 9 | 11 | 14 | 14 | 17 | 17 | 20 |
| Тип шнека | вертикальний | | | | | | |
| Максимальне завантаження, т | 3,5 | 3,8 | 5,2 | 5,2 | 5,7 | 5,7 | 6,5 |

Більш потужними є самохідні кормозмішувачі лінійного ряду Leader Double, які доцільно використовувати на фермах 3000 і більше голів (табл. 3).

Таблиця 3 Основні характеристики самохідного кормозмішувача марки Leader Double

| Показники | Leader Double, GEA Farm Technologies (Німеччина) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1800 | 2200 | 2600 | 2800 |
| Об'єм бункера, м$^3$ | 18 | 22 | 26 | 2800 |
| Тип шнека | вертикальний | | | |
| Максимальне завантаження, т | 6,0 | 7,2 | 8,0 | 8,4 |

Самохідні змішувачі-кормороздавачі марки Leader і Leader Double мають максимальний об'єм завантаження кормової суміші від 3,5 т до 8,4 т. Їх доцільно використовувати на фермах з поголів'ям великої рогатої худоби більше 1000 голів.

У середніх, за розміром утримуваного поголів'я великої рогатої худоби, і окремих великотоварних господарствах області, широко застосовують для годівлі тварин мобільні напівпричіпні кормороздавачі, зокрема Trioliet Solomix в ТОВ Фірма "Олто" і Penta 3020SD у ТОВ "Прогрес"(табл. 5).

Таблиця 5 Основні характеристики напівпричіпних кормозмішувачів іноземного виробництва

| Показник | Mix&Drive, "GEA Farm Technologies" (Німеччина) | Trioliet Solomix, "Trioliet" (Нідерланди) | Penta 3020SD, "Penta" (Канада) |
|---|---|---|---|
| Об'єм бункера, м$^3$ | 11 | 10 | 12 |
| Тип шнека | вертикальний | вертикальний | вертикальний |
| Маса завантаженого корму, т | 3,8 | 3,5 | 4,0 |

Інновації і новітні технології, які використовує при виробництві самохідних змішувачів-кормороздавачі, передусім базуються на

багаторічних дослідженнях і розробках фахівців, і завжди спрямовані на реальні потреби тваринництва.

При цьому у центрі уваги перебувають такі важливі складові інноваційних технологічних рішень, як якість приготування кормів і максимальна ефективність використання техніки, а також подовження терміну експлуатації за умов її високої надійності.

Певний інтерес для галузі представляє використання причіпних змішувачів-кормороздавачів, які агрегатуються з тракторами класу 1,4 (МТЗ-80/82, ЮМЗ-6), зокрема Mix&Drive різних марок виробництва компанії GEA Farm Technologies.

Застосування змішувачів-кормороздавачів здатне не лише суттєво покращити якість приготування кормів і оптимізувати їх склад, але забезпечує суттєву економію електроенергії, яка споживається кормоцехом при змішуванні компонентів кормової суміші для великої рогатої худоби та витрати з розрахунку на 1 ц продукції.

Серед обладнання вітчизняного виробництва виділяються кормороздавачі для приготування і роздавання кормової суміші модельного ряду КПС-9 і КПС-12, які за окремими технічними характеристиками не поступаються іноземним зразкам, проте коштують порівняно менше (табл. 6).

Таблиця 6 Основні характеристики напівпричіпних кормозмішувачів вітчизняного виробництва

| Показник | ВАТ “Брацлав” (Україна) | |
|---|---|---|
| | КСП-9 | КСП-12 |
| Об’єм бункера, $м^3$ | 9 | 12 |
| Тип шнека | вертикальний | вертикальний |
| Маса завантаженого корму, т | 3,0 | 4,0 |

Для приготування збалансованої за вмістом кормової суміші у вищеозначених кормороздавачах використовується електрона система зважування кормових інгредієнтів, яка дозволяє дотримуватися оптимальних параметрів при їх змішуванні.

**Вартість і окупність кормозмішувачів-роздавачів.** У господарствах регіону сьогодні використовують кормозмішувачі роздавачі різних марок і типів вітчизняного і іноземного виробництва. Найбільше розповсюджені сьогодні одержали мобільні причіпні

змішувачі-кормороздавачі і самохідні, зокрема у великотоварних господарствах.

Середня вартість самохідного змішувача-кормороздавача закордонного виробництва залежить від його потужності і типу, і може коливатися в межах 123-140 тис. євро. При цьому із розрахунку на 1 м$^3$ об'єму ціна змішувача-кормороздавача знижується пропорційно до його потужності. При ємкості від 9 до 20 м$^3$ об'єму, відповідно з 13701 євро при до 6989 євро. Аналогічна залежність спостерігається і для причіпних кормозмішувачів потужністю 9-17 м$^3$. Однак їх вартість є значно нижчою, порівняно із ціною самохідного кормозмішувача.

Окупність даного обладнання буде залежати як від технічних характеристик і потужностей завантаження кормосуміші, так і від розміру обслуговуваного поголів'я великої рогатої худоби на фермі (рис. 1).

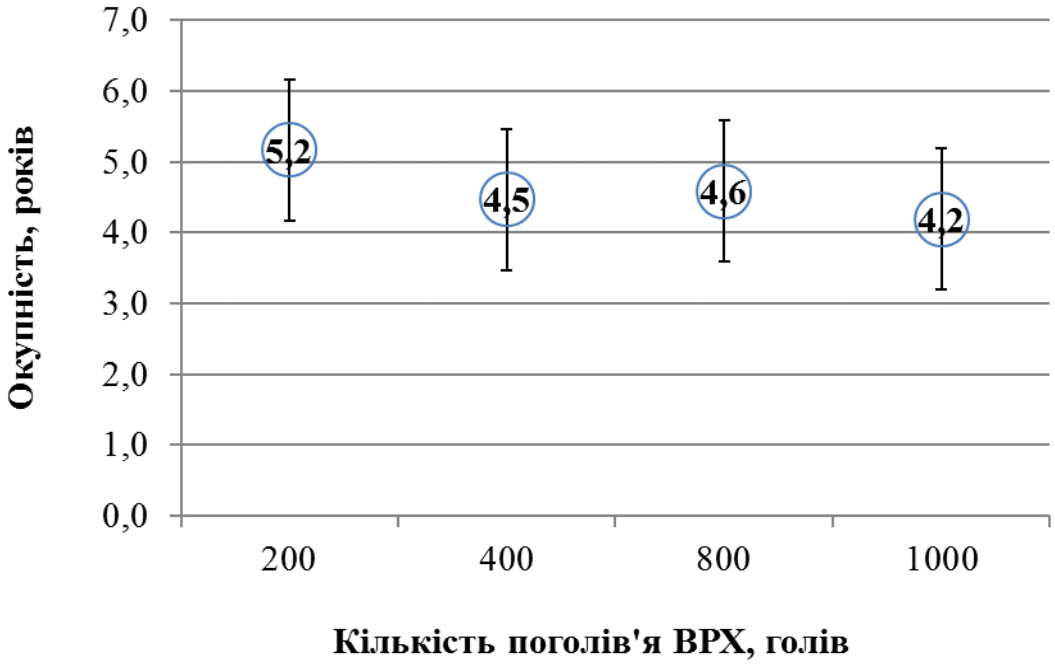



Рис. 1. Оцінка окупності інвестицій у придбання самохідного змішувача-кормороздавача

Термін окупності і економічної доцільності придбання сучасних змішувачів-кормороздавачів доцільно розраховувати для різних за розмірами утримуваного поголів'я тварин господарств шляхом

врахування ефекту від економії витрат кормів при його використанні та рівня завантаження технічних засобів.

Потребу в засобах механізації для ферм обґрунтовували з огляду на розмір утримуваного поголів'я тварин, враховуючи технічні характеристики обладнання.

При роздаванні кормів мобільними кормороздавачами необхідно визначити їх вантажопідйомність, тривалість одного рейсу (циклу) та загальну кількість кормороздавачів для ферми за методикою, яка наводиться в спеціальних літературних джерелах [2-3].

Зокрема, для молочнотоварних ферм з кількістю утримуваного поголів'ям великої рогатої худоби до 200-400 голів та 1 кормороздавачем-змішувачем марки його використання окупиться максимум через 5 років за рахунок економії експлуатаційних витрат на утримання кормоцеху, тоді як при використанні двох одиниць технічних засобів і поголів'я 800-1000 голів – до 4 років.

Проведене дослідження регіональних аспектів конкурентоспроможного розвитку скотарства засвідчило, що в Кіровоградській області сформувалися два основних організаційно-економічні типи господарств з наявної їх кількості, які займаються даною галуззю тваринництва.

Перший – сільськогосподарські підприємства, що переважно використовують обладнання і будівлі, спроектовані до 1991 року, передусім за умов прив'язного способу утримання великої рогатої худоби і доїнням в молокопровід або в переносні відра. Годівлю тварин в цих господарствах забезпечують здебільшого з використанням кормоцехів, завантажувачів кормів і роздавачів КТУ-10.

До другого типу підприємств належать господарства, що за останні роки здійснили реконструкцію і переоснащення молочнотоварних ферм і спеціалізованих комплексів та побудували нові приміщення, і здебільшого, використовують безприв'язний спосіб утримання тварин та застосовують сучасні автоматизовані установки і доїльні зали іноземного виробництва, а також самохідні і причіпні кормозмішувачі-роздавачі кормів.

**Висновки:**

1. Ефективна організація годівлі тварин є запорукою високопродуктивного ведення тваринництва, а отже і окупності

кормів продукцією та забезпечення конкурентоспроможного ведення галузі.

2. Аналіз забезпечення галузі скотарства в Кіровоградській області технічними засобами засвідчив, що з однієї сторони існує потреба їх якісного оновлення за рахунок впровадження сучасних інноваційних технологій, а з іншої внаслідок значного скорочення поголів'я великої рогатої худоби спостерігається невідповідність показникам нормативного завантаження.

3. Інноваційні рішення для вдосконалення систем годівлі, які сьогодні пропонують як зарубіжні, так і вітчизняні компанії – це технології майбутнього, які вже сьогодні є реальністю на ринку кормороздавачів нового покоління.

**Список літератури:**

1. Річні нормативи заготівлі та структури кормів для різних видів тварин у залежності від їх продуктивності по зонах України / [Руденко Є. В., Помітун І. А., Кравцов Е. К. та ін.]. – Харків. : Інститут тваринництва УААН, 2008. – 30 с.

2. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств: Навч. посібник для студентів вищих аграрних закладів освіти / І.І. Ревенко, В.Д. Роговий, В.І. Кравчук [та ін.] ; за ред. І. І. Ревенка. – К. : Урожай, 1999. – 192 с.

3. Машини та обладнання для тваринництва. У двох томах. Т.1. / О. А. Науменко, І. Г. Бойко, О. В. Нанка [та ін.] ; за ред. І. Г. Бойка. – Харків.: ХНТУСГ, 2006. – 225 с.

**УДК**

# ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРИЙОМИ ОТРИМАННЯ РАННЬОГО ВРОЖАЮ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР

**Дейнека С.М.**[1]
[1] здобувач, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

**Анотація:** у статті розглянуто основні технологічні прийоми, які сприятимуть зменшенню енергозатрат для вирощування ранніх овочів. Проаналізовано технології, які впливають на процес швидкої появи дружніх сходів від вибору насіння і обробітку ґрунту до заходів боротьби зі шкідниками і хворобами.

**Ключові слова:** овочі, насіння, посів, технології, врожай.

**Постановка проблеми:** зростання обсягів виробництва овочів не забезпечується за рахунок інтенсифікації галузі, оскільки виробництво на сьогодні переважно сконцентроване в господарствах населення й має екстенсивний характер. Отримання ранніх овочів є ефективним, оскільки вони мають вищу ціну на ринку, а також можна використати ґрунт повторно для отримання ще і пізнього врожаю.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій:** Зважаючи на важливу роль овочів як складових формування продовольчої безпеки дослідженню їх виробництва присвячено багато наукових праць. Про це засвідчують дослідження: Балабанова Г.В., Вітанова А, Дементьева С., Сухого П. О., Юрчишина В. В. та інших .

**Мета дослідження:** підвищити врожайність овочевих рослин та зменшити енергозатрати на вирощування ранньої продукції шляхом використання наступних технологічних прийомів.

**Виклад основного матеріалу:**

**Особливості обробітку ґрунту під овочеві культури.**

Система обробітку ґрунту під овочеві культури майже така, як і під польові. При цьому слід брати до уваги те, що овочеві культури утворюють велику вегетативну масу і порівняно невелику кореневу

систему. Це зумовлює значно більшу вимогливість їх до родючості і вологості ґрунту.

Деякі овочеві культури мають дрібне насіння, яке висівають на глибину 0,2-2 см. Тому для них треба старанно обробляти верхній шар ґрунту. Насіння окремих культур містить ефірну олію, внаслідок чого погано вбирає вологу і повільно проростає (сходи з'являються на 10-20-й день після сівби). За цей період з'являється багато бур'янів, які швидко переростають культури та пригнічують їх.

Все це свідчить про те, що основним завданням системи обробітку ґрунту в овочевих сівозмінах є створення глибокого орного шару, посилення аерації, нагромадження достатньої кількості поживних речовин, зменшення забур'яненості полів, знищення шкідників і збудників хвороб, а також вирівнювання поверхні ґрунту. Лише такий обробіток ґрунту сприяє дружному проростанню насіння, росту і розвитку рослин та забезпечує високу врожайність овочевих культур [6] .

**Вибір насіння.** Визначальною ланкою інтенсивних технологій є сорт. Він має велике значення у забезпеченні ресурсоекономічності і рентабельності виробництва. Сорти, що мають комплексну стійкість до хвороб та шкідників, є основою низькозатратних екологічно безпечних технологій. Крім цього, використання сортів та гібридів різних строків дозрівання дає можливість створювати конвеєр надходження овочевої продукції, що важливо при її реалізації, переробці, зберіганні і рівномірному використанні трудових ресурсів та техніки. Сорти та гібриди, пристосовані до місцевих ґрунтово-кліматичних умов, забезпечують дружню появу сходів за зниженої температури, нормально ростуть та розвиваються за несприятливих умов.

**Підготовка насіння.** Підготовка насіння до посіву може включати наступні технології:

- Фракціонування (сортування);
- Пророщування;
- Барботування;
- Дражування.

**Фракціонування насіння.** Академік В.І.Едельштейн [9] вказував, що урожай від однієї рослини, що виросла з великої насінини редиски, капусти, огірка та інших овочевих культур, буває в 1,5-2 рази вище врожаю від рослини, отриманої з дрібної насінини. Більш щільне, з великою питомою вагою насіння містить необхідну кількість поживних речовин і має високу життєздатність. При посіві великим насінням підвищується густота рослин, поліпшуються ознаки, що характеризують структуру врожаю. Калібрування насіння, крім економії його, значно скорочує трудові витрати на проріджування рослин. Найбільша схожість насіння відзначена у великих і середніх фракцій.

Таким чином, ретельне сортування насіння перед посівом забезпечує точний висів, покращує технологію вирощування коренеплодів.

**Висів пророщеним насінням**. Як відомо, висів пророщеного насіння відбувається разом з водою, що забезпечує полив дна борозенок на які висівається пророщене насіння. Таким чином пророщене насіння попадає у вологий ґрунт, що збільшує швидкість проростання овочевої культури і густоту появи сходів [5].

**Барботування насіння у воді киснем.** В дослідженнях Щепеткова М., Таучелова М., у варіантах з барботуванням польова схожість насіння збільшувалася на 3,4-17,8%, сходи коренеплодів з'являються раніше, поодинокі на 1- 4, повні на 2-3 днів, на метрі рядка сходів буряків було більше на 7,0-16,9%, моркви на 27,8%, ніж при замочуванні у воді. Прискорення проростання насіння і підвищення його польової схожості при барботуванні обумовлені постійним і рівномірним постачанням насіння під час обробки і водою, і киснем. Під час барботування прискорюється набухання насіння в порівнянні зі звичайним замочуванням і вимивання з них метаболітів, спостерігається більш рання активізація ферментних систем і трансформація складних пластичних речовин в більш прості. У насінні після барботування підвищується вміст глутамінової кислоти (стимулятор проростання).

Найбільша польова схожість насіння відзначена у варіанті з барботування протягом 20 год.

Цінність барботування в тому, що оброблене насіння можна закладати на тривале зберігання. Попередньо висушене до первинної вологості в повітряному потоці при температурі не нижче 25- 300 С, барботоване насіння не втрачає «відкладеного» ефекту до року [7].

**Дражування насіння.** Насіння набувають великої ваги і об'єму. Якщо 1000 штук недражованого насіння моркви сорту Нанська важить 1,3-1,5г., то дражовані (діаметр драже 3-4мм) -17-18г. Укрупнення насіння забезпечує рівномірність висіву їх сівалкою, скорочує норми висіву на гектар і усуває витрати на проріджування сходів. При проростанні дражованого насіння поживні речовини знаходяться в безпосередній близькості до молодих рослин в найвідповідальніший період їх життя, коли відбувається посилене ділення клітин і розвиваються сходи пред'являють підвищені вимоги до мінерального живлення.

Основна перевага дражування - можливість їх точного висіву, що дозволяє створити можливість для механізованого проріджування рослин або повністю її виключає. Останнє дуже важливо для коренеплодів, так як при проріджуванні часто пошкоджується коренева система сусідніх рослин [4].

**Висів у ґрунт.** Посів - це розміщення насіння рослин у верхньому шарі ґрунту із заданою конфігурацією і необхідної глибиною їх закладення. Основні завдання посівних робіт - рівномірний розподіл насіння на поверхні, що особливо важливо при точному посіві, і розміщення їх на однаковій глибині. Дуже важливо також дотримуватися норм посадки і норми висіву, що створює передумови для оптимальної густоти рослин в подальшому. Для того щоб використовувати при догляді за рослинами і для збирання врожаю сучасну техніку, при посіві (або посадці) прагнуть дотримуватися прямолінійності рядів і міжрядь, особливо в кінці гонів, на поворотах. Для забезпечення повних і дружних сходів треба використовувати завчасно оброблене насіння, а сам посів проводити негайно після ретельної підготовки ґрунту або одночасно з нею. Забезпечення рівних і дружніх сходів полегшує надалі догляд за рослинами, створює передумови для одночасного дозрівання врожаю.

Весняний посів і посадку використовують найбільш широко для отримання раннього врожаю у відкритому ґрунті . Ранньою весною сіють насіння і садять розсаду таких холодостійких культур, як

більшість зелених, представників сімейства Селерових, горох, літні сорти редьки, ріпу, буряки, моркву і інші рослини. Посів і посадка в ранні терміни дають можливість отримати більш ранню продукцію, крім того, ці терміни незамінні в північних районах, оскільки дозволяють отримати урожай в умовах короткого вегетаційного періоду.

**Глибина загортання насіння.**

Більш глибока закладення, ніж потрібно даній культурі, може перешкоджати дружному проростанню насіння і отриманню раннього врожаю. Більш того, для ряду культур вона взагалі може привести до появи лише поодиноких сходів. Згадайте, адже в природі падаюче на землю насіння загортає лише вітер, тому намагайтеся, щоб глибина загортання насіння була мінімальною.

Рекомендована глибина загортання насіння:

0,5-1,0 см - дуже дрібне насіння (розсада, селера, салат, щавель, естрагон)

1,0-1,5 см - дрібні (морква, петрушка, кріп)

2-3 см - середні (перець, капуста, цибуля, томат, баклажан)

3-4 см - великі (огірок, диня, кавун, редис, шпинат)

4-6 см - дуже великі (квасоля, боби, горох, гарбуз, кукурудза)

**Організація поливу.** Овочеві рослини вибагливі до вологості ґрунту, деякі з них – до вологості повітря.

При організації поливів овочевих рослин слід враховувати те, що не всі види поливів мають однаковий ефект. Поливи дощуванням короткоструминними та середньоструминними дощувальними машинами та установками порівняно швидко виконуються, однак, вода при цьому потрапляє на рослини, що призводить до розвитку та розповсюдження хвороб, особливо на рослинах родин Пасльонових та Гарбузових. За поливу по борознах цього не трапляється, оскільки вода просочується у відкоси та дно борозен і у більшому обсязі зволожує кореневу систему, що перешкоджає утворенню кірки, випаровуванню поливної води та її скидів. Усе це сприяє формуванню високого врожаю, підвищенню його товарності та якості. Однак цей вид поливу не знайшов широкого застосування через трудомісткість, велику затрату часу на його виконання.

Найбільш досконалим поливом у відкритому і закритому ґрунті є крапельний. Він дає можливість економно витрачати воду, проводити кореневі підживлення, зменшити поливні і зрошувальні норми [3].

**Боротьба з бур'янами.** Своєчасність початку робіт на полі після посіву насіння не тільки забезпечує дружність і хорошу густоту стояння сходів, але дозволяє в наступні часи створити сприятливі умови для росту і розвитку рослин і накопичення ними повноцінного врожаю. Першочергова турбота для цього періоду - очищення поля від бур'янів шляхом масового знищення їх сходів, а також руйнування ґрунтової кірки. Це завдання вирішується застосуванням ряду агротехнічних прийомів. Досить ефективним є боронування («сліпе» по сходам) при вирощуванні багатьох овочевих культур, якщо дотримуватись технології і термінів виконання. Дуже важливо, щоб боронування відбувалося вдень, коли молоді рослини не мають напруженого тургору, стають еластичними і страждають від робочих органів борони менше, ніж рано вранці. Частина сходів при боронуванні загине, тому слід передбачити збільшення норми висіву на 15-20%.

Більш ефективна досходова культивація міжрядь. Культивація або фрезерування міжрядь по сходам забезпечують повне знищення бур'янів між рядами рослин, але залишається досить широка необроблена смуга - 7-10 см з обох боків ряду овочевих рослин. Для знищення бур'янів в рядках доводиться застосовувати ручну прополку або механічне проріджування. В інтенсивному овочівництві їх замінюють хімічними «прополками». Такий спосіб очищення поля від бур'янів найбільш ефективний.

Можна звичайно використати пестициди, але пам'ятайте про негативні наслідки.

**Використання сівозміни.** Впровадження сівозмін та розміщення овочевих культур після кращих попередників зменшує не лише ризик ураження рослин хворобами, а й небезпеку насінної інфекції у насінницьких посівах. Інфекція грибкових, бактеріальних і вірусних хвороб знижує якість насіння, тому передпосівна його підготовка є невід'ємним агротехнічним заходом, який необхідно удосконалювати, обмежуючи застосування пестицидів та створювати спеціальні цехи для підготовки насіння овочевих культур.

**Заходи боротьби з шкідниками і хворобами в овочевих сівозмінах.** У системі заходів щодо підвищення врожайності овочевих культур важливе значення має боротьба з шкідниками і хворобами. Це зумовлено тим, що при вирощуванні овочів, особливо у спорудах закритого ґрунту, створюються сприятливі умови для розвитку

шкідників і хвороб – висока температура і вологість повітря, значна облистяність рослин і застій повітря.

Щоб запобігти поширенню хвороб і шкідників при вирощуванні овочевих культур, здійснюють профілактичні, механічні, термічні, хімічні і біологічні заходи. Особливу увагу слід приділяти профілактичним, агротехнічним, механічним, термічним і біологічним заходам. Хімічні заходи боротьби слід застосовувати обмежено. Пояснюється це тим, що після хімічних обробок у продукції залишається певна кількість пестицидів і їх похідних, шкідливих для людського організму [2].

**Висновки:** Останніми роками спостерігаються позитивні зміни в овочевому бізнесі, однак, його розвиток вимагає вивчення і матеріальних затрат. Розв'язання практичних питань збільшення раннього врожаю овочевих культур при зменшенні енергозатрат неможливе без використання досягнень науки і передового досвіду, без пізнання біологічних особливостей рослин і їх зв'язку з навколишнім середовищем.

**Список використаних джерел:**

1. Галузева Програма «Овочі України – 2015» / С. І. Корнієнко, В. А. Кравченко, В. В. Хареба та ін. – Х. : Плеяда, 2012. – 56 с.
2. Грабак Н.Х., Топіха І.Н. та ін. Основи ведення сільського господарства та охорона земеь/ навч. посібник.-К.,2005. – 796с.
3. Деменьтьев С.Ю. Совершенствование организационно-экономического механизма повышения эффективности производства овощей на основе внедрения новых технологий.// Таврический научный обозреватель.-№1,2016
4. Ижик Н.К. Полевая всхожесть семян (биология, экология, агротехника). – «Урожай». Киев, 1976 – 198с.
5. Мазоренко Д.І., Ящук А.І., Пастухов В.І. та інші. Механізовані технології в овочівництві, баштанництві та насінництві. – Харків: ХНТУСГ, 2010. – 270с.
6. Чернецький В.М., Чередниченко Л.І.. Завдання овочівництва України та шляхи їх вирішення.//Збірник наук. працьВНАУ №36 Вип.4 2012
7. Щепетков Н.Г. Научные основы высокой продуктивности овощных культур /уч.пособие – Астана, 2013.-135 с.

8. Щепетков Н.Г., Таучелов М.А. Урожай моркови при посеве на конечную густоту в зависимости от подготовки семян //Вестник с.-х.
науки Казахстана, № 1, 1986 – С. 49 – 51.
9. Эдельштейн К.И. Овощеводство. - М.: Сельзозгиз, 1953

**Аннотация:** в статье рассмотрены основные технологические прийомы, которые будут способствовать уменьшению энергозатрат на выращивание ранних овощей. Проанализировано технологии, которые влияют на процесс появления одновременных сходов от отбора семян и обрабатывания почвы до средств защиты от насекомых и болезней.

**Summary:** the article tells about main technological tricks, which help reduce energycosts for growing early vegetables. Analyzed the technologies, that affect on the process quick appearing of friendly spouts from choosing seeds to fritting pests and diseases.

**© Дейнека С.М., 2016**

**УДК 631.312**

# ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ОДНОТИПНОЇ ГОДІВЛІ КОРІВ

**Ікальчик М.І.**[1]
[1] кандидат технічних наук, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, Україна

*В статті розглянуто технологічний процес утримання ВРХ, проведено аналіз однотипної та пасовищної типів годівлі, та запропоновано шляхи підвищення ефективності утримання ВРХ за допомогою розробки раціонів під використання цілорічно-однотипної годівлі. Однотипна годівля забезпечить високорентабельне виробництво продукції тваринництва.*

***Технологія, годівля, корови, кормо сумішки, ефективність.***

**Постановка проблеми.** Сучасний стан тваринництва в Україні ставить задачі по впровадженню нових технологій, зокрема типів годівлі корів, які забезпечують найбільший економічний ефект.

На сьогодні відомі два основні типи годівлі, які практикуються в молочному скотарстві, саме в літній період: однотипна та пасовищний тип годівлі. Вони мають свої переваги та недоліки. Саме тому при виборі типу годівлі в умовах конкретного господарства необхідно враховувати цілий ряд факторів, серед яких потрібно виділити: можливість організації повноцінного випасу тварин, наявність обладнання для згодовування однотипних кормів, систему утримання тварин та ін.. Лише найбільш повне врахування всіх факторів дає можливість зробити правильний вибір.

**Аналіз останніх досліджень.** Звертаючи увагу на практичний досвід вибору конкретного типу годівлі в умовах реального виробництва, слід зазначити, що кожне окреме господарство орієнтується на власний досвід, можливості та умови виробництва.

Окремі господарства практикують цілорічно-однотипну годівлю [1, 3]. Однотипна годівля корів сьогодні використовується переважно на великотоварних фермах, на яких важко організувати повноцінний випас тварин.

Найкращі результати при застосуванні однотипної годівлі спостерігається в господарствах, які застосовують безприв’язний

спосіб утримання тварин, годівлі тварин з кормових столів та проводять групування тварин відповідно до їх фізіологічного стану та рівня молочної продуктивності.

Окремі господарства практикують випас тварин на пасовищах. Відомо, що пасовища протягом багатьох років були одним з основних джерел кормів для молочного скотарства. Лише наприкінці минулого століття багато країн з розвинутим тваринництвом почали надавати перевагу однотипній годівлі. В сучасних умовах використання інтенсивного випасу створює проблеми виробникам молока тому, що на пасовищі важче управляти надходженням поживних речовин в організм тварин. Це призводить до нижчої молочної продуктивності тварин, порівняно із однотипною годівлю.

**Мета досліджень.** Вивчити основні технології виробництва молока та досвід застосування однотипних раціонів.

**Результати досліджень.**

Корми потрібно заготовляти у достатній кількості. Люцерновий сінаж та кукурудзяний силос в господарстві зберігають в траншеях. Люцернове сіно зберігають в тюках. Вага тюка біля 300 кг. Перед згодовуванням сіно подрібнюють до величини частинок 5 см на подрібнювачі грубих кормів. Далі сіно підбирають і завантажують у змішувач-кормороздавач KUHN EUROMIX з допомогою навантажувача MAN MLT 731 turbo. У фермському комбайні відбувається змішування сіна з іншими компонентами раціону.

В господарствах також можна заготовляти корнаж (подрібнені початки кукурудзи), який зберігають в поліетиленових рукавах.

До складу кормосумішок включають: сіно люцерни, силос кукурудзи, сінаж люцерновий, віджатий жом, меляса, корнаж, концентрати. В літній період частину грубих, об’ємистих кормів заміняють зеленою масою, переважно люцерни. Кормосумішки складають для кожної окремої групи корів в залежності від їх фізіологічного стану та рівня продуктивності. В кожному корівнику є 4 секції, що дає можливість сформувати 4 групи тварин та застосовувати групову годівлю в залежності від рівня їх продуктивності.

Концентрати згодовують у складі кормо сумішок.

Максимальні даванки концентратів на 1 корову не перевищує 7 кг. Такі низькі даванки концентратів пов’язані із високою якістю грубих об’ємистих кормів.

В літній період склад раціону корегують у напрямку зміни співвідношення в раціоні зелених кормів та силосу. При цьому на сьогодні не існує однозначної відповіді, щодо оптимального співвідношення між зеленими та консервованими кормами у складі однотипних раціонів. На нашу думку, важливе скоріше не співвідношення між грубими, об'ємистими кормами, а якість грубого, об'ємистого корму, що дозволяє максимізувати споживання сухої речовини корму, і, продуктивність тварин. Звертаючи увагу на максимальну кількість зелених кормів у раціонах високопродуктивних тварин, то в більшості господарств, які практикують однотипну годівлю, їх кількість не перевищує 30 – 40 % від загальної поживності раціонів.

Орієнтовний склад раціону, який використовують для годівлі дійних корів: зелена маса люцерни - 10 кг на добу, силос кукурудзяний – 20 кг, сінаж – 10 кг, шрот соєвий – 2 кг, шрот соняшниковий – 2 кг, корнаж кукурудзяний – 3 кг. Такий раціон повністю відповідає нормам годівлі.

Корови, які споживають корми згідно вказаного раціону мають гарну вгодованість та досить високі показники надоїв у порівнянні з сусідніми господарствами.

В процесі підготовки кормосумішей для молочної худоби необхідно виконати такі операції:

- навантаження і транспортування кожного з компонентів суміші, подрібнення грубих кормів і коренеплодів, додаткове подрібнення силосу і сінажу, дозування компонентів суміші відповідно до їх питомої ваги в раціоні та змішування кормів.

Останніми роками для реалізації процесів годівлі худоби широко застосовуються нові багатофункціональні універсальні технічні засоби, так звані фермські комбайни, які забезпечують виконання не лише всіх названих вище технологічних операцій при приготуванні кормових сумішей, а й доставку готової в приміщення для утримання худоби та її роздавання.

На сьогодні фермські комбайни є основною групою машин для приготування і роздавання кормів у сільському господарстві і виконують функції кормоцехів на колесах. Їх широке застосування обумовлене як перевагами годівлі тварин кормосумішами, так і досконалою конструкцією власне машин, що забезпечує виконання операцій із завантаження, дозування, транспортування, подрібнення,

змішування і роздавання кормів одним оператором з мінімальними затратами праці.

Рекомендується для змішування та роздавання кормів на кормові столи використовувати сучасні змішувачі-кормороздавачі KUHN EUROMIX з конічним бункером.

Для навантаження силосу та сінажу у кормозмішувач – кормороздавач використовують навантажувач: MAN MLT 731 turbo.

Застосування змішувачів-кормороздавачів KUHN EUROMIX має значні переваги над приготуванням кормосумішей в кормоцехах і роздаванням їх кормороздавачами типу КТУ-10, а саме:

- підвищується споживання корму на 3 кг/голову/добу та поліпшується його засвоєння;
- забезпечується приготування однорідної кормосуміші із різних кормів, яку худоба споживає охоче і без відходів;
- при приготуванні кормо сумішки з’являється можливість використання

коренеплодів, відходів кукурудзи, фруктів, меляси, барди, пивної дробини тощо;

- виключається необхідність створення й експлуатації кормоцехів;
- удвічі зменшується потреба в енергоресурсах і втричі – в обслуговуючому персоналі;
- лише один працівник виконує цілий комплекс технологічних операцій з автономного завантаження, транспортування, подрібнення, дозування, змішування та роздавання корму;
- у 1,6 і 1,9 рази зменшуються відповідно питомі енергоємність і металомісткість у розрахунку на 1 т приготованих кормосумішей;
- у 3,0-3,5 рази зменшується кількість зблокованих машин, що суттєво підвищує надійність процесу годування тварин [2].

Кормороздавачі «Євромікс» виконують швидко і якісно досить трудомістку і монотонну роботу, що дозволяє економити час і трудові ресурси.

**Висновки.**

Однотипна годівля корів добре поєднується із безприв’язним способом утримання тварин, передбачає годівлю тварин з кормових столів та групування тварин відповідно до їх фізіологічного стану та рівня молочної продуктивності. Практичний досвід використання однотипних раціонів показує ефективність їх застосування, як в зимовий так і в літній періоди.

**Література**

1. Адмін Є. Технологічні аспекти організації годівлі корів кормосумішами з кормових столів в умовах безприв'язного утримання / Є. Адмін, А. Король // Тваринництво України. – 2005. – № 11. – С. 8–12.

2. Удосконалення технологічних параметрів безприв'язного утримання корів / Л. В. Польовий, В. П. Ратушняк // Зб. наук. пр. Вінн. нац. аграр. ун-ту. Серія: Сільськогосподарські науки. – 2010. – Вип. 4 (44). – С. 99–103.

3. Ревенко І. І. Обслуговування рогатої худоби при годівлі за безприв'язного утримання / І. І. Ревенко, Т.О. Лісовенко, В. С. Хмельовський // Науковий вісн. Нац. аграр. ун-ту. – 2008. – № 126. – С. 254–258.

**УДК 631.312**

# АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ М'ЯСА

**Ікальчик М.І.[1], Боровик В.В.[2]**
[1] кандидат технічних наук, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, Україна
[2] студент факультету механізації с. г., ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, Україна

*Раціонально використовувати продукти забою тварин можна при правильній організації місць забою, дотриманні ветеринарно-санітарних правил та технології виготовлення м'ясопродуктів. При порушенні правил переробки, транспортування і зберігання знижується харчова цінність м'ясопродуктів.*

***Переробка, зберігання, м'ясо, забій, якість.***

**Постановка проблеми.** В даний час проводиться велика робота по технічному переозброєнню підприємств м'ясної промисловості та впровадженню прогресивної технології. Освоєно виробництво швидкозаморожених м'ясних страв, широке застосування отримали інтенсивні методи холодильної обробки – надшвидке охолодження. Збільшився випуск фасованих товарів, застосовуються нові види пакувальних матеріалів, які забезпечують тривале збереження і зниження втрат харчової продукції. Оновлення асортименту м'ясної продукції необхідно на основі науково-обґрунтованих рекомендацій у відповідності з теорією збалансованого харчування [1].

**Результати досліджень.** Для консервування м'ясної продукції застосовують низькі (охолодження, заморожування), і високі температури (варіння, сушіння), фізико-хімічні (посол), і хімічні (копчення) способи. Крім того, в останні роки з цією метою використовують сублімовану сушку, опромінення ультрафіолетовими променями, вуглекислий газ, радіоактивне опромінення, зберігання в озоні і газоподібному азоті [2].

Холодильна обробка і зберігання м'яса і м'ясопродуктів при низьких температурах в сучасних умовах є одним з найбільш перспективних методів консервування. Використання холоду дозволяє тривалий час зберігати високу якість продукту, транспортувати його з місць виробництва в місця споживання. При зниженні температури в

м’ясі сповільнюється швидкість протікання фізико-хімічних і біохімічних процесів, порушується обмін речовин в мікробних клітинах. В результаті цього частина мікрофлори гине, а частина, перебуваючи в стані анабіозу, тимчасово втрачає здатність чинити шкідливий вплив. При заморожуванні міститься в м’ясі вода переходить з рідкого стану в твердий, тому не може бути використана мікроорганізмами для своєї життєдіяльності. Для збільшення термінів зберігання охолодженого і підмороженого м’яса можна використовувати додаткову обробку вуглекислим газом, ультрафіолетовими променями, озоном, опроміненням, які викликають загибель або сповільнюють розвиток мікрофлори

Для тривалого зберігання м’ясо заморожують. Цей процес характеризується зниженням температури м’яса і м’ясопродуктів до мінус 6°С і нижче. При цьому основна маса містилася в тканинах вологи перетворюється в твердий стан, у зв’язку з чим припиняється життєдіяльність мікроорганізмів, різко сповільнюються ферментативні, хімічні і фізичні процеси. При температурі мінус 1,5°С в м’ясі вимерзає 30% вологи, при мінус 8°С — 80%, при мінус 10°С — близько 90% і тільки при мінус 60°С вся волога переходить у твердий стан. На характер утворення кристалів льоду в тканинах істотний вплив має швидкість заморожування. При повільному заморожуванні (при температурі в камері мінус 10-15°С), коли швидкість відводу холоду незначна, в тканинах утворюється мало центрів кристалізації (1-2 на кожне м’язове волокно), вони розташовуються в основному в міжклітинному просторі, де концентрація солей нижче, ніж усередині клітин, і кріоскопічна точка досягається швидше. Швидке заморожування робить процес більш економічним. Слід зазначити, що досягти повного вирівнювання температури в товщі та на поверхні продукту можна лише при дотриманні м’яса протягом дуже тривалого терміну. Тому заморожування закінчують в той момент, коли середня температура м’яса виявиться трохи нижче температури його подальшого зберігання. Швидкість заморожування може бути збільшена, якщо процес проводити в рідкому середовищі, що підвищує коефіцієнт тепловіддачі в 20 разів, або шляхом зміни швидкості циркуляції повітря до 10 м/с, коли тепловіддача підвищується в 3-4 рази. Тривалість заморожування свинини приблизно на 20-30%, а баранини на 60-70% менше, ніж яловичини. Морожене м’ясо зберігають в умовах, що виключають зміну його якості і маси, або вони повинні

бути мінімальними. Туші і напівтуші розміщують у камері штабелями висотою 2,5-3 м за видами і категоріями вгодованості. Температура зберігання повинна бути не вище мінус 12°С, відносна вологість 95-100%. Більш доцільно, щоб температура була дорівнює мінус 18°С, при цьому розвиток цвілі виключається [3].

Сублімаційну сушку проводять в умовах вакууму при температурі нижче точки замерзання води, завдяки чому практично виключається перебіг ферментативних і хімічних процесів. Тому м'ясо повністю зберігає початкові властивості, мало змінює смак, запах і колір, а продукти, упаковані в герметичну тару, можуть тривало зберігатися. Сублімаційного сушіння піддають свіже м'ясо, отримане від здорових тварин, з мінімальним вмістом жирової та сполучної тканин. Найбільш підходящим є м'ясо молодняку, у якого видаляють сполучнотканинні освіти, жир і кістки. Сушіння подрібнених шматків м'яса здійснюють при температурі мінус 15-20°С і тиску 133 Па і нижче. При цьому видаляється до 90% вологи. Залишкову вологу видаляють при плюсовій температурі в межах 40-80°С. До кінця сушіння вологість м'яса становить 2-5%. Сублімовані м'ясопродукти упаковують в газонепроникної тару (полімерні плівки, жерстяні банки та ін.). Термін зберігання при плюсових температурах становить 6-8 місяців.

Посол м'яса — один із способів консервування, який використовується самостійно або в поєднанні з іншими способами як необхідний технологічний елемент виробництва шинки, ковбасних виробів, копчення та інших. Асортимент і назва одержуваної продукції визначаються видом м'яса, характером і способом засолу або найменуванням частини туші (окіст, грудинка, корейка і т. д.). Беконну свинину, посолену в вигляді напівтуші, називають беконної половинкою, у вигляді безкісткової грудинки — безкісткових беконом. «Солоні» продукти отримують в основному з свинини, рідше з яловичини, баранини та інших видів м'яса.

Під копченням розуміють обробку поверхні м'ясопродуктів речовинами, що містяться в коптильному димі, який отримують в результаті неповного згоряння деревини. Для копчення найбільш придатний дим, отриманий при обмеженому доступі повітря в процесі горіння деревини. Такий дим складається з газової, паровий, рідкої і твердої фаз. Хімічний склад диму є надзвичайно складним, до його складу входять феноли, альдегіди, кетони, — органічні кислоти, спирти, смоли, зола, сажа та інші, багато з яких володіють

бактерицидними властивостями. Поряд з цінними для коптіння речовинами, в димі містяться речовини, які не беруть участі в копченні (газоподібні фракції) або які погіршують якість продукту (сажа), або навіть шкідливі (метиловий спирт, канцерогенні вуглеводні і ін.). Для копчення найкращим є дим, що утворюється при спалюванні тирси і стружок листяних порід дерев — бука, дуба, берези, вільхи, клена, ясена. Не слід використовувати хвойні породи, так як вони надають м’ясопродуктах неприємний смолистий запах, темний колір і гіркуватий смак. На м’ясопереробних підприємствах продукти коптять в стаціонарних камерах або автокоптилках. В коптильній камері відносну вологість повітря підтримують на рівні 40-50%. Одночасно необхідно стежити за температурою всередині камери. Перед завантаженням у камери пройшли процес посолу м’ясопродукти вимочують при температурі 20-30°С, згідно інструкції, а потім підсушують (підігрівають) при температурі 50°С в камері. Температуру в камері на початку копчення підтримують на 10-12°С вище тієї, при якій буде проводитися копчення. Закінчення копчення встановлюють за органолептичними показниками продукту. Копчення вважається закінченим, якщо продукт набуває характерний коричнево-жовтий колір, гострий специфічний смак і запах, а його поверхня стає сухою і блискучою. Після закінчення копчення продукт швидко охолоджують і сушать 3-15 діб в залежності від виду продукту при 12°С і відносній вологості повітря 75%. Вихід готового продукту становить 70% від вихідної маси м’яса. Зберігають копчені вироби в упакованому вигляді до одного місяця при температурах, близьких до 0°. В даний час знаходить застосування мокре копчення, коли замість диму використовують коптильний препарат (рідина), одержуваний при обробці конденсату диму. Цей спосіб дозволяє виробити однорідні за якістю вироби, виключити з продукту канцерогенні та інші шкідливі речовини, що містяться в димі, інтенсифікувати технологічний процес.

Стерилізація — основна ланка технологічного процесу при виготовленні м’ясних консервів в банках. Вона полягає у тепловій обробці м’яса при температурі вище 100°С, в результаті чого знищується мікрофлора. Висока температура (120°С), яка використовується при виробництві м’ясних консервів, виключає здатність до проростання спор. Отже, нагрівання м’ясопродукту до температури вище 100°С дозволяє отримати консерви, які можна зберігати 3-5 років.

М’ясні консерви — це готові до вживання продукти, герметично закупорені в жерстяну або скляну тару з подальшою обробкою високою температурою (стерилізацією). Банкове консервування в основному застосовують для тривалого зберігання м’яса і м’ясопродуктів. М’ясні консерви виробляють з м’яса (тушковані яловичина, свинина, баранина, варене і смажене м’ясо і ін.), з субпродуктів (язик, нирки, печінка та ін.), з фабрикатів і напівфабрикатів (сосиски, шинка, бекон). У порівнянні з іншими способами консервації консерви в банках можуть довгостроково зберігатися в звичайних складських умовах. Їх легко транспортувати і можна вживати без додаткової обробки. Перед відправкою на зберігання поверхню банок змащують технічним вазеліном і укладають в ящики. Зберігають м’ясні консерви при температурі 0-5°С і відносній вологості повітря 75%. При зберіганні не слід допускати появи на банках іржі, яка може призвести до порушення герметичності. Якщо консерви після виготовлення направляють у реалізацію, то на банку наклеюють етикетку із зазначенням назви, сорту, місця вироблення продукту, номера партії, дати випуску.

Ковбасні вироби мають високу харчову цінність і калорійність. Підприємства м’ясної промисловості нашої країни виробляють широкий асортимент ковбасних виробів. В залежності від технологічного процесу розрізняють такі види ковбас: варені, напівкопчені, копчені, ліверні, м’ясорослинні, дієтичні, кров’яні, м’ясні хліби, сальтисони. Різні види ковбас за хімічним складом і харчовою цінністю неоднакові. Для кожного виду і сорту ковбас встановлені певна рецептура і технологія, виконання яких суворо контролюється. Одночасно при їх виготовленні необхідно дотримуватися санітарно-гігієнічні правила, оскільки продукт призначений в їжу без додаткової термічної або кулінарної обробки. Велике значення при виробництві ковбас має якість сировини. Для ковбасних виробів використовують нежирну яловичину і свинину, рідше — м’ясо тварин інших видів. М’ясо повинно бути свіжим і доброякісним. Яловичина має важливе для виробництва ковбас властивість — поглинати і утримувати вологу, що зумовлено більшим вмістом білків. Це забезпечує щільну і соковиту консистенцію продукту. Свинина поліпшує смакові якості і підвищує енергетичну цінність ковбас.

**Висновки.**

Для безперебійного постачання населення м’ясною продукцією необхідно забезпечити найповнішу переробку сировини, а також використання маловідходних і безвідходних технологій, що зберігають сировину, матеріали та енергетичні ресурси. З метою запобігання від псування і збільшення термінів зберігання м’ясо і м’ясопродукти відразу ж після отримання консервують, застосовуючи ті чи інші способи. Сутність консервування зводиться до створення таких умов, при яких мікрофлора не може розвиватися або гине, а діяльність тканинних ферментів припиняється або істотно сповільнюється, при цьому м’ясо і м’ясопродукти повинні максимально зберігати харчову цінність.

**Література**

1. Хоменко В.І. Ковбасенко В. М., Оксамитний М. К. Ветеринарно-санітарна експертиза з основами технології і стандартизації продуктів тваринництва. - Київ.: Сільгоспосвіта. 1995.

2. Гончаров Г.І. Технологія первинної переробки худоби і продуктів забою: Навч. посіб. - К.: НУХТ, 2003.

3. Клименко М.М. Технологія м'яса та м'ясних продуктів. К.: Вища освіта, 2006

# ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБУ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ВОДНОЇ ЕРОЗІЇ ҐРУНТІВ НА ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЛЯХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

**Караєв О. Г.**[1]

[1] к. т. н., доцент, завідувач кафедри «Сільськогосподарські машини» ТДАТУ, м. Мелітополь, Україна

**Актуальність.** Джерелом інформації про ерозійний стан зрошуваних земель сільськогосподарського призначення має стати моніторинг земель, як складова частина державного моніторингу довкілля [1]. Методикою [2] передбачена наявність картографічної інформації щодо об'єктів моніторингу, до складу якої входять комплекти карт, що мають єдину топооснову, координатну і планово - висотну прив'язку об'єктів, точок вимірів та виділених таксонів (контурів). Базові карти забезпечують параметризацію точок спостереження і є основою побудови оціночних карт для отримання показників еколого - меліоративного стану земель. Склад показників спостережень наведено у методиці [3], одним з яких є інтенсивність потенційної ерозії ґрунтів. Але у переліку атестованих і тимчасово допущених до використання методик визначення показників інженерно-геологічного стану зрошуваних земель [5] відсутні розрахункові методи отримання цих показників.

**Мета досліджень** *полягала в розробці способу отримання значень інтенсивності потенційної ерозії ґрунтів для створення геоморфологічних карт системи моніторингу ґрунтів у зрошуваному землеробстві.*

**Методика досліджень**

Поставлена мета досягалась шляхом проведення двох лабораторних дослідів.

У першому досліді визначалась швидкість струму води у водотоках та на лініях найбільшого скату поверхні ґрунту. Дослід проводився в лабораторних умовах в такий спосіб. У дерев'яний короб з розмірами $1 \times 1$ м засипався ґрунт «Чорнозем типовий важко - суглинковий», який має високу критичну швидкість поверхневого струму [6]. Поверхня ґрунту мала форму з одним вираженим водотоком та декількома лініями найбільшого скату.

Загальну схему лабораторної установки наведено на рисунку 1.

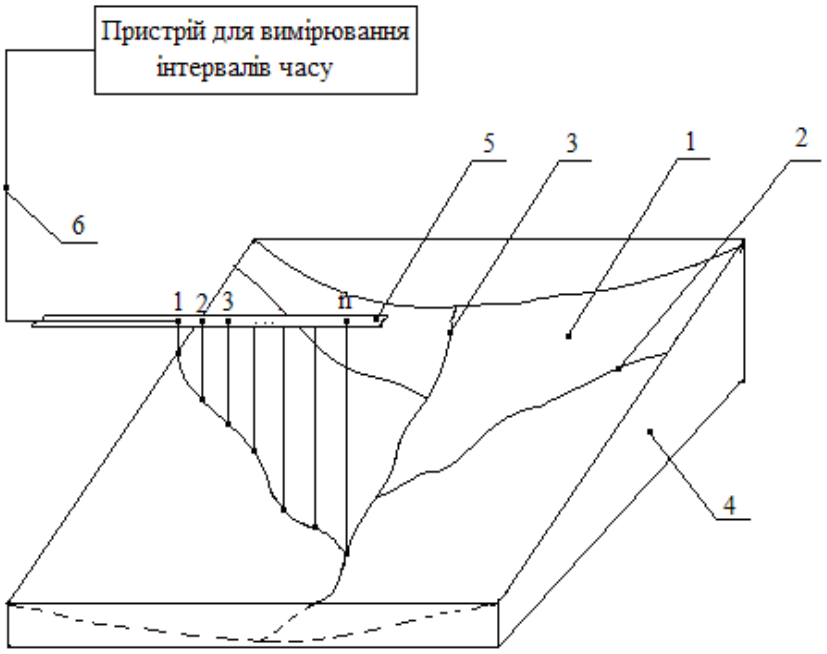



Рисунок 1 – Схема досліду з визначення швидкості струму води у водотоках та на лініях найбільшого скату: 1 – поверхня ґрунту; 2 – лінія найбільшого скату; 3 – водотік; 4 – короб для утримання ґрунту; 5 – планка з електродами (n-1) для фіксації інтервалів часу; 6 –провідники електричного струму.

*Засоби вимірювання:*

- планка з електродами для вимірювання інтервалів часу (рисунок 2).

Дріт електродів мав діаметр 0,05 мм з розташуванням один від одного на відстані 1,2 мм, у кількості 10шт;

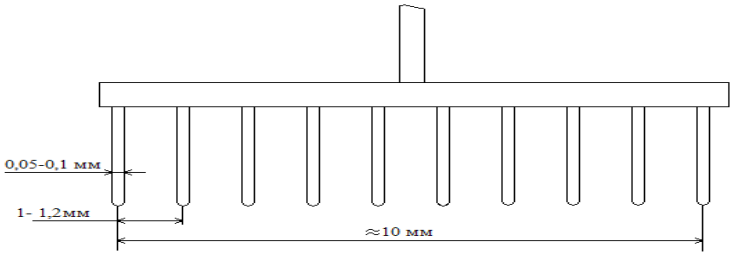



Рисунок 2 – Схема планки з електродами для вимірювання інтервалів часу.

- прилад для вимірювання інтервалів часу. Схема приладу наведено на рисунку 3. Прилад складається з n-1 електронних годинників ($T_1$, $T_2$,…,$T_{n-1}$), n-1 електромагнітних реле ($P_1$, $P_2$,…, $P_{n-1}$) та транзисторних каскадів для підсилення струму ($У_1$, $У_2$,…,$У_{n-1}$). У кожному годиннику до контактів кнопки що стартує у режимі

секундоміра приєднані провідники. Годинники встановлюються у режим секундоміра. При першому замиканні провідників секундомір починає відлік часу, а при другому – зупиняється та показує інтервал часу між двома замиканнями.

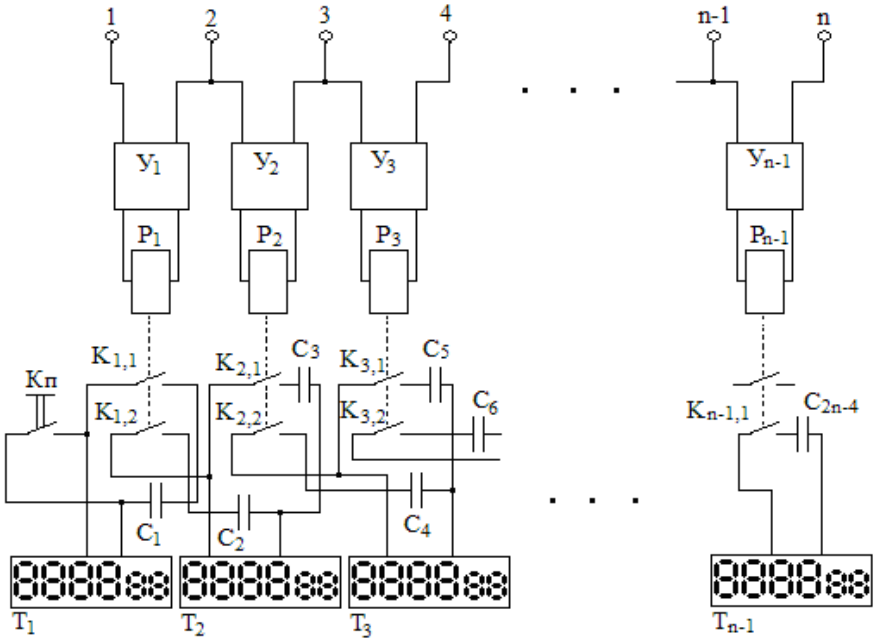



Рисунок 4 – Схема електрична принципова приладу для вимірювання інтервалів часу: $У_1$-$У_{n-1}$ – підсилювачі струму; $Р_1$-$Р_{n-1}$ – електромагнітні реле; $Т_1$-$Т_{n-1}$ – годинники у режимі таймера; Кп - пускова кнопка; $С_1$-$С_{2n-4}$ – конденсатори; $К_{1,1}$ - $К_{n-1,1}$ – замикаючі контакти.

*Опис процесу вимірювання відліку часу*. Оператор вмикає пристрій постачання води та одночасно натискує на кнопку Кп (рис. 4). Перший секундомір $Т_1$ починає відлік часу. Як тільки струм води торкається другого електроду, то реле $Р_1$ контактами $К_{1,1}$ та $К_{1,2}$ через конденсатори $С_1$ і $С_2$ зупиняє перший секундомір, а другий секундомір починає відлік часу. При досяганні струмом води третього електроду, спрацьовує реле $Р_2$, яке зупиняє другий секундомір та вмикає третій і т. д. Останній секундомір зупиняється тоді, коли струм торкається останнього електрода. Таким чином визначаються інтервали часу за які струм води проходить відстані між електродами: 1 - 2, 2 - 3,…, n-1 - n. Ємності конденсаторів підбиралися таким чином, щоб секундоміри надійно працювали в режимі «відлік – очікування».

*Послідовність проведення досліду:*

- формують поверхню ґрунту з елементами мікрорельєфу (одним водотоком та декількома лініями найбільшого скату);

- виконують заміри аплікат точок елементу мікрорельєфу, визначають його координати та обчислюють швидкості струму води методом, який було розроблено для даних досліджень;

- над поверхнею ґрунту по довжині водотоку або лінії найбільшого скату встановлюють планку з електродами таким чином, щоб зазор між електродами і поверхнею ґрунту не перевищував 1 мм;

- оператор подає воду й одночасно вмикає пристрій для вимірювання інтервалів часу. При зупинці останнього секундоміру оператор вимикає постачання води;

- значення інтервалів часу, які було отримано дослідним шляхом порівнюють із теоретично обчисленими значеннями.

*Повторності проведення досліду*. Дослід проводиться у трьох повтореннях, кожна з яких відповідає виміру інтервалів часу для одного водотоку або для однієї лінії найбільшого скату.

У другому досліді визначалась інтенсивність змиву ґрунту. Методикою було передбачено формування порції води зі змитим ґрунтом, що вийшла із елементу мікрорельєфу протягом 50 с після усталеного режиму руху води з подальшим випаровуванням води і визначення маси твердого залишку ґрунту.

**Результати досліджень**

За результатами першого досліду визначено середні значення швидкості руху води (табл.1) і встановлено функціональний зв'язок між кутом нахилу водотоку та інтенсивністю потоку води.

Таблиця 1 – Середні значення швидкості потоку води $v$ у водотоці, м/с

| Кут нахилу русла водотоку α, град | Інтенсивність потоку води I, мл/с | | |
|---|---|---|---|
| | 4,8 | 7,2 | 9,6 |
| 2,8 | 0,118 | 0,154 | 0,173 |
| 4,2 | 0,145 | 0,181 | 0,191 |
| 5,7 | 0,168 | 0,206 | 0,242 |

Функціональний зв'язок між кутом нахилу водотоку та інтенсивністю потоку води представлено залежністю

$$v = C\alpha^a I^b, \quad (1)$$

де $v$ – швидкість руху води; $\alpha$ – кут нахилу водотоку; $I$ – інтенсивність потоку води; $C,a,b$ – коефіцієнти. Для знаходження коефіцієнтів мінімізувалася функція

$$\sum_{i,j}(v_{ij} - C\,\alpha_i^{\,a}\;I_j^{\,b})^2 \rightarrow \min \qquad (2)$$

Обчислення функції (2) було виконано за допомогою програмного забезпечення, яке дуло розробленого в Delphi 2009. Встановлено, що для чорнозему типового (середня об'ємна маса ґрунту у метровому шарі становить 1,55-1,58 г/см$^3$) коефіцієнти залежності (1) мають такі значення

$$v = 0{,}234\,\alpha^{0.475}\;I^{0.487} \qquad (3)$$

Коефіцієнт детермінації виразу (3) становить 0,975, що вказує на високу достовірність отриманого функціонального зв'язку.

Результати другого досліду наведено у таблиці 2.

Таблиця 2 – Маса змитого ґрунту у водотоці, $10^{-3}$ кг

| Інтенсивність потоку I, мл/с | Швидкість руху води $v$, м/с | Повторність досліду | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 4,8 | 0,171 | 1,62 | 1,74 | 1,69 |
| 7,2 | 0,257 | 4,42 | 4,51 | 4,49 |
| 9,6 | 0,342 | 7,89 | 7,7 | 7,79 |

Для визначення функціонального зв'язку між інтенсивністю змиву ґрунту (кг/м$^2$·с), кутом нахилу та інтенсивністю потоку було застосовано рівняння Мірцхулави Е.Ц. [7]:

$$q = C \cdot \left( \left( \frac{v}{v_н} \right)^2 - 1 \right), \qquad (3)$$

де $q$ – інтенсивність змиву ґрунту, , $v$ – швидкість руху води, $v_н$ – швидкість води, при якій не виникає змив ґрунту. Після обробки даних визначено коефіцієнт С і максимально допустима швидкості води по водотоку $v_н$, і отримано рівняння щодо обчислення інтенсивності змиву чорнозему типового важко - суглинкового

$$q = 6{,}73 \cdot 10^{-4} \cdot \left( \left( \frac{v}{0{,}06} \right)^2 - 1 \right). \qquad (4)$$

Коефіцієнт детермінації виразу (4) становить 0,982, що вказує на високу достовірність отриманого функціонального зв'язку.

**Висновки**

1 Отримано функціональний зв'язок між змивом ґрунту, кутом нахилу та інтенсивністю руху води, який надає можливість обчислювати інтенсивність змиву ґрунту і прогнозувати розвиток водної ерозії ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення під дією опадів або зрошення.

2 Запропонований спосіб дозволяє по відомим фізичним параметрам ґрунту, інформації про частоту, тривалість та інтенсивність опадів/поливів оцінювати масштаб площинної та лінійної ерозії ґрунтів в автоматизованому режимі при створенні геоморфологічних карт системи моніторингу ґрунтів у зрошуваному землеробстві.

Література.

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 30.03.1998 р. N391 “Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля”.

2. Інформаційно - обчислювальне забезпечення моніторингу меліорованих земель. Ч. І. Методика організації системи інформаційного забезпечення моніторингових робіт на зрошуваних землях (Посібник 3 до ВБН 33-5.5-01-97).-К.: Інститут гідротехніки і меліорації УААН, 2002. - 66 с.

3. Методика оцінки і прогнозу еколого-меліоративного стану меліорованих земель. Ч. І. Методика оцінки та прогнозу еколого-меліоративного стану і стійкості земель при зрошенні (Посібник 2 до ВБН 33-.5-01-97).-К.: Інститут гідротехніки і меліорації УААН, 2002.- 146 с.

4. Відомчі будівельні норми ВБН 33-5.5-01-97 “Організація і ведення еколого-меліоративного моніторингу”. Ч. І. Зрошувані землі.- К.: Держводгосп України, 1997. - 56 с.

5. Методика проведення комплексу моніторингових робіт у системі Держводгоспу. Ч. І. Комплекс моніторингових робіт на масивах зрошення України. (Посібник 1 до ВБН 33-5.5-01-97).-К.: Інститут гідротехніки і меліорації УААН, 2002. – 94 с.

6.ГОСТ 17.4.4.03-86 Охрана природы. Почвы. Метод определения потенциальной опасности эрозии под воздействием дождей.

7. Копистинський М. М. Протиерозійні гідротехнічні споруди. - К: Урожай, 3-тє вид., перероб. і доп. – 1988. - 176 с.

**УДК: 338.432(477)**

# РОЗВИТОК АГРАРНОГО СЕКТОРУ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ В УМОВАХ ЧЕТВЕРТОЇ ПРОМИСЛОВОЇ РЕВОЛЮЦІЇ

**Кирилов Ю.Є.[1], Грановська В.Г. [2]**

[1] д.е.н., доцент, Державний вищий навчальний заклад "Херсонський державний аграрний університет", м. Херсон, Україна

[2] к.е.н., доцент, Державний вищий навчальний заклад "Херсонський державний аграрний університет", м. Херсон, Україна

В статті обґрунтовано необхідність перегляду напрямів та пріоритетів розвитку аграрного сектору економіки України з урахуванням початку четвертої промислової революції, що змінює його концепцію та парадигму.

Ключові слова: аграрний сектор, розвиток, економіка, інновації, технології, промислова революція.

Постановка проблеми. Одним із важливих і фундаментально значимих механізмів ринкового регулювання аграрної економіки й виробництва зокрема є інноваційний механізм або механізм інноваційного забезпечення. Процеси глобалізації та європейської інтеграції, кризові явища в національній економіці диктують необхідність посилення інноваційної активності господарюючих систем. Нагальною є потреба кардинальних змін у формуванні та підтримці конкурентоспроможності національного аграрного сектору в системі світового господарства шляхом впровадження відповідних заходів. Провідну роль у цьому процесі мають відігравати інноваційні перетворення.

Забезпечення продовольчої безпеки та конкурентоспроможний розвиток аграрного сектору вимагає повноцінного переходу до інноваційного типу економіки, орієнтованого на підтримку високотехнологічного сільськогосподарського виробництва. При цьому стратегічним пріоритетом є не тільки модернізація технологій виробництва продукції рослинництва і тваринництва, а й зміна галузевої структури, форм організації виробництва та методів управління. Особливої актуальності ці процеси набувають з огляду на четверту промислову революцію.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розвиток інноваційного процесу в аграрному секторі національної економіки досліджували такі економісти-аграрники, як С. Володін, В. Геєц, Ю. Лузан, Ю. Лупенко, С. Тивончук, О. Шубравська та ін. Проте, зважаючи на динаміз зовнішнього та внутрішнього середовища, технологічні перспективи четвертої промислової революції, питання підвищення ефективності агровиробництва та розвитку аграрного сектору за рахунок використання інновацій потребують подальших досліджень.

Метою дослідження є обґрунтування напрямів, змін та пріоритетів в розвитку аграрного сектору економіки України з урахуванням початку четвертої промислової революції.

Виклад основного матеріалу. Швейцарський економіст, засновник і президент Всесвітнього економічного форуму в Давосі Клаус Шваб наголошує, що світ на порозі технічної революції, яка повністю змінить наш спосіб життя, роботи та комунікації. Нас чекає найбільша за всю історію людства трансформація – найбільша за масштабом і складності. В майбутньому технологічні інновації зроблять переворот у виробництві, піднімуть його ефективність і продуктивність в рази. Впадуть ціни на транспортування і зв'язок, глобальні канали поставок стануть більш ефективні за рахунок розвиненої логістики, впаде вартість торгівлі, що створить нові ринки і посилить економічне зростання [1].

Четверта промислова революція – збірне поняття, що означає злиття автоматизованого виробництва, обміну даних і виробничих технологій в єдину систему. Термін був визначений як «збірне поняття для технологій і концепцій організації ланцюжка створення додаткової вартості» із використанням кіберфізичних систем, Інтернету речей, Інтернету послуг, розумних заводів. Фаза промислової революції, яка характеризується злиттям технологій, що розмиває межі між фізичною, цифровоюта біологічною сферами [2].

Перша промислова революція призвела до переходу від ручного до механізованого виробництва через використання парового двигуна, друга промислова революція спричинила перехід до массового виробництва, через використання електродвигуна і конвеєра, третя промислова революція призвела до переходу на автоматизоване виробництво через використання комп'ютерів та інформаційних технологій. Четверта промислова революція торкнеться більше 35% наявних сьогодні робочих навичок. Уже за 5 років відбудеться радикальна зміна професій. До 2020 року актуальними будуть

робототехніка та автономний транспорт, штучний інтелект та навчання за допомогою машин, з'являться нові матеріали, біотехнології та геноміка [2, 3]. Четверта промислова революція характеризуватиметься зростанням споживчих очікувань, поліпшенням якості товарів, груповими інноваціями та появою нових форм організації.

Чи можна в цих умовах без змін пріоритетів розвитку, перегляду напрямів діяльності вести мову про подальші перспективи економіки України та її аграрного сектору. Всеукраїнський хакатон аграрних інновацій довів однозначність відповіді на це питання. Серед запропонованих розробок, що змінюють концепцію та парадигму розвитку аграрного сектору, слід виділити датчик визначення концентрації $CO_2$ в повітрі на основі графену і проект автоматизації збільшення концентрації цього газу в теплицях у темну пору для підвищення продуктивності рослин; виявлення шкідників на полях з допомогою зйомки в ультрафіолетовому діапазоні; сенсори для визначення мікотоксинів; системи моніторингу вологості грунту, опадів та розвитку шкідників; комплексне рішення для мультиспектральної зйомки полів з повітря; моніторинг умов зберігання та транспортування продукції; індивідуалізацію раціону тварин по електронному паспорту тощо [4].

Отже, четверта промислова революція, новий світовий порядок, глобальні виклики, загострення конкуренції визначають потребу створення нової економічної моделі, що передбачає структурні зміни в економіці шляхом пріоритетного розвитку передових висококонкурентних технологічних виробництв і вихід на міжнародні ринки. Для прискорення реалізації обраної стратегії підвищення конкурентоспроможності національної економіки необхідно запроваджувати ефективні механізми розвитку вітчизняної економіки, критично переглянути чинне законодавство, а також передбачити низку заходів, спрямованих на зміцнення реального сектору та стимулювання інвестиційних і структурно-інноваційних процесів.

В контексті глобалізаційних процесів сучасної економіки для збільшення вагомості частки аграрної галузі в загальному обсязі створюваного валового внутрішнього продукту відкритим залишається питання структурних трансформацій, обов'язковою складовою яких є становлення на інноваційний шлях розвитку. Інноваційна діяльність здійснюється завдяки прогресивним науково-

технічним досягненням і є вирішальним фактором подолання кризових явищ, стабілізації і зростання економіки.

В аграрній сфері економіки розвиток інноваційної діяльності стримується внаслідок недосконалості законодавчої бази та недостатнього державного стимулювання інноваційної діяльності, обмеженості внутрішніх і зовнішніх джерел фінансування інновацій та неможливості їх швидкої мобілізації, низького рівня інвестиційної привабливості галузі.

Інноваційне забезпечення розвитку сільського господарства – це створення відповідної інноваційної інфраструктури, залучення новостворених і вдосконалених конкурентоспроможних технологій, продукції або послуг, а також організаційно-технічних рішень виробничого, адміністративного, комерційного або іншого характеру, що істотно поліпшують структуру та якість виробництва і соціальної сфери, здійснення діяльності, спрямованої на використання й комерціалізацію результатів наукових досліджень та розробок, які в сукупності забезпечують підвищення конкурентоспроможності галузі.

Одним із визначальних ефективних механізмів регулювання ринку виступає інноваційний, який своєю дією сприяє забезпеченню розвитку науково-технічної сфери відповідно до нових ринкових запитів, стимулювання науково-технічного прогресу в усіх ланках агропромислового виробництва. Долученість його і прояв дії спільно з іншими складовими господарського механізму сприяє ефективному розвитку аграрної сфери. У створенні техніко-технологічних умов для конкурентоспроможного аграрного виробництва місією інноваційного механізму є створення інноваційної продукції, формування якої забезпечують нові наукові знання, втілені при виробництві техніки, знарядь праці, розробленні нових технологій тощо.

Для цього має бути опрацьована відповідна інноваційна політики у справі створення відповідних інституціональних умов розбудови ринкового механізму господарювання, що визначають конкурентоспроможність сільськогосподарських виробників і рівень продовольчого забезпечення.

Проблеми інноваційного розвитку з метою забезпечення конкурентоспроможності аграрного сектору в сучасних умовах можуть бути вирішені за рахунок високої ефективності впровадження в аграрне виробництво інноваційної продукції, що визначає важливість сприйняття ним нових ідей, знань і технологій; формування інтересу до запровадження новацій, чому сприятиме наукове забезпечення запитів

агропромислового виробництва, інтеграція його з науковою сферою; стимулювання розробників до створення наукоємної інноваційної продукції (ресурсозберігаючих технологій, нових сортів сільськогосподарських культур і високопорідних тварин, новітніх технологічних комплексів, машин, устаткування); створення необхідної інфраструктури.

Висновки. Розбудова дієвого інноваційного забезпечення конкурентоспроможності аграрного сектору на сучасному етапі має передбачати: створення реальних можливостей у галузі для сприйняття нововведень; забезпечення інтегрованості аграрної науки і виробництва; стимулювання діяльності економічних суб'єктів у створенні та впровадженні селекційно-генетичних, виробничо-технологічних, організаційно-управлінських, економіко-екологічних інновацій; формування умов для забезпечення інноваційних проривів у землеробстві, рослинництві та тваринництві, селекційній справі; мінімізацію інноваційних ризиків шляхом попередження й управління ними; формування дієвої інфраструктури створення і поширення інновацій та їх трансферу у виробництво. На державному рівні потрібно удосконалити систему прямої підтримки інноваційних процесів, запровадити дієвий пільговий режим здійснення інноваційної діяльності за допомогою механізмів податкової та грошово-кредитної політики. Активізація регіональної складової інноваційної діяльності передбачає створення територіальних агротехнопарків як інструментів інтеграції наукового, освітнього, інформаційного, фінансового і виробничого потенціалу на відповідній території в інноваційний комплекс та формування економічних умов стимулювання інноваційної діяльності.

Список використаних джерел:

1. Klaus Schwab. The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution.

2. Четверта_промислова_революція [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/.

3. Четверта_промислова_революція [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://today.mts.com.ua/posts/chetverta-promislova-revolyuciya.

4. Всеукраїнський Хакатон Аграрних Інновацій. Пост-реліз [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://agtech.com.ua/blog/.

5. Вілінська В. Сучасні інноваційні технології в сільському господарстві: основна характеристика та перспективи впровадження / В. Вілінська // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія Економіка. – 7(172). – 2015. – С. 74-80.

6. Антонюк Л.Л. Інновації: теорія, механізм розробки та комерціалізації: [монографія] / Л.Л. Антонюк, А.М. Поручник, В.С. Савчук. – Київ: КНЕУ, 2003. – 394 с.

7. Інноваційні трансформації аграрного сектора економіки: монографія / [О.В. Шубравська, Л.В. Молдаван, Б.Й. Пасхевер та ін.]; за ред. д-ра екон. наук О.В. Шубравської; НАН України, Ін-т екон. та прогнозув. – К., 2012. – 496 с.

8. The 10 skills you need to thrive in the Fourth Industrial Revolution Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-10-skills-you-need-to-thrive-in-the-fourth-industrial-revolution?utm_content=buffer7f05c&utm_medium=social&utm_source=facebook.com&utm_campaign=buffer

В статье обоснована необходимость пересмотра направлений и приоритетов развития аграрного сектора экономики Украины с учетом начала четвертой промышленной революции, которая меняет его концепцию и парадигму.

Ключевые слова: аграрный сектор, развитие, экономика, инновации, технологии, промышленная революция.

In the article the necessity of viewing directions and priorities of the agricultural sector of Ukraine in view of the fourth industrial revolution that changes its concept and paradigm.

Keywords: agricultural sector, development, economy, innovation, technology, industrial revolution.

**УДК 631.312**

# ПОКАЗНИКИ РОБОТИ УДАРНО-ВІДЦЕНТРОВОГО СТЕНДУ ПРИ ПОДРІБНЕННІ РІЗНИХ ВИДІВ ЗЕРНОФУРАЖУ

**Козаченко Н.В.[1], Нещерет Б.І.[2]**

[1] асистент кафедри загальнотехнічних дисциплін, ВП НУБіП України «НАТІ», м. Ніжин, Україна

[2] студент 5-го курсу факультету механізації с.г., ВП НУБіП України «НАТІ», м. Ніжин, Україна

**Анотація**: В статті висвітлені дані про доцільність використання ударно-відцентрового стенду при подрібненні різних видів зернофуражу.

**Ключові слова:** зерно, подрібнення, стенд для перевірки, ефективність процесу, ударно-відцентровий, показники подрібнення.

**Аннотация:** В статье рассмотрены данные о целесообразности использования ударно-центробежного стенда при измельчении различных видов зернофуража.

**Ключевые слова:** зерно, измельчения, стенд для проверки, эффективность процесса, ударно-центробежный, показатели измельчения.

**Abstract**: This article highlights data on the usefulness of impact-centrifugal grinding stand at different types of forage.

**Keywords**: grain, shredding, stand to check the effectiveness of the process, centrifugal shock, crushing performance.

**Аналіз досліджень та публікацій:** На основі етапів досліджень ударно-відцентрового подрібнювача, були вибрані найбільш прийнятні параметри і режими роботи експериментального стенду для перевірки його роботи на різних видах зернофуражу.

**Виклад основного матеріалу:** В таблиці 1 приведені показники роботи експериментального стенду при подрібненні ячменю, пшениці

і гороху. Отримані показники свідчать про ефективність процесу подрібнення, заснованого на принципі «чистого» удару, який використаний в ударно-відцентровому стенді.

Таблиця 1. Основні показники роботи ударно-відцентрового подрібнювача

| Найменування показників | Найменування культури | | |
|---|---|---|---|
| | ячмінь | пшениця | горох |
| Продуктивність, т/г | 2,2 | 4,31 | 2,5 |
| Вологість культури, % | 14,7 | 14,5 | 13,3 |
| Енергоємність процесу подрібнення, МДж/т | 10,50 | 10,75 | 5,04 |
| Залишок на ситі Ø 3 мм, % | 1,62 | 0,78 | 1,88 |
| Кількість пилоподібної фракції, % | 10,51 | 11,27 | 18,78 |
| Кількість цілих зерен, % | - | - | - |
| Енергоємність з врахуванням холостого ходу, МДж/т | 24,13 | 20,28 | 19,2 |

Також потрібно відмітити, що перевірка роботи експериментального стенду на вівсі показала можливість подрібнювати цю зернову культуру за допомогою ударно-відцентрового стенду. Але при цьому вдалося здійснити процес подрібнення тільки при однократному ударі (відкритий цикл), оскільки при використанні замкнутого циклу спостерігалось залягання продукту, що йде на повторне подрібнення, в бункері не подрібненої. Це було пов’зано з невідповідністю кута нахилу стінок бункера експериментального стенда і коефіцієнта тертя вівса по металу.

Таким чином, при подрібненні вівса був отриманий наступний гранулометричний склад (залишок на ситах): Ø 3 мм - 1,4%; Ø 2 мм - 68,54%; Ø 1 мм - 21,5 %; Ø 0,5 мм - 4,0 %; Ø 0,25 мм - 2,6%; залишок на піддоні - 1,96%.

Висновки: Приведені в роботі показники свідчать про перспективність запропонованої технології подрібнення, заснованої на «чистому» ударі, при якому зерно, розігнане механічним шляхом до кінетичної швидкості, вдаряється по перепоні (лопатки ударного ротора), а потім по нерухомій перепоні з наступним поверненням крупної фракції на повторне подрібнення.

Але, враховується той факт, що проведені дослідження в основному носять пошуковий характер, в подальшому необхідно продовжувати дослідження в плані оптимізації процесу подрібнення для конкретних подрібнювачів.

**Список літератури:**

1. Піщалька В.А. Стан та перспективи розвитку комбікормової галузі в Україні/ В.А.Піщальська// Ефективні корми. - 2006. -№3. – С.5-8.

2. Ермичев В.А. Энергозбережение в технологиях кормопроизводства / В.А. Ермичев, А.И. Крупенко//. Механизацыя и електрификация с.х.- 2005.-№ 4. –С. 11-13.

3. Макаров А.П. Иследование технологического процесса измельчения фуражного зерна в молотковых дробилках / А.П. Макаров // Научн.тр.ВИЭСХ. – М.:Колос, 1964. – Т.XIV. – С. 66-88.

**УДК 631. 348.45**

# ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ РОБОЧИХ ОРГАНІВ СІВАЛОК ДЛЯ МІНІМАЛЬНОЇ І NO-TILL ТЕХНОЛОГІЇ

**Коновий А.В.**[1]
[1] магістрант, Дніпропетровський державний аграрний університет, м. Дніпропетровськ, Україна

*В статті на основі аналізу існуючих конструкцій сошників для No-Till технології, розглянуто основні типи сошників конструкція яких відповідає критеріям ресурсозберігаючої технології. Особливість їх конструкцій полягає в тому, що вони мінімально розпушують грунт і покрив із рослинних решток, при цьому розрізають пожнивні рештки створюють оптимальні умови для проростання висіяного насіння в необроблений грунт.*

***Прямий посів, диск, No-Till***

**Постановка проблеми.**

Дніпропетровська область розташована в степовій зоні. Основні площі землекористування зайняті чорноземами: звичайними малогумусними і їх змитими та намитими різновидами. Вони мають сприятливі для землеробства водно-фізичні, фізико-хімічні та агрохімічні властивості.

Ресурсозберігаючі технології обробітку ґрунту, або як їх ще називають No-Till з'явилися в Україні порівняно недавно, на початку минулого століття. У переважній більшості вітчизняні аграрії використовують закордонні посівні комплекси, які є ключовим елементом при впровадженні технологій. В Україні вибір сівалки для прямої сівби відбувається переважно шляхом власних спроб і помилок. Нині відомо достатньо наукових публікацій щодо принципів вибору сівалки для No-Till. Згідно з результатами закордонних досліджень, вибір посівного обладнання включає в себе аналіз ґрунту, пожнивних решток, сівозміни, кліматичних умов і умов виконання кожної технологічної операції у конкретному господарстві. Після

ретельного вивчення цих факторів визначають вимоги до обладнання та ведуть пошук техніки, яка максимально їм відповідає.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Як показав виконаний нами аналіз господарств Дніпропетровщини більшість господарств, які впроваджують ресурсозберігаючу технологію, віддають перевагу посівним комплексам з дисковими сошниками та їх модифікаціям.

У представленій на Зимовій конференції No-Till On The Plains в 2001 році науково-дослідній роботі "Продумана сівалка", Двейн Л.Бек,доктор наук, Дослідницька ферма Дакота Лейкс від Державного університету Південної Дакоти, автор посилається на статтю в якій він описує переваги сівалки з дисковими сошниками і вимоги яким повинна відповідати концептуальна сівалка. Слідуючи цим вимогам та рекомендаціям [1] ми виділили декілька сівалок, а саме конструкцію їхніх робочих органів, які майже повністю відповідають критеріям та вимогам при виборі агрегату для посіву по нульовій технології, та які оптимально підходять для роботи на полях фермерських господарств Дніпропетровщини.

**Мета роботи –** провести аналіз конструкції робочих органів обраних сівалок.

**Виклад основного матеріалу**

Перш ніж детально зупинятись на основах вибору посівного обладнання, розглянемо принципи якісної сівби для цієї технології.

1. Насіння розміщують безпосередньо в ґрунт, а не в рослинні рештки.
2. Насіння розміщують на твердому ложі і вкривають розпушеним шаром ґрунту, для забезпечення доступу повітря.
3. Насіння повинне мати добрий контакт з ґрунтом, тому більшість сівалок для технології нульового сівби комплектуються прикочувальними котками. Вони повинні мати достатній тиск на ґрунт для створення надійного контакту насінини з ним. При цьому враховують, що вологий ґрунт легко ущільнюється і тому при його сильному ущільненні паросток висіяної культури може просто не

пробитися на поверхню. При сівбі в сухий ґрунт навпаки – потрібне додаткове зусилля для прикочування.

4. Насіння загортають рівномірно на задану глибину. Точний контроль глибини висіву часто визначається не лише самою конструкцією сівалки, але і станом поля.

5. Насіння й добрива, які вносяться одночасно, бажано розділити шаром ґрунту.

6. Абсолютно рівного поля не існує, тому сошники повинні копіювати його рельєф.

7. Сівалка має мінімально розпушувати ґрунт і порушувати покрив з рослинних решток.

**Сівалка прямого посіву «Cross-Slot».** Сошник у формі перевернутої літери «Т» (рис.2) - єдина відома форма робочого органу сівалки, що формує горизонтальну борозну. Дана форма сошника була розроблена спеціально для нульової технології. Леміш універсальний і однаково добре проводить посів культур як за нульовою технологією, так і за традиційною.

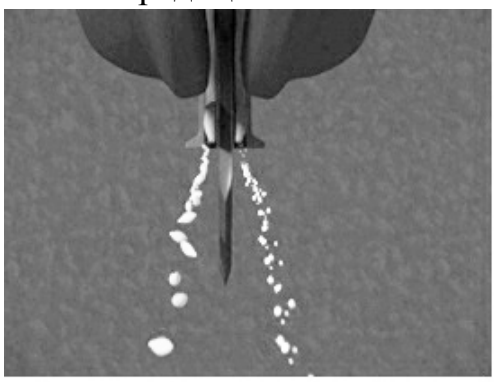


Рис.1. Робочий орган сівалки

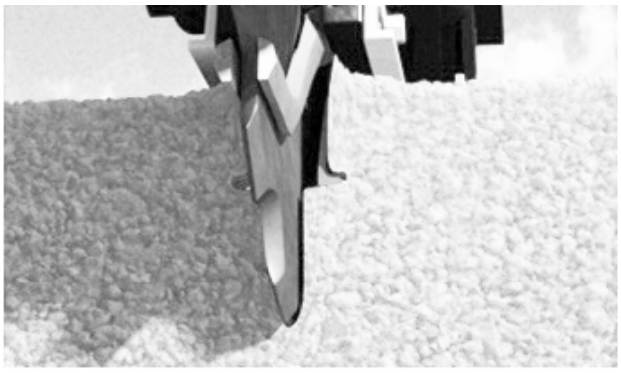


Рис. 2. Загальний вигляд сошника

• Одночасне роздільне внесення насіння і добрив (Рис.1). Сошник «з крилами» забезпечує створення просторового бар'єру між двома стінками горизонтальній борозни в грунті. Це дозволяє вносити насіння з одного боку, а добрива - з іншого, забезпечуючи достатній горизонтальний поділ.

• Навіть при вузьких міжряддях (150 мм) забезпечується відмінна робота без забивання рослинними рештками. Це можливо в різних умовах, від сухої стерні культури до спутаного дерну з добре

розвиненою кореневою системою, у великому діапазоні стану грунтів – від легкого і вологого до важкого і сухого.

• Самостійне закриття борозни без переущільнення, що знижує схожість рослин.

**Посівний комплекс «Агро-Союз TURBOSEM II»** - удосконалена сівалка для прямого посіву, виробляється за ліцензією компанії PIEROBON. Її особливість - монодиск, який формує U-подібну борозну для внесення насіння і добрив, мінімально зрушуючи грунтовий шар. Розрізний диск укомплектований притискним вухом, що забезпечує постійне його очищення від пожнивних залишків при посіві. Наявність спеціального притискного пристрою забезпечує щільний контакт насіння з грунтом.

Особливості конструкції:
1- моно диск
2 - притискне вухо (висіваючий орган)
3 - кіт-кет (притискання насіння в насіннєвому ложі)
4 - ущільнюючі котки
5 - регулятор глибини загортання насіння
6 - регулятор ущільнюючих ковзанок
7 - регулятор притискного зусилля диска (max 170кг)

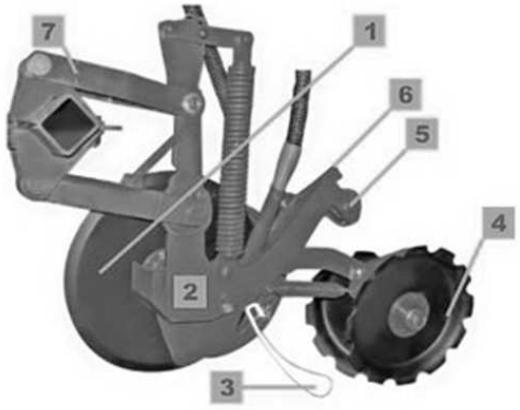



Рис.3. Секція сівалки TURBOSEM II

Система монодиску, дозволяє розрізати грунт і стерню, рівномірно формуючи борозну зерна та добрива. Леміш кріпитися на раму параллелограмною системою, яка дозволяє підтримувати перпендикулярність по відношенню до рівня грунту, таким чином, працює завжди під одним кутом, не змінюючи положення падіння добрив. Розрізний диск укомплектований притискним вухом, що забезпечує постійне його очищення від пожнивих залишків при посіві. Наявність спеціального притискного пристрою забезпечує щільний контакт насіння з грунтом.

**Висновки**

Конструкції сошників розглянутих сівалок повністю задовольняють критерії та вимоги при впровадженні ресурсозберігаючої технології, та максимально підходять для фермерських господарств Дніпропетровщини, як для легких так і для важких грунтів. Одна з розглянутих сівалок, а саме «Агро-Союз TURBOSEM II» завдяки своїй конструкції, розробленій спочатку для посіву зернових культур, здатна сіяти також і просапні культури. Ця опція реалізується завдяки технологічній особливості конструкції - блокуванні сошників через один. Виходячи з цього, можна стверджувати що дана сівалка є універсальною і може замінити просапну сівалку в господарстві.

**Список літератури**

1. Корпорация «Агро-Союз» с. Майское. Сборник статей по No-Till «No-Till On The Plains» Украина, г.Днепропетровск. Корпорация «Агро-Союз» - 2012 г. 228с.
2. Електронний ресурс URL:http://no-till.ru/seeders.php.(Дата звернення: 20.11.2013р.)
3. Електронний ресурс URL:https://www.no-tillfarmer.com/. (Дата звернення: 15.11.2013р.)

**УДК 631.171**

# СИСТЕМА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

**Кудринецький Р.Б.**[1]

[1] с.н.с., к.т.н., Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства», смт. Глеваха, Україна

*Сформовано систему технологічних та експлуатаційно-технічних вимог на кожен тип машин, які необхідно застосовувати на етапах створення і реалізації вітчизняної сільськогосподарської техніки.*

***Ключові слова:*** *технічні засоби, система сільськогосподарська техніка, енергозабезпеченість.*

*Сформирована система технологических и эксплуатационно-технических требований на каждый тип машин, которые необходимо применять на этапах создания и реализации отечественной сельскохозяйственной техники.*

***Ключевые слова:*** *технические средства, система сельскохозяйственная техника, энергообеспеченность.*

*The system of technological and operational and technical requirements for each type of machine to be applied at the stages of creation and implementation of the national agricultural technology.*

***Keywords:*** *hardware, system of farming, energy availability.*

**Проблема.** Аграрний сектор є однією з найперспективніших галузей економіки України, з сприятливими природно-економічними умовами, високим ресурсним та людським потенціалом. Основним резервом підвищення економічної ефективності виробничо-господарської діяльності вітчизняних сільськогосподарських товаровиробників є впровадження інноваційних технологій та відповідне техніко-технологічне переоснащення виробничих процесів, що є складовою системи сучасного інженерно-технічного забезпечення АПК.

**Аналіз останніх публікацій і досліджень.** Аналіз сучасного стану інженерно-технічного забезпечення сільськогосподарських підприємств показує, що за роки незалежності України відбулося істотне скорочення оснащеності аграрного виробництва технічними засобами.

Кількість основної сільськогосподарської техніки аграрних підприємств на початок 2015 року у порівнянні з 1991 роком становила: тракторами – 30,7%, зернозбиральних комбайнів 26,4%, вантажних автомобілів 28,4%, бурякозбиральних комбайнів 13,8% [2]. У результаті завантаженість техніки постійно збільшується: якщо в 1991 році навантаження ріллі на трактор складало близько 63 га, то в 2013 році воно досягло 137 га на одиницю (таблиця 1).

Аналогічна ситуація має місце і щодо завантаженості зернозбиральних комбайнів – 260 га у 2014 році проти 126 га у 1991 році. Проте слід відзначити, що в період становлення ринкової економіки відбулися суттєві зміни в структурі товарного виробництва вітчизняних аграріїв з відповідним перерозподілом посівних площ, змінами структури машинно-тракторного парку та технологій виробництва сільськогосподарської продукції спричинили.

Таблиця 1 – Динаміка забезпеченості технікою та енергетичними потужностями сільськогосподарських підприємств[1]

| Показники | 1991 | 2000 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Сільськогосподарські підприємства, всього | | | | | | | |
| Енергетичні потужності, тис. кВт - всього | 103887 | 66484 | 35221 | 34833 | 39705 | 41651 | 39107 |
| у тому числі двигуни тракторів, тис.кВт | 29851 | 19675 | 12096 | 12200 | 12498 | 12469 | 11826 |
| Енергооснащеність на 100 га посівної площі, кВт | 369 | 297 | 194 | 184 | 210 | 216 | 208 |
| Наявність тракторів, тис. шт. | 426000 | 318900 | 145269 | 141234 | 144947 | 140541 | 130811 |
| Навантаження ріллі на 1 трактор, га | 63 | 80 | 132 | 136 | 134 | 137 | … |
| Середня потужність 1 трактора, кВт | 60,0 | 61,7 | 83,3 | 86,4 | 86,2 | 88,7 | 90,4 |

[1] Дані наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим та м. Севастополя; за 2014 рік - також без урахування частини зони проведення антитерористичної операції. Розраховано авторами на основі даних Держкомстату України.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Наявність зернозбиральних комбайнів, тис. шт. | 105,2 | 65,2 | 32,8 | 32,1 | 32 | 30 | 27,2 |
| Навантаження на 1 комбайн посівів зернових, га | 126 | 188 | 281 | 277 | 245 | 270 | 260 |
| Енергетичні потужності, тис. кВт - всього | - | - | 5088 | 5753 | 5998 | 6209 | 6193 |
| В тому числі фермерські господарства | | | | | | | |
| в тому числі двигуни тракторів, тис.кВт | - | - | 2285 | 2565 | 2710 | 2799 | 2818 |
| Енергооснащеність на 100 га посівної площі, кВт | - | - | 143 | 156 | 159 | 157 | 157 |
| Навантаження ріллі на 1 трактор, га | | - | 140 | 130 | 120 | 122 | … |
| Середня потужність 1 трактора, кВт | - | - | 79,7 | 81,9 | 79,1 | 81,4 | 83,9 |
| Наявність зернозбиральних комбайнів, тис. шт | - | 4585 | 7600 | 8333 | 8844 | 8451 | 8355 |
| Навантаження на 1 комбайн посівів зернових, га | - | 173 | 251 | 219 | 186 | 215 | 194 |

При цьому енергетичні потужності господарств зменшилися майже на 65 млн. кВт до 39,1 млн. кВт та склали 39,2% від рівня 1991 року, з них потужності двигунів тракторів становлять 11,8 млн. кВт, або 39,6% забезпеченості дореформеного періоду. Показник енергооснащеності аграріїв демонструє більш помірні темпи зменшення: у 2014 році він становив 208 кВт на 100 га посівної площі, що становить 61% рівня дореформеного періоду. Це зумовлено одночасним скороченням наявної техніки та посівної площі сільськогосподарських підприємствах з 28,2 млн. га у 1991 році до 18,8 млн. га у 2014 році [1].

Показники енергозабезпеченості відображають якісний стан наявної інженерно-технічної бази сільськогосподарських товаровиробників та динаміку змін у номенклатурі придбання технічних засобів.

Критичним залишається рівень технічного забезпечення фермерських господарств, що негативно впливає на урожайність сільськогосподарських культур в цих господарствах. Аналіз статистичних даних свідчить, що в дрібних сільськогосподарських підприємствах з

низьким рівнем техніко-технологічного забезпечення урожайність зернових культур в 1,7-2,4 рази менша, ніж у господарствах з високим рівнем технологій. Для подолання цього негативного явища необхідно здійснити переоснащення сільськогосподарських товаровиробників усіх форм власності новою технікою, використання якої сприятиме переведенню їх на інноваційний шлях розвитку [2]. Техніка для переоснащення таких аграрних підприємств має забезпечити підвищення у декілька разів продуктивності праці та зменшення витрат енергетичних ресурсів на одиницю продукції і негативного впливу на довкілля [3].

За останні 5 років фермерські господарства наростили енергетичні потужності майже на 22%. При цьому кількість тракторів у них збільшилась на 17,2%, а середня потужність двигуна трактора збільшилась до 84 кВт, проте це майже вдвічі менше за технологічну потребу [4].

Слід відмітити, що в сучасній структурі технічного забезпечення сільськогосподарських підприємств левову частку займають трактори потужністю понад 60 кВт, причому спостерігається перманентна тенденція до нарощування кількості енергонасичених тракторів потужністю 100 кВт і більше [1]. Відповідна динаміка відображається на показнику середньої потужності тракторів у господарствах (рисунок 1).

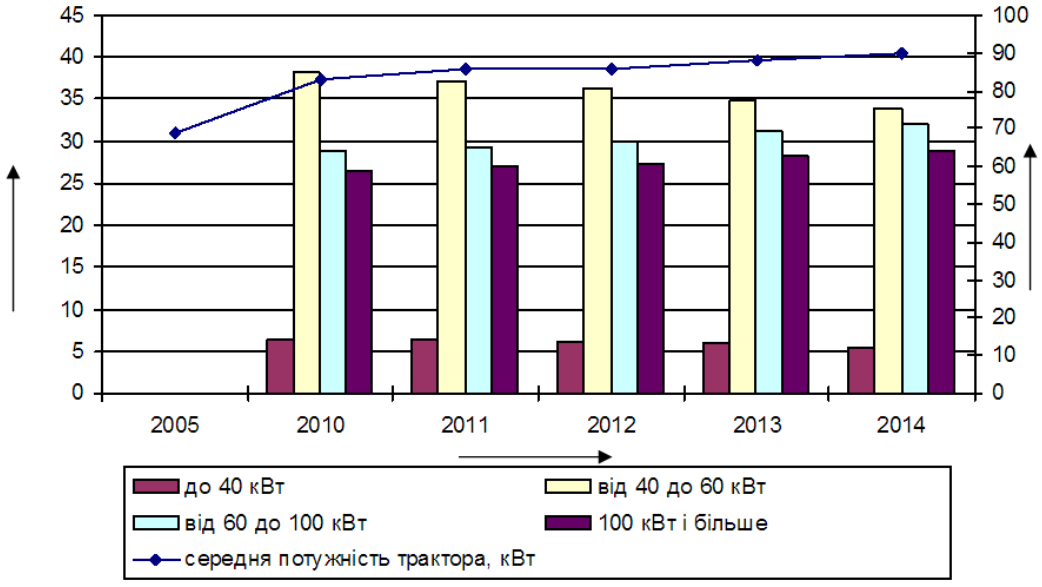



Рисунок 1 – Динаміка структури наявного парку тракторів за потужністю у 2010-2014 рр.[2]

[2] Розраховано за даними Держкомстату

Це свідчить про те, що виробники сільськогосподарської продукції при комплектуванні машинно-тракторного парку віддають перевагу тракторам великої одиничної потужності. Частка у придбанні тракторів великої потужності за чотири роки зросла більш як на 8%, і у 2013 році склала вже 2374 одиниці. Навіть у 2014 році, не зважаючи на загальний спад попиту на ринку техніки, в Україну було імпортовано 1179 одиниць енергонасичених тракторів, а загальний обсяг цього сегменту ринку зменшився лише на 0,9% і склав 2275 шт. (рисунок 2).

**Мета досліджень.** Метою даної статті є підвищення конкурентоздатності вітчизняної техніки шляхом запровадження технологічних та експлуатаційно-технічних вимог під розроблення сільськогосподарських машин.

**Результати досліджень.** Процес створення нової техніки передбачає визначення її раціональних параметрів, за яких машина забезпечить виконання заданого обсягу робіт у відповідності з вимогами агротехніки до їх якості, в оптимальні агротехнічні строки, з мінімально можливими експлуатаційними затратами.

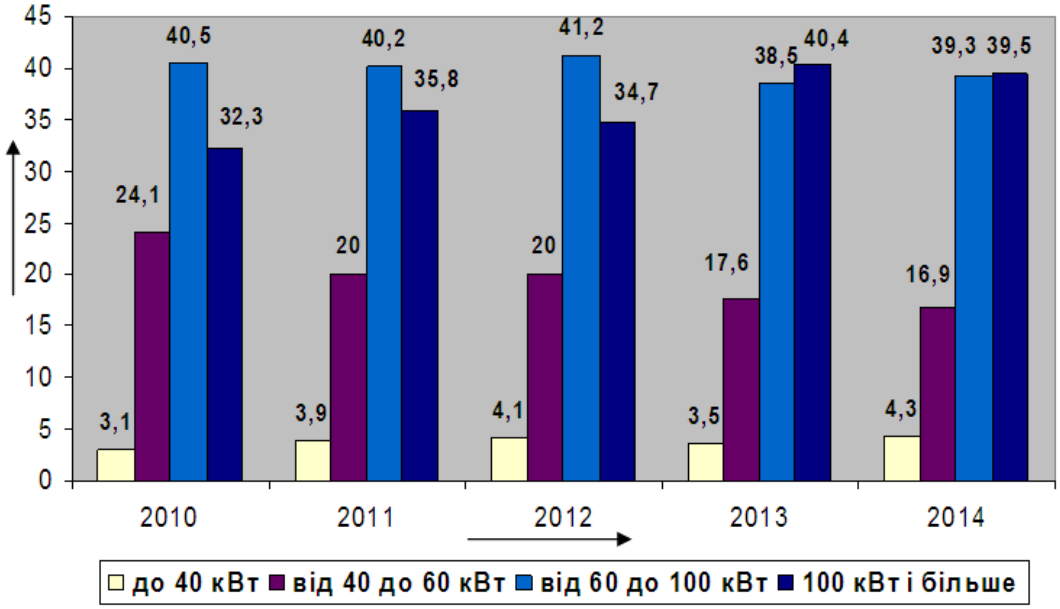



Рисунок 2 – Динаміка структури придбання тракторів за потужністю двигунів у 2010-2014 рр.[3]

[3] Розраховано за даними Держкомстату

Технологічні вимоги сформовано на основі узагальнення досліджень агрономічної та інженерної наук із урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, в яких функціонуватиме машина, вимог до якості виконання технологічних операцій, допустимих відхилень від оптимальних значень, вимог агроекології тощо.

Експлуатаційно-технічні вимоги включають вимоги до конструкційно-технологічної схеми машини, типів і параметрів робочих органів, режимів їх роботи, способів агрегатування, необхідного енергетичного забезпечення, показників надійності, раціонального типорозмірного ряду.

Експлуатаційні параметри технічних засобів для конкретних умов їх використання визначено за результатами економічної оцінки їх ефективності в складі технологічних комплексів та машинно-тракторного парку різних типів аграрних формувань.

Технологічні та експлуатаційно-технічні вимоги розроблено на кожен тип машин, а саме:

а) показники призначення - визначають вид технологічної операції (процесу), для виконання якої призначається машина; умови, в яких вона має забезпечити якісне виконання технологічної операції; спосіб взаємодії з об’єктом (середовищем); вимоги до якості виконання роботи із зазначенням допустимих відхилень; вимоги агроекології та ергономіки, конструкційно-технологічну схему машини, яка забезпечує виконання зазначених функцій, параметри, режими роботи, інші кількісні показники, які визначають ефективність машини;

б) вимоги до конструкції машини включають основні конструкційні вимоги до машини і її складових частин, габаритні і приєднувальні розміри, спосіб кріплення, способи та органи регулювання і настроювання на режим роботи, вид виконання конструкції (моноблочний, блочно-модульний, блочний), граничну масу машини і її складових частин, вимоги до консервації машини та її зберігання;

в) вимоги до технологічності конструкції передбачають вимоги до виробничої, експлуатаційної та ремонтної технологічності машини, використання в її конструкції уніфікованої елементної бази (робочих органів, механізмів передачі енергії та інших компонентів), показники уніфікації машини;

г) вимоги до надійності включають показники надійності, які необхідно забезпечити, конструкційні та експлуатаційні способи забезпечення надійності, встановлюють показники безвідмовності, довговічності і збереженості;

д) експлуатаційні вимоги визначають умови ефективної експлуатації, режими технічного обслуговування (види, періодичність обслуговування та ремонту за ресурсом, технічним станом чи календарний); вимоги до зручності складання і розбирання машини, доступності до окремих компонентів конструкції під час обслуговування і ремонту; вказуються необхідні запобіжні засоби проти несанкціонованого застосування;

е) вимоги до транспортування і зберігання – включають способи транспортування, допустиму транспортну швидкість, дальність транспортування, транспортні габарити, умови зберігання, терміни і порядок переконсервації;

ж) техніко-економічні вимоги включають економічну ефективність, термін окупності, лімітну вартість, орієнтовну річну потребу, раціональний типорозмірний ряд. Технологічну потребу в кожному елементові ряду, економічні та інші переваги машини порівняно з найкращими вітчизняними і зарубіжними аналогами.

Показники призначення сформульовані на основі вимог агротехнологій до якості виконання технологічних операцій та аналізу взаємодії різних робочих органів із середовищем, в якому вони будуть працювати, досліджень впливу їх параметрів і режимів роботи на зміну стану середовища і витрати енергії.

Вимоги до конструкції машини (знаряддя) її складових частин, технологічності виготовлення і експлуатації сформульовано з урахуванням досягнень науково-технічного прогресу в машинобудуванні.

В конструкції машин (знаряддя) передбачено вимога щодо їх автоматизації та комп’ютеризації.

**Висновки.** Розроблені технологічні та техніко-експлуатаційні вимоги є завданням для проектування сільськогосподарських технічних засобів і будуть спрямовувати розробників та виробників на створення і виробництво сільськогосподарських машин і знарядь високого технічного рівня.

**Література:**

1. Наявність сільськогосподарської техніки та енергетичних потужностей в сільському господарстві у 2014 році: статистичний бюлетень / відповідальний за випуск О.А. Вишневська. К.: ДССУ, 2015. – 586 с.

2. Саблук П. Ціновий паритет в АПК як економічна основа техніко-технологічного переоснащення сільськогосподарського виробництва. – Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової

техніки і технологій для сільського господарства України / П.Т.Саблук, М.М. Могилова // Зб. наук. праць. – УкрНДІПВТ ім. Леоніда Погорілого. – Дослідницьке, 2014. – Вип. 18(32). С. 29-38.

3. Науменко В. Державне регулювання технічного оновлення аграрних підприємств / В.І. Науменко // Агроінком, 2013. - №7-9. – с. 40-43.

4. Андрійчук В. Агропромислові формування нового типу в контексті стратегії розвитку вітчизняного сільського господарства / В.Г. Андрійчук // Економіка АПК, 2013, - №1. – с. 3-15.

# ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ КРАПЕЛЬНОГО ЗРОШЕННЯ В УКРАЇНІ

**Кушнарьов С.А.[1], Білан Ю.Д.[2]**
[1] к.т.н., ВП НУБіП України "НАТІ", м. Ніжин, Україна
[2] студент групи БМ-121, ВП НУБіП України "НАТІ", м. Ніжин, Україна

В умовах зростаючого дефіциту якісної прісної води, зростання цін на енергоносії, погіршення екологічного стану зрошуваних земель актуальним стає розробка і впровадження ресурсо- і енергозберігаючих, екологічно безпечних технологій. У зрошуваному овочівництві цей напрям реалізовується шляхом впровадження технологій мікрозрошення. Ідея локального зволоження ґрунту за даними американської фірми «SirisInternational» виникла в Німеччині, де в 1880 році (за іншими даними - в 1860 р) були проведені перші досліди з використанням коротких керамічних труб з відгалуженнями.

Цю ідею розвинув в 30-х роках XX ст. Зим Хабласс (Ізраїль), якого ряд вчених вважає винахідником крапельного зрошення. Саме він запропонував конструкцію першого крапельниці. Але широкого промислового використання крапельне зрошення отримало пізніше - з кінця 50-х років XX ст. Основою для цього стало отримання поліетилену низького тиску (1935 р) і поліетилену високого тиску (1948 г.). За допомогою останнього почалося виробництво пластмас. Перша система крапельного зрошення була запатентована в 1963 р в Ізраїлі. Аналогічна система з'явилася в США в 1964 р З цього часу відзначається стрімке, а з 80-х років XX ст. - Планомірне зростання с.-г. угідь, які поливаються способами мікрозрошення. На сьогоднішній день, за різними даними, в світі налічується близько 3 млн. Га земель зрошуваних за допомогою локальних способів поливу. Найбільшого поширення способи мікрозрошування отримали в США, Ізраїлі, Австралії, Італії, Іспанії, Франції, Австрії, Німеччини, Великобританії, України, Єгипті, Мексиці, Бразилії, Нової Зеландії та ін.

Україні дослідження впливу краплинного зрошення на систему «рослина-грунт-навколишнє середовище» були розпочаті в кінці 60-х - на початку 70-х років XX ст. Українським науково-дослідним інститутом зрошуваного садівництва (сьогодні - Інститут зрошуваного садівництва ім. М.Ф. Сидоренка УААН), Українським науково-дослідним інститутом гідротехніки і меліорації (сьогодні - Інститут

гідротехніки і меліорації УААН) та інститутом «Укрдіпроводгосп» (сьогодні - ВАТ « Укрводпроект »). У 1980 р в Україні було 400 га промислових систем крапельного зрошення садів і виноградників. Завдяки технологічним перевагам щороку в експлуатацію вводилися сотні гектар крапельного зрошення багаторічних культур. У той же час крапельне зрошення овочевих культур не відразу набуло широкого поширення, хоча ефективність його використання на овочах була встановлена ще на початку 70-х років XX ст. Стримуючим фактором його розвитку була відсутність на той час в країні технічних засобів, необхідних для промислового впровадження таких систем.

Перші дослідження з розробки конструкцій систем підґрунтового зрошення і технології поливу просапних культур (овочевих, картоплі, буряка, гороху) були розпочаті на початку 70-х років XX ст. під керівництвом В.Г. Лабода і В.П. Остапчика на Кримській дослідно-меліоративної станції УкрНДІГІМ (сьогодні - Кримський науково-дослідний центр ІГіМ УААН) на площі 7 і 21 га. Трохи пізніше, в 1974 р, з метою вивчення ефективності краплинного зрошення просапних культур в колгоспі «Прогрес» Великомихайлівського району Одеської області вперше в Україні була змонтована експериментальна система крапельного зрошення. За період досліджень (1974-1978 рр.) Були встановлені основні параметри технологій крапельного зрошення томата, огірка, кукурудзи на зерно, цукрових та кормових буряків, а саме: досліджено впливу краплинного зрошення на врожайність просапних культур, визначені основні параметри технології поливу, досліджена можливість механізованого переміщення поливних трубопроводів з позиції на позицію, досліджено вплив краплинного зрошення на сольовий склад ґрунту, дана економічна оцінка крапельного зрошення просапних культур на невеликих прифермских ділянках. Підсумком цих досліджень стала захист П.А. Морозом в 1981 р в УкрНДІГІМ кандидатської дисертації на тему «Дослідження крапельного зрошення польових культур на півдні України».

У 1992 р було розпочато дослідження елементів технологій крапельного зрошення овочевих, баштанних культур і арахісу в відкритому ґрунті Центром мікрозрошення ІГіМ УААН. Дослідження проводилися в рамках науково-дослідної роботи за завданням 01.04 «Розробити і впровадити нові технічні засоби і технології мікрозрошення інтенсивних насаджень плодових культур, винограду на малопродуктивних землях, а також овочевих і баштанних культур у

відкритому ґрунті для умов України». Керівник науково-дослідної роботи - М.І. Ромащенко. Відповідно до завдання були проведені експериментальні дослідження по розробці та обґрунтуванню технологій мікрозрошування огірка і томата. У 1992-1994 рр. Центром мікрозрошення ІГіМ УААН були побудовані дослідні ділянки мікрозрошування просапних культур у дослідному господарстві Інституту зрошуваного землеробства УААН (сьогодні - Інститут землеробства південного регіону УААН) на площі 1,5 га, в дослідному господарстві Херсонської селекційної дослідної станції баштанництва УААН (сьогодні - Інститут південного овочівництва і баштанництва УААН) на площі 12,0 га і на землях Донецької дослідної станції овочівництва (сьогодні - Донецький науково-дослідний центр Інституту овочівництва і баштанництва УААН) на площі 3,0 га

Результати цих досліджень відображені в багатьох роботах: наукових звітах, авторефератидисертацій М.І. Ромащенко, В.В. Васюти, В.А. Лимаря, публікаціях М.І. Ромащенко, В.Н. Корюненка, В.В. Васюти, В.А. Лимаря, С.В. Малярчука, О.Д. Семаша, С.І. Жарина.Дослідження по розробці елементів технології вирощування огірка на опорній системі при краплинному зрошенні проводилися в 2000-2003 рр. Центром мікрозрошення ІГіМ УААН під керівництвом М.І. Ромащенко та А.Г. Матвійца на землях ТОВ «Завидівське» Мукачівського району, ТОВ «Агро-Нова» та ПП «Паска» Берегівського району Закарпатської області. Були вивчені водний і поживний режими грунту, проведено сортовипробування. За результатами досліджень підготовлено методичні рекомендації. Дослідження з вивчення водного режиму ґрунту в залежності від способу поливу при вирощуванні томата провели на землях Дослідного господарства Кримського науково-дослідного центру ІГіМ УААН (В. Сторчоус, 2004). Встановлено, що для підтримки оптимальної вологості ґрунту (не нижче 70-80-70% НВ за фазами розвитку) при краплинному зрошенні необхідно провести 18-19 поливів. При цьому величина зрошувальної норми склала 990-1200 м3 / га, що в 3,7 рази менше в порівнянні з дощуванням і поверхневим поливом. Вітчизняними вченими були чітко визначені переваги крапельного зрошення овочевих культур перед традиційними способами зрошення, розроблені наукові основи проектування і експлуатації систем крапельного зрошення.

1997 р в Україні починається новий етап застосування технологій крапельного зрошення в овочівництві відкритого ґрунту -

компанією ЗАТ СП «Саус Фуд, Інк.» (Сьогодні - ЗАТ «Чумак») в Каховському районі Херсонської області був реалізований пілотний проект промислового застосування крапельного зрошення при вирощуванні овочевих культур. Першим закордонним постачальником систем крапельного зрошення для поливу овочів на українському ринку була американська компанія «T-SYSTEMSINTERNATIONAL, INC.», Яка пропонувала систему на базі плівкових трубопроводів з інтегрованими крапельницями типу «T-TAPETSX». З 2001 р відбувається значне розширення ринку систем крапельного зрошення: збільшилася кількість компаній, які працюють в цій сфері, зросли обсяги і розширилася географія застосування крапельного зрошення овочів. Виникнення на ринку здорової конкуренції, початок власного виробництва необхідного обладнання, визнання технологій крапельного зрошення на державному рівні, налагодження кредитної політики комерційними банками сприяло збільшенню в 2004 р обсягів впровадження крапельного зрошення вдвічі і зниження вартості 1 га в 1,2-1,5 рази . Сьогодні в Україні на ринку крапельного зрошення працює більше 30 компаній і організацій. Основними з них є: «A.I.K. Ltd. »(ТОВ« АКВАВІТА »), Чапко« Терра ЛТД »,« Нетафім », ТОВ« Уніфермаг », Інститут гідротехніки і меліорації УААН, ЗАТ« Агріматко-Україна », НВП« Іригаційні системи », ПП« Полив », ПП «Джерело» ІГіМ УААН, ТОВ «Техносервіс», ВАТ «Сизакор», ПП «Біолог», «АМІ», НПК «Роста», ДП «Кримпласт», ТОВ «УАТ», ТОВ «Украгротехнології» і ін.

Досить стрімко ростуть і площі овочевих культур, які поливаються за допомогою систем краплинного зрошення. Якщо в 2000 р їх налічувалося 3 тис. Га, то в 2004 р - близько 12-15 тис. Га, в 2005 р - 18-21 тис. Га, 2006 року - 23-26 тис. Га, в 2008 - 27-29 тис. га. На жаль, точних статистичних даних, щодо площ овочевих культур під крапельним зрошенням, немає. Найбільші площі крапельного зрошення овочів розміщені в Херсонській і Одеській областях - понад 50%. Широко застосовується крапельне зрошення овочів також в Миколаївській, Дніпропетровській, Запорізькій, Донецькій областях та в АР Крим

В останні роки (2010-2015 рр.), Спостерігається тенденція збільшення площ овочевих культур під крапельним зрошенням в центральному, західному і північному регіонах України, переважно у Закарпатській, Київській, Черкаській, Вінницькій, Полтавській і Кіровоградській областях. Значному розширенню і популяризації

крапельного зрошення овочевих культур сприяла діяльність Проекту аграрного маркетингу. Під його егідою в 2004-2006 рр. з метою впровадження сучасних технологій вирощування овочевих культур були закладені демонстраційні поля в 6 областях України. З огляду на умови, які створилися в Україні за останні 5-7 років для розвитку краплинного зрошення, можна прогнозувати, що динаміка збільшення площ овочевих культур, які поливаються способами мікрозрошення, збережеться на майбутнє, а інтерес до цих способів поливу з боку аграріїв не зменшиться

## Література

1. Дудник С. А. Орошаемое овощеводство / Дудник С. А., Антонов А. В., Березкина Г. Е. – К.: Урожай, 1990. – 240 с.
2. Кузнецов В. И. Развитие и эффективность орошаемого земледелия за рубежом / В. И. Кузнецов, Е. В. Заморин // Вестник с.-х. науки. – 1990. - № 7. – С. 137-142.
3. Ромащенко М. Капельное орошение История. Состояние. Перспективы / М. Ромащенко, А. Шатковецкий, С. Рябков // Сбірник праць ІВПіМ НААНУ. - 2009 р.
4. Ромащенко М. Капельное орошение овощных культур / М. Ромащенко, А. Шатковский, С. Рябков // Овощеводство. – 2009. – № 2. – С. 66-70.
5. Попельницкая Н. А., Тригуб В. И. Орошение на юге Украины: исторические аспекты // Решение о депонировании документа вынес Совет географического факультета БГУ, протокол № 5 от 24.12. 2015 г. – 2016. – С. 54.

# МІСЦЕ ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

**Кушнарьов С.А.[1], Гузяренко П.С.[2]**
[1] к. т. н., ВП НУБіП України "НАТІ", м. Ніжин, Україна
[2] студент групи БМ-121, ВП НУБіП України "НАТІ", м. Ніжин, Україна

Деякі визначення.

**1. Спостереження** – це кількісна і якісна реєстрація вакансій дослідника сторін розвитку явища, констатація наявності того чи іншого його стану, ознаки, властивості.

**2. Експеримент, дослід** – Це таке навчання, при якому дослідник штучно викликає явища або змінює умови так, щоб краще з'ясувати сутність явища, походження, причинність і взаємозв'язок предметів і явищ.

Найхарактерніша риса і головна особливість будь-якого точного наукового досвіду - його відтворюваність. Між спостереженням та експериментом з точки зору теорії пізнання є принципова різниця: спостереження відображає зовнішній світ, йде ззовні в наш мозок, воно фіксує факти; експеримент йде з нашої свідомості, мислення, він як би гіпотеза, яка шукає перевірки фактами, практикою.

**3. Польовий сільськогосподарський дослід** – дослідження, здійснюване в польовій обстановці на спеціально виділеній ділянці. Основним завданням польового досвіду є встановлення відмінностей методом варіантами досліду, кількісної оцінки дії факторів життя умов і прийомів вирощування на врожай рослин і його якість.

**Вимоги до польового досліду.**

Цінність результатів польового досліду залежить від дотримання певних методичних вимог, таких як:

- типовість досвіду;
- дотримання принципу єдиної відмінності;
- проведення досвіду на спеціально виділеній ділянці;
- облік урожаю і достовірність досвіду по суті.

Типовість (репрезентативність) польового досвіду полягає в дотриманні відповідності умов його проведення ґрунтово-кліматичних (природним) і агротехнічних умов даного району або зони.

Деякі доповнення:

1. У поняття "типовість" входить також вимоги проводити дослідження з районованими (або перспективними) сортами і культурами, типовими для даної зони.

2. До типовості відносяться також вимоги проведення польового досліду при загальному високому рівні агротехніки; досліди при низькому рівні агротехніки не мають виробничої цінності.

**Принцип єдиної відмінності**.

При постановці польових дослідів необхідно дотримуватися єдність всіх умов, крім одного – що вивчається. Слід зазначити, що повного збереження рівності всіх умов, окрім досліджуваного, виявляється неможливим через тісному зв'язку та взаємодії між різними чинниками життя рослин і ґрунту діючими на них агротехнічними прийомами.

**Види польових дослідів**

Польові досліди поділяються на дві великі групи:

- агротехнічні;
- сортовипробування.

Основне завдання агротехнічних дослідів – порівняльна об'єктивна оцінка дії різних факторів життя, умов, прийомів обробітку або їх поєднань на врожай. До цієї групи відносяться, наприклад, польові досліди з вивчення обробітку ґрунту, попередників, добрив, засобів боротьби з бур'янами, хворобами і шкідниками, норм і строків посіву і т. д.

Класифікація за видами

- однофакторні;
- багатофакторні;
- короткострокові (1 – 3 року);
- багаторічні;
- стаціонарні;
- нестаціонарні (кожен рік з новим ділянок).

Якщо досліди однакового змісту проводять одночасно в декількох різних
географічних і ґрунтово-кліматичних умов і такі досліди об'єднані загальною темою – їх називають географічними. Основне завдання географічних дослідів – визначення дії досліджуваного прийому в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

**Вибір та підготовка земельної ділянки**

1. Вимоги до земельної ділянки;
2. паспорт дослідного поля:

- історія дослідного поля;
- ґрунт дослідного поля;
- рельєф дослідного поля;

3. підготовка і вивчення ділянки.

Форма ділянки: квадратна і прямокутна.

Ефект від подовження найбільш сильно проявляється при відношенні термінів 1:10-1:15.Подальше подовження не дає суттєвих позитивних результатів і буває доцільним лише з точки зору технологічних зручностей.

**Розміщення варіантів у польовому досліді**

Три групи методів розміщення варіантів по ділянкам дослідного поля (рис. 1).

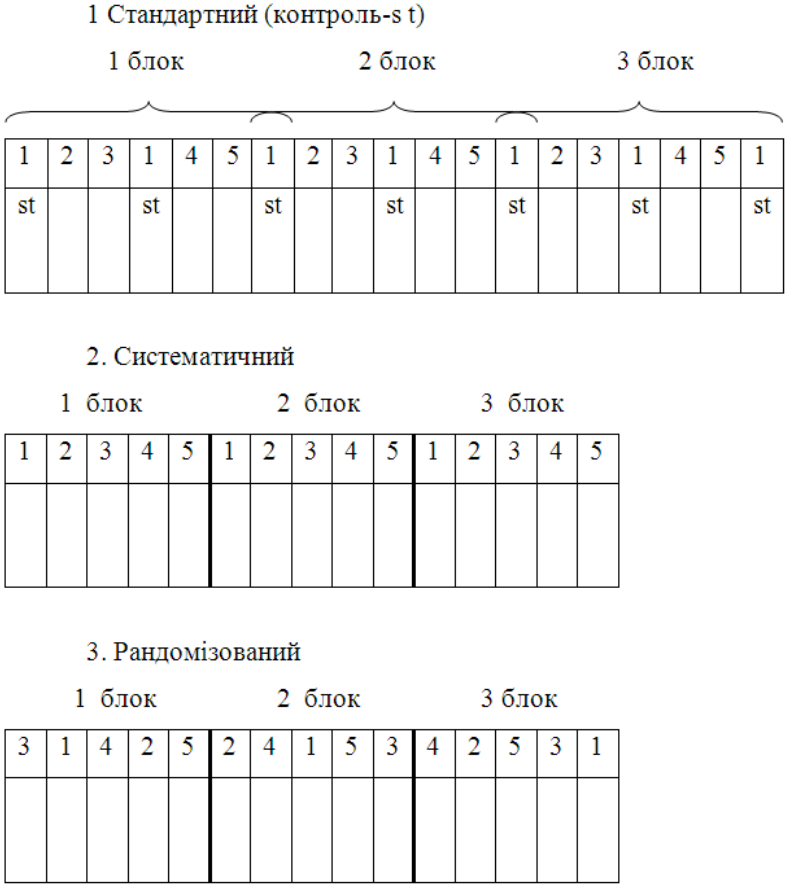



Рис. 1. Варіанти розміщення дослідних ділянок

Переважна більшість польових дослідів закладається зараз за методом, заснованому на принципі випадковості - рандомізоване розміщення варіантів.

**Загальні принципи планування польового експерименту**

Планування – це визначення завдання дослідження, розробка схеми досліду, вибір земельної ділянки та оптимальної структури польового досвіду. Помилки, допущені при плануванні, можна виправити в подальшому ні при ретельному проведенні дослідної роботи, ні застосуванням сучасних методів досліджень та статистичної обробки даних.

Період, що передує дослідженню включає:

1. вибір теми, визначення завдань та об'єкта досліджень;
2. вивчення сучасного стану питання;
3. висунення робочої гіпотези або ряд конкуруючих гіпотез;
4. розробка схеми і методики експерименту.

Схема включає вибір плану експериментів сьогодні, як правило багатофакторний.:

**Планування спостережень та облік.**

- терміни і частота спостережень (пов'язано з фенологією).
- планування розміру вибірки для фенології.
- планування розміру вибірки для обліку врожаю, техніки закладання і проведення дослідів.
- розбивка досвідченого ділянки:
- на плані;
- в натурі (вішки, репера, кілочки) можливо, створений GPS;
- польові роботи на дослідному полі одночасність виконання агротехнічних робіт.

**Документація та звітність по польового досвіду.**

Основний документ "Журнал польового досвіду" з обов'язковим відображенням:

1. цілі польового досвіду;
2. схема і план розміщення досвіду в натурі;
3. характеристика та історія ділянки (назва, попередник, добриво і т. д.);
4. ґрунтова, агрохімічна, агрофізична та інші характеристики ділянки;
5. програма і методика досліджень;
6. перелік усіх робіт від збирання попередньої культури до збирання врожаю в досвіді (із зазначенням строків, способів і якості виконання);
7. результати всіх аналізів та спостережень у вигляді таблиць, графіків, рівнянь;

результатів обліку врожаю:

а) за ділянками;

б) в перекладі на гектар;

в) приведеного до стандартної вологості;

9. результати статистичної обробки врожаїв і найважливіших аналізів;

10. попередні висновки і пропозиції.

Рис.2. Розташування дослідних ділянок томатів

Рис. 3. Розташування дослідних ділянок на кукурудзі

Рис. 4. Визначення вологості ґрунту на дослідних ділянках

**Висновки**: Для отримання достовірної інформації про досліджуване явище в сільському господарстві основне значення має правильне планування польових дослідів з певною послідовністю розташування досліджуваних ділянок і визначенням їх оптимальних розмірів. Для реєстрації одержаних даних необхідно ретельне ведення журналів польових експериментів.

Література.

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами математической обработки результатов исследований / Б. А. Доспехов – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Красовский Г.И. Филаретов Г.В. Планирование экспериментов. - М.: изд-во БГУ, 1982. - 302 с.
3. Летошнев М.Н. Сельскохозяйственные машины: теория, расчет, проектирование и испытания. 3-е издание, перераб. и доп.-М.: Сельхозгиз, 1955. - 764 с.

**УДК 631.5**

# СУЧАСНІ АДАПТАТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

**Лавська Н.В.**[1]
[1] кандидат сільськогосподарських наук, викладач ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний коледж», м. Ніжин, Україна

**Анотація:** У статті висвітлено потреба в нових технологіях вирощування сільськогосподарських культур, адаптованих до мінливих погодних умов, які забезпечать стабілізацію врожайності та покращення якості вирощеної продукції.

**Ключові слова:** технології вирощування, адаптація, врожайність, якість продукції, екологічна безпека.

**Постановка проблеми:** На сьогодні загальноприйняті технології вирощування сільськогосподарських культур ще не враховують їх природну адаптивність, тобто пристосованість рослин до складаних умов вирощування. Елементи цих технологій розраховані на середньобагаторічні показники погодних умов регіону і не передбачають мінливості погодних умов. Тому вони не є достатньо дієвим комплексним заходом підвищення стійкості агроценозів, їхнього захисту від несприятливого впливу природних факторів, стабільного одержання високої врожайності та якості врожаїв. Більш того, вони обумовлюють нераціональні витрати коштів і навіть негативний вплив на навколишнє середовище. Саме тому актуальним є вивчення, пошук та розробка різноманітних рішень, спрямованих на підвищення продуктивності культур.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій:** Адаптація рослин пов'язана зі специфічним впливом факторів зовнішнього середовища, яка визначається, з одного боку, їх різновидом, дозою, тривалістю впливу, з іншого — біологічними особливостями виду, його функціональним станом. При цьому відбувається часткова компенсація недостатності одних складових елементів величини врожайності збільшенням кількості інших. Так, наприклад, зрідженість продуктивного стеблостою колосових культур за сприятливих умов може компенсуватися підвищеною кущистістю рослин, озерненістю колосу і виповненістю зерна, а недостатня озерненість колосу — масою зерна, його якістю тощо. Причому ці

процеси є розтягнутими за часом вегетації, що підсилює адаптаційні можливості рослин.

В основі всіх адаптаційних можливостей рослин лежить загальний біологічний закон — кожен живий організм повинен залишити після себе життєздатне потомство.

**Мета дослідження:** дослідити нові високоякісні високотехнологічні і безпечні для навколишнього середовища і людей технології вирощування сільськогосподарських наук, які б забезпечували одержання стабільних і високих валових зборів незалежно від погодних умов.

**Виклад основного матеріалу**. Технології, які забезпечують високу врожайність сільськогосподарських культур на основі використання досягнень науки, матеріально-технічних засобів, агровиробничої дисципліни на початку 80-х років отримали назву "інтенсивних". Вони передбачають такі технологічні засоби, які дають змогу отримати врожайність у 3-4 рази вищу від забезпеченої природними умовами.

Під час застосування інтенсивних технологій врахо- вують біологічні особливості кожної культури, аналізуючи біокліматичний потенціал і рівень використання потенціальної родючості ґрунту. Основними чинниками інтенсивної технології є використання досягнень науки і рівня матеріально- технічних засобів. Це широке застосування мінеральних добрив, особливо зміни у застосуванні азотних добрив, застосування хімічних речовин у захисті від шкідників, хвороб і бур'янів сільськогосподарських культур, застосування нових сортів інтенсивного типу, які збільшують врожайність сільськогосподарських культур.

Чинником інтенсивної технології є система обробітку ґрунту з використанням нової високопродуктивної сільськогосподарської техніки. Застосування інтенсивних технологій для одержання високої врожайності призвело і до виникнення різноманітних проблем, які викликали протиріччя між економікою і екологією. Наприклад, широке впровадження хімізації, засобів захисту рослин під час вирощування польових культур, викликало небажані і навіть загрозливі наслідки для навколишнього природного середовища та якості продукції рослинництва, і в результаті негативного впливу на здоров'я людей. У разі внесення надмірної кількості мінеральних добрив посіви вилягали, знижувалась їх зимостійкість. Значно зросли витрати непоновлюваної енергії на виробництво одиниці продукції.

Небезпечними для стану екології є “нульові” технології (сівба по стерні без обробітку ґрунту), де основою технології є хімізація. Досі не досліджено вплив на людський організм генетично модифікованих сільськогосподарських культур, адже тривале використання такої продукції може мати непередбачувану дію на організм людини, що проявиться через певний час.

У кінці ХХ століття в Європі підвищився інтерес до ресурсозберігальних, адаптивних, екологічно чистих технологій вирощування сільськогосподарських культур. Вони мають забезпечувати достатній економічно вигідний рівень урожайності за найменших затрат матеріальних ресурсів. У разі впровадження таких технологій необхідно зменшити негативний вплив надмірної хімізації рослинництва, а також застосовувати агротехніку вирощування, яка практикувалася впродовж тисячоліть, тільки на якісно новому рівні. Основними критеріями ефективності інтенсивних технологій у рослинництві мають бути їх ресурсозбережність і природоохоронність. Найважливішою особливістю цих технологій має стати біологізація технологічних процесів – використання сівозмін, сортів, раціональної системи удобрення, інтегрованого захисту рослин, науково обґрунтованого обробітку ґрунту. Біологізація інтенсивної технології робить її наукоємною і складною, адже правильно розрахувати всі можливі варіанти неможливо без комп’ютеризації. Тобто, потрібно програмувати врожай, це дасть змогу підвищити його на 20-30%. Під час розробки таких технологій слід враховувати економічні, екологічні та енергетичні аспекти, які б забезпечували гармонію взаємин людини з природоюАдаптивний потенціал культурних рослин – це здатність їх до виживання, відтворення та формування врожаю в постійно змінних умовах зовнішнього середовища. Адаптація служить основою виживання певного виду рослин у різко мінливих умовах його місцезнаходження і забезпечується за допомогою механізму уникнення та толерантності. Первинна реакція рослинного організму на дію будь-якого екзогенного чинника спрямована на запобігання пошкодження клітин, органів. Якщо вплив екзогенного чинника не перевищує летального порогу, настає фаза адаптації.

Особливо актуальним є питання про перехід до адаптивних технологій вирощування в умовах недостатнього та нестійкого зволоження. Погодні умови конкретного року визначають спосіб і параметри основного і передпосівного обробітку ґрунту, строків

сівби, норм висіву і глибини загортання насіння, час проведення підживлень та їх дози, необхідність здійснення заходів боротьби з бур'янами, шкідниками, хворобами, а також доцільність проведення заходів з підвищення якості продукції, час і способи збирання і т. д.

Так, оптимальні строки сівби як озимих, так і ярих культур, які визначаються погодними умовами, дають можливість для кращого росту й розвитку рослин, що в подальшому сприяє формуванню високої їх продуктивності. Адаптація рослин значною мірою залежить від своєчасного проведення цього елементу технології та правильного підходу в його проведенні. У разі запізнення із сівбою компенсувати зниження урожайності в подальшому буде неможливим.

Результатами досліджень встановлено, що за сприятливих погодних умов науково обґрунтовані методи управління формуванням урожайністю дають можливість в Лісостеповій зоні підвищити ступінь реалізації біологічного потенціалу районованих і перспективних сортів пшениці озимої з 25–30 % до 50–60 %. Крім того, встановлено, що в кожній ґрунтово-кліматичній зоні України фактори погоди, які впливають на формування окремих елементів структури врожайності, діють по-різному, але визначають при цьому до 45–50 % коливань урожайності по роках. Таким чином, підвищення рівня їх використання до 50 % створює передумови для подвоєння продуктивності кожного гектару посіву. Досягти цього можливо за допомогою розробки і впровадження адаптивних, гнучких технологій, які передбачають диференціацію агротехнічних прийомів залежно від умов вирощування з використанням напрацьованих наукових підходів та результатів досліджень.

Таким чином, мінливі погодні умови, існуючий дефіцит матеріальних та енергетичних ресурсів у країні та необхідність їх раціонального використання потребують переходу на адаптивні технології вирощування, які базуються на всебічному врахуванні біологічних особливостей всіх компонентів агрофітоценозів і факторів зовнішнього середовища. Тісна співпраця науковців та виробничників дає можливість створення адаптивних моделей технологій у кожному господарстві. Такі технології дадуть змогу наростити валове виробництво високоякісної продукції рослинництва.

Переваги адаптованої технології вирощування перед традиційною полягають у наступному: в алгоритм прийняття технологічних рішень включається інформація, яка за обсягом значно перевершує знання окремого фахівця і являє собою колективний

досвід багатьох фахівців різних галузей знань, галузей науки, а також кількісні моделі процесів, що впливають на формування урожайності; можливість швидкого коригування алгоритмів прийняття рішень відповідно до нової інформації, що з'явилася, яку необхідно враховувати; виключаються помилкові дії технолога; значно зменшується суб'єктивізм при виборі параметрів комплексу агротехнічних заходів. Але дійсна цінність адаптування елементів технології для сільськогосподарського підприємства проявляється тільки тоді, коли воно доведене безпосередньо до кожного конкретного поля, на якому вирощується та чи інша культура, з обов'язковим урахуванням наявних обмежень технологічного, фізичного, біологічного, економічного і організаційного характеру.

Створені в попередні роки технології не відповідають повною мірою вимогам теперішнього часу. Таким чином, вже давно існує нагальна потреба у визначенні чітких критеріїв і способів диференціації технологічних процесів, що дасть змогу застосовувати у конкретних умовах виробництва найбільш ефективні агротехнічні прийоми з використанням новітньої техніки.

Поряд з вимогами зонального районування при адаптації технології необхідно враховувати нерівномірний розподіл абіотичних і біотичних факторів середовища проживання не тільки в межах зони, але і кожної сівозміни господарства і навіть поля. Ці фактори — температура, родючість ґрунту, вологозабезпеченість та інші, поряд з агротехнічними, можуть істотно вплинути на структуру фітоценозу, терміни проходження рослинами фенофаз, ступінь ураження хворобами і пошкодження шкідниками, заморозками і в кінцевому рахунку, на структуру, величину та якість врожаю.

**Висновки:** Отже, під адаптивною технологією для конкретних умов вирощування слід розуміти сукупність організаційних заходів та агротехнічних прийомів, спрямованих на найбільш раціональне використання природних ресурсів регіону та можливостей онтогенетичних і філогенетичних функцій всіх організмів, що входять до агрофітоценозів. Найважливішою її умовою є системний, тобто багатофакторний підхід, що забезпечує зростання продуктивності, збереження енергетичних і матеріальних ресурсів.

Таким чином, для підвищення ефективності виробництва продукції рослинництва необхідний перехід до нових, адаптивних технологій, які базуються на диференційованому використанні природних ресурсів та адаптивного потенціалу сортів. Такі технології

не можуть бути постійними і фіксованими, і можуть змінюватися залежно від умов зовнішнього середовища, від економічної ситуації на ринку з урахуванням економічного стану господарства.

**Список використаних джерел:**

1. Антонець А. А. Формування ринку екологічно безпечної продукції при органічному землеробстві / А.А. Антонець // Економіка АПК. - 2010. - № 12. - С. 75-80.

2. Гасуха Л. М. Механізми забезпечення продовольчої безпеки на регіональному рівні/ Л. М. Гасуха // Економіст. - 2013. - № 8. - С. 34-35.

3. Пивоварський А. М. Необхідність розвитку зернової логістики в Україні / А.М. Пивоварський // Пропозиція. – 2015. № 9. – С. 24 - 26.

4. Созінов О.О. Методика суцільного ґрунтово-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України // О.О. Созінов, Б.С. Прістера – К.: Вища освіта, 1994. – 101с.

5. Ситник В. П. Впровадження накових розробок у виробництво: стан і перспективи / В.П. Ситник // Економіка АПК. – 2005. – № 2. – С. 3-7.

**Аннотация:** В статье освещены потребность в новых технологиях выращивания сельскохозяйственных культур, адаптированных к изменяющимся погодным условиям, которые обеспечат стабилизацию урожайности и улучшения качества выращенной продукции.

**Ключевые слова:** технологии выращивания, адаптация, урожайность, качество продукции, экологическая безопасность.

**Abstract:** The article highlights the need for new technologies of growing crops adapted to changing weather conditions to ensure the stabilization of yields and improve the quality of grown products.

**Keywords:** growing technology, adaptation, yield, product quality, environmental safety.

**© Лавська Н.В., 2016**

**УДК 631.35:633.521**

# ПРО ПІДБІР ПРУЖИН ДЛЯ ВАЛЬЦІВ ЛЬОНОТЕРКОВОГО АПАРАТА

**Лисенок В.В.[1], Василюк В.І.[2]**
[1] студент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, Україна
[2] кандидат технічних наук, доцент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, Україна

*Наведений графоаналітичний аналіз роботи пружини вальця льонотеркового апарата та взаємозв'язок сили стиску пружини з її параметрами.*

**Проблема**. Пружини є необхідною складовою частиною теркових апаратів льономолотарок. В їх завдання входить забезпечення необхідного положення вальців (один відносно іншого) при роботі, дати можливість одному вальцю відійти від другого у випадку попадання в плющильну щілину сторонніх твердих тіл і забезпечити вальцю, що відійшов після пропускання цих тіл, повернення в потрібне (попереднє) положення. Крім цього, з допомогою пружин, ступінь стиску яких регулюється, забезпечується необхідний тиск вальців на ворох, який підлягає перетиранню (плющенню) [2].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій** свідчить про те, що робота пружин натискних вальців льонотеркових апаратів досліджувалась багатьма авторами [1,3,4], але вплив пружини на переміщення натискного вальця відносно опорного вальця при різних випадках недостатньо досліджено.

**Мета дослідження.** Виявити умови роботи пружини та проаналізувати взаємозв’язок її основних параметрів із силою стиску пружини.

**Результати дослідження.** На рис. представлена схема двохвальцевого апарата, опори лівого вальця якого підпружинені. Опори ці знаходяться на обох кінцях вала вальця. Ширина плющильної щілини між двома вальцями не може бути суттєво зменшена, цьому заважає кінець болта опорної скоби вальця і такий же ж болт, що знаходиться на протилежному кінці опори вала. Якщо в

плющильну щілину поступить ворох, а вальці будуть обертатися, то під дією сил опору вороху плющенню лівий валець відійде вліво, подолавши опір пружин стиску. У випадку появи у воросі твердого тіла, то для його проходження між вальцями, лівий валець, долаючи опір пружин, відійде вліво, на відстань, що відповідає розмірам цього тіла. Після проходження тіла через щілину валець під дією стиснутих пружин повертається вправо [1].

Всі явища графічно відображені на рис. у верхній його частині. На ньому побудована нерухома система координат з початком у точці О, що відповідає положенню лівого кінця пружини, віссю абсцис (х), направленій по горизонталі вправо і на якій позначені положення правого кінця пружини при різних на неї навантаженнях, і віссю ординат, направленій вверх і по якій відкладається сила $P_П$ стиску пружини. Пружина вважається лінійно деформованим тілом.

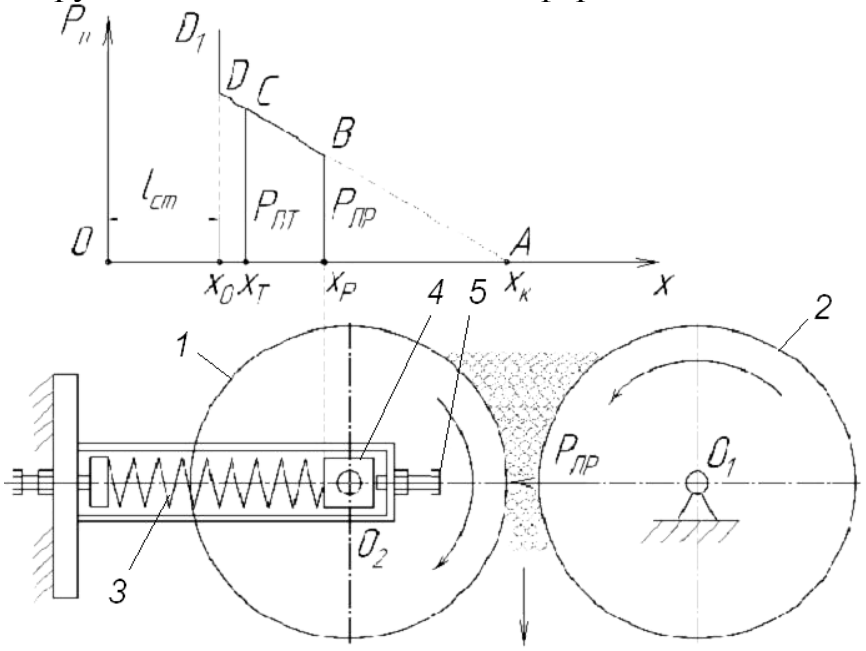



**Рис.** Схема до аналізу умов роботи пружин теркового вальцевого апарата і визначення їх жорсткості:
1 – притискний валець; 2 – опорний валець; 3 – пружина; 4 – підшипник притискного вальця; 5 – регулювальний болт

Запропонована ширина плющильної щілини, при якій відбувається плющення насіннєвих коробочок та їх перетирання, відповідає стиску пружини до положення $X_P$ її правого кінця на осі абсцис. Сила стиску пружини при такому її робочому положенні позначена $P_{пр.}$ і їй відповідає координата точки В на графіку. В такому

положенні лівий валець притискається до правого через шар вороху, при цьому підшипники лівого вальця (рис.) можуть у залежності від кількісного находження вороху в плющильну щілину і коливання його щільності дещо відхилятися вправо або вліво відносно середнього їх положення, яке відповідає силі $P_{пр.}$ і точці В на графіку (необхідний для цього зазор між підшипником і кінцем болта для регулювання положення підшипника є, його видно на схемі рис.).

Якщо разом з ворохом в щілину попало стороннє тверде тіло значної величини, наприклад, шириною від $x_т$ до $x_р$ (рис.), то для проходження твердого тіла вниз, лівий валець відходить вліво на цю відстань $x_р–x_т$, сила стиску пружини при цьому – $P_{пт}$, її положенню на осі графіка відповідають абсциса $x_т$ і точка С на графіку. Після проходження тіла через щілину підшипники вала разом з вальцем повертаються в те положення, яке вони займали при $x=x_р$.

Якщо валець рухати вліво до повного стиску пружини, при якому її витки дотикаються один до одного, то сила стиску пружини зростатиме по прямій CD. В точці D пружина повністю стиснута, положенню точки D на графіку відповідає абсциса $x_0$, їй відповідає довжина $l_{ст}$ повністю стиснутої пружини; якщо в цьому випадку збільшувати силу тиску на пружину, то на графіку ця сила буде зростати по прямій $DD_1$. Довжина $l_{ст}$ дорівнює $n \times d$, де $n$ - кількість витків дроту, а $d$ - діаметр дроту.

Сила $P_{пт}$ залежить від розмірів (ширини) тіла, яке проходить і жорсткості пружини.

Оскільки пружина є лінійно деформованим тілом, то, продовжуючи лінію DCB на рис. до перетину з віссю абсцис, одержимо точку А з абсцисою $x_к$. Ця абсциса $x_к$, рівна відстані ОА, представляє собою довжину пружини у вільному стані (тобто до деформації).

Із графіка на рис. видно, що довжина ОА пружини до деформації, яку позначимо L, дорівнює:

$$L = l_{ст} + (x_т - x_0) + a_n + x_к - x_р, \qquad (1)$$

де $a_n$ – ширина $x_р$-$x_т$ стороннього твердого тіла, що попало разом з ворохом в плющильну щілину.

Різниця ($x_т$-$x_0$) взята в дужки тому, що на рис. вона відображає відстань, яка повинна бути більше нуля, в протилежному випадку механізм може бути заклинений. Величина $x_к$-$x_р$ рівна $\frac{P_{ПР}}{2C_П}$, де $C_П$ – жорсткість однієї пружини.

Тоді:

$$L = n\cdot d+(x_т-x_0)+a_п+\frac{P_{ПР}}{C_П} \quad (2)$$

Звідси жорсткість пружини буде:

$$C_П = \frac{P_{ПР}}{2[L-nd-(x_Т-x_0)-a_П]} \quad (3)$$

В цьому рівнянні величинами $L$, $n$, $d$, $x_Т$, $x_0$ і $a_П$ задаються з врахуванням викладених вище міркувань і даних графіка, що показаний у верхній частині рис. Сила $P_{ПР.}$ може бути визначена за результатами експериментальних досліджень, опору при плющенні льоноворохy. Ця сила змінюється та залежить від щільності вороху, продуктивності апарата, параметрів вальців і ряду інших факторів.

**Висновки.** Для того, щоб в кожному випадку не замінювати пружини, доцільно вибрати пружину для найбільш складного і небезпечного випадку, коли сила $P_{ПР}$. досягає найбільших (максимальних) значень, а відстань $x_0$ менше $x_Т$, наприклад, на 15-20%.

Сила $P_{ПР.max}$, як уже відзначалося, визначається за результатами експериментальних досліджень, або визначається за допомогою приладу для випробування пружин МИП-100-2 [5], а величини: $L$, $n$, $d$, $x_Т$ і $a_П$ задаються.

## Бібліографія


1. Болотов И.Н., Козырева А.А. и др. Комплексная мехинизация льноводства. Л. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 350 с.
2. Василенко П.М., Погорелый Л.В. Основы научных исследований. – К.: Вища школа, 1985. – 266 с.
3. Ковалев М.М. К расчету жесткости пружин вальцов плющильных аппаратов льноуборочных машин (научные труды). Тверь (Россия): ВНИПТИМЛ, 2001. – С. 142-147.
4. Ковалев М.М., Козлов В.П. Плющильные аппараты льноуборочных машин. – Тверь: ТОРЖОК, 2002. – 208с.
5. Техническое описание и инструкция по эксплуатации Гб 2.778.008.ТО машина МИП-100-2 для испытания пружин. ПО "Точприбор". – 1978.

## О ПОДБОРЕ ПРУЖИН ДЛЯ ВАЛЬЦОВ ЛЬНОТЕРКОВОГО АППАРАТА

*Приведен графоаналитический анализ работы пружины вальца льнотёрочного аппарата и взаимосвязь силы сжатия пружины с ее параметрами*

## ABOUT SELECTION of SPRINGS FOR ROLLERS of LENOTERKOVOGO of VEHICLE

*Resulted graph-analytic analysis of work of spring of rollers of vehicle for the chaffy of flax and combination of force of clench of spring with its parameters*

**УДК 631.171:662**

# УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА

**Лукач В.С.[1], Кульгейко О.М.[2], Василюк В.І.[3]**

[1] канд. пед. наук, доцент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, Україна

[2] студент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, Україна

[3] канд. техн. наук, доцент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, Україна

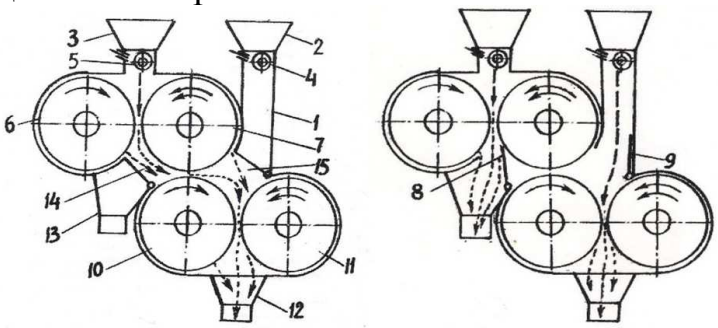
**Вступ.** Викладені результати досліджень запатентованої конструкції вальцьового млина. Встановлено математичні залежності для розрахунку діаметрів вальців, а також розрахунок робочого зазору між вальцями.

**Постановка проблеми**. Питомі витрати енергії на подрібнення зерна злакових культур коливаються від 6 до 12 кВт.год./т. Враховуючи величезні об’єми зерна, які подрібнюються на хлібопекарське борошно і комбікорм та значну енергоємність процесу, вдосконалення та створення нових подрібнювальних машин є актуальною народногосподарською задачею.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій**. Теорію подрібнення зерна удосконалив академік В.П. Горячкін, а подальший свій розвиток вона знайшла в працях В.А. Желіговського, Н.Е. Резніка, І.І. Ревенка. Поверхнева теорія Ріттінгера, об’ємна теорія В.Л. Кірпічова, теорія руйнування П.А. Ребіндера враховує роботу, що є сумою складників: результатом утворення нових поверхонь і енергії об’ємної деформації. Процес подрібнення зерна подрібнювально-розтираючими конусами реалізований в конусній дробарці [1], де зерно подрібнюється і надходить в кругову канавку, що виконана на внутрішньому нерухомому конусі. Після цього частково подрібнена маса відцентровою силою виноситься у клиноподібний зазор, де повністю подрібнившись, лопатями вивантажується з дробарки. Для подрібнення рушанки в технологічних лініях застосовують трьох і чотирьох вальцьові верстати. Оброблюваний продукт послідовно подрібнюється два рази в трьохвальцьовому і три рази в чотирьохвальцьовому верстаті. При такій компоновці верстати менш металовмісні і мають високу продуктивність [2].

**Постановка завдання**. Обґрунтувати технологічні параметри нової конструкції вальцьового млина.

**Результати дослідження**. Для удосконалення процесу подрібнення зерна запропонована конструкція вальцьового млина, яка захищена патентом України [3]. Вона забезпечує налагоджування механізмів на одно- дво- триразове подрібнення і плющення зерна. Цей вальцевий верстат можна встановлювати в лінії підготовки насіння олійних культур до віджиму олії. Очищене від лушпиння ядро із насіннєрушильного агрегату подається на вальці 6 і 7 рис. 1а, де розмелюється і виноситься в камеру 14. Виникає барботування продукту в процесі якого значна його частина спрямовується в зазор між вальцями 7 і 10, а потім потоком виноситься в камеру 15. Між вальцями 10 і 11 продукт подрібнюється і через розвантажувальний бункер 12 подається в жаровню.




а б

**Рис. 1 Схема вальцьового млина:**
**а - варіант трьохразового подрібнення; б - одноразове подрібнення окремими парами вальців:**
**1 - корпус; 2,3 - бункери; 4,5 - живильні вальці; 6,7 - вальці; 8,9 - заслінки; 10,11 - вальці; 12,13 - бункери; 14,15 - камери**

При одноразовому подрібненні (рис. 1б) регулювальні заслінки 8 і 9 встановлені у вертикальне положення, а нижні і верхні пари вальців працюють окремо в режимі одноразового подрібнення зерна. Оскільки умова затягування зерна між горизонтальною парою вальців відома [2], то в нашому випадку розглянемо умови руху частинки подрібненого зерна між вертикальними вальцями 7 і 10 вздовж заслінки 8 встановленої під кутом $\alpha$ до нижнього вальця 10 (рис. 2) . Такий рух можливий за умови:

$$C > N_2 \qquad (1)$$

або

$$Q\sin\alpha > f\cos\alpha, \qquad (2)$$

звідки

$$\sin\alpha > \cos\alpha \qquad (3)$$

Оскільки $f = \mathrm{tg}\varphi$, де $\varphi$ - кут тертя, то отримаємо $\mathrm{tg}\alpha > \mathrm{tg}\varphi$ або $\alpha > \varphi$.

Розглянемо процес затягування частинки між вальцями 7 і 10, що встановлені вертикально. Збоку вальців на зернину діють нормальні реакції $N_1$ і $N_2$, а також сили тертя $F_1$ і $F_2$, які відповідно дорівнюють $F_1 = fN_1$, $F_2 = fN_2$ де $f$ - коефіцієнт тертя між вальцем і частинкою. Оскільки сили $N_1$ і $N_2$ значно більші ніж вага частинки, то нею можна знехтувати. Тоді $N_1 = N_2$, що значно спрощує розрахунки. Як відомо з курсу теоретичної механіки [4], сили $R_1 = N_1 + F_1$, $R_2 = N_2 + F_2$ відхилені від векторів $N_1$ і $N_2$ на кут $\varphi$ (рис. 2), де $\varphi$ - кут тертя.

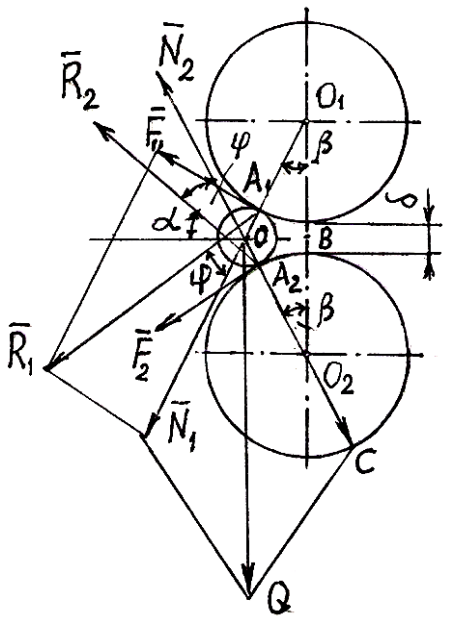



**Рис. 2 Схема сил, що діють на вертикальних вальцях млина**

Відомо, що $\mathrm{tg}\varphi = f$. Запишемо умову затягування частинки вальцями: $\beta < \varphi$, де $\beta = \angle OO_1B = \angle OO_2B$, де $B$ - точка, що знаходиться посередині зазору між вальцями 7 і 10, як видно з рис. 2:

$$\cos\beta = \frac{O_1B}{O_1O} = \frac{\frac{D_в}{2} + \frac{\delta}{2}}{\frac{D_в}{2} + \frac{d}{2}} = \frac{D_в + \delta}{D_в + d}, \qquad (4)$$

де $D_в$ - діаметр вальця; $\delta$ - величина зазору між вальцями; $d$ - діаметр частинки подрібненого зерна.

З умови $\beta < \varphi$ запишемо $\cos\beta > \cos\varphi$, або враховуючи (4) отримаємо:

$$\frac{D_в + \delta}{D_в + d} > \cos\varphi . \quad (5)$$

Розв'язуючи отриману нерівність, знаходимо:

$$D_в > \frac{d\cos\varphi - \delta}{1 - \cos\varphi} . \quad (6)$$

Таким чином отримана нерівність для розрахунку діаметра вальця з умови надійного захвату частинки подрібненого зерна. Для розмелювання або плющення зерна його треба деформувати до розміру $r = kd$, де $k$ - коефіцієнт, що враховує ступінь подрібнення зерна, тобто $0 < k < 1$.

Враховуючи цю умову, зазор між вальцями повинен бути рівним:

$$\delta = r = kd .$$

Тоді, враховуючи (6) отримаємо:

$$D_в > \frac{d(\cos\varphi - k)}{1 - \cos\varphi} . \quad (7)$$

**Висновки.** Таким чином, отримано вираз для знаходження діаметра вальців і зазорів з урахуванням надійного затягування подрібненого або плющеного зерна та необхідного ступеня подрібнення (плющення).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Пат. 49716 UA, МПК B02C 17/00. Конусна дробарка / Єременко О.І., Шаблій М.Є., Ікальчик М.І. [та ін.]. - № u200911335; заявл. 06.11.2009; опубл. 11.05.2010, Бюл. №9.
2. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв / Дацишин О.В., Ткачук А.І., Гвоздєв О.В. [та ін.]. – Вінниця : Нова книга, 2009. – 486 с.
3. Пат. 52504 UA МПК B02C 4/06 (2006.01). Вальцьовий млин / Шаблій М.Є. (UA). № u201003031; заявл. 17.03.2010; опубл. 25.08.2010, Бюл.№16.
4. Теоретична механіка : підручник / Литвинов О.І., Михайлович Я.М., Лукач В.С. [та ін.].- Ніжин : ПП Лисенко М.М., 2009.- 595 с.

**УДК 631.173**

# ПІДГОТОВКА ТА ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИХ КАДРІВ І МЕХАНІЗАТОРІВ ШИРОКОГО ПРОФІЛЮ

**Лукач В.С.[1], Махмудов І.І.[2]**

[1] канд. пед. наук, доцент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, Україна

[2] канд. техн. наук, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, Україна

*В статті приведено шляхи удосконалення програму підготовки фахівців для сільського господарства шляхом підвищення якості професійно-практичної підготовки. Поглиблення партнерських зав'язків з роботодавцями, залучення їх до формування змісту вищої освіти у форматі «наука – освіта – виробництво».*

Різні технологічні рівні господарств при великій різноманітності на аграрному ринку вітчизняних та зарубіжних марок сільськогосподарських машин і енергетичних засобів – все це вимагає різних методологічних підходів до вибору (закупівлі) та доукомплектування машинно-тракторних парків сільськогосподарських підприємств в залежності від технологічної ситуації і підготовка та підвищення кваліфікації інженерно-технічних кадрів і механізаторів широкого профілю. На цю ситуацію впливають як грунтово-кліматичні умови, так і організаційно-фінансові можливості господарств.

В таких умовах ефективність застосування в рослинництві сільськогосподарської техніки необхідно оцінювати всебічно, тобто багатокритеріально. Критерії машиновикористання повинні складатися з групи економічних показників, показників якості виконання технологічних операцій агрегатами та групи показників оцінки впливу роботи машин на довкілля.

1. Удосконалити програму підготовки фахівців для сільського господарства шляхом підвищення якості професійно-практичної підготовки. Поглиблення партнерських зв'язків з роботодавцями, залучення їх до формування змісту вищої освіти у форматі «наука – освіта – виробництво». Проведення практичного навчання студентів

та стажування викладачів на базі створених навчально-наукових виробничих об'єднань «навчальний заклад – підприємство».

2. Удосконалення підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації фахівців інженерних спеціальностей повинно сприяти підготовці:

– інженера-менеджера;

– інженера-діагноста;

– сервісного інженера.

Для підготовки перерахованих інженерно-технічних працівників, зважаючи на світовий досвід, необхідно:

– Створити фірмові технічні центри від компаній виробників спільно з аграрними ВНЗ та запровадити короткочасні (2 -3 тижні) центральні та зональні курси підвищення кваліфікації персоналу з базовою фаховою підготовкою. Під час курсів організувати стажування на заводах-виробниках для вивчення конструктивних особливостей техніки та умов експлуатації.

– Спільно з фірмами-виробниками застосовувати сучасні мультимедійні та електронні методи надання технічної інформації (інструкції, ілюстрації, слайд- лекції) та створити при університетах, коледжах, ПТУ центри дистанційного інформаційного супроводу споживачів сільськогосподарської техніки.

– При розробці кваліфікаційних характеристик для підготовки і перепідготовки фахівців залучати досвідчених спеціалістів з виробництва.

3. Забезпечити підвищення ефективності наукових досліджень, збільшення участі вищих аграрних навчальних закладів у виконанні державних цільових науково-технічних програм та проектів, в том числі спільно з НААН України, а також обов'язкове впровадження наукових та науково-дослідних розробок у навчальний процес, активізацію участі студентів у науково-дослідній роботі.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Дейнека С.М. Використання матеріально-технічної бази сільськогосподарських підприємств в сучасних умовах / С.М. Дейнека, М.І. Гринь, І.І. Махмудов // Науково-виробничий журнал «Техніка і технології АПК». – 2014. - №12. - С. 24-26

2. Техніка для аграріїв на виставках «Зернові технології 2015», «AgroAnimalShow», «Фрукти. Овочі. Логістика» / В.Ясенецький, О.Литовченко, В.Чорношкур, С.Дейнека, С.Кушнарьов, І.Махмудов //

Науково-виробничий журнал «Техніка і технології АПК». - 2015. - №3 (66). - С. 35-37

3. Махмудов І. Формування політики стосовно відтворення та оновлення матеріально-технічної бази АПК / І.Махмудов, М.Ікальчик, Є.Іванов // Міжнародна науково-практична конференція «Розвиток національної економіки: теорія і практика» 3-4 квітня 2015. Частина 1, ДВНЗ «Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника» Івано-Франківськ.

## TRAINING AND SKILLS DEVELOPMENT OF ENGINEERING STAFF AND A WIDE PROFILE MACHINE OPERATORS

**Lukach V.S., Makhmudov I.I.**

***Summary***

*In the article the ways to improve the program of training for agriculture by improving the quality of vocational and practical training. Deepening partnerships with employers, their involvement in shaping the content of higher education in the "science - education - production."*

**УДК 621.64:539.4**

# ДОСЛІДЖЕННЯ КОРОЗІЙНИХ ПОШКОДЖЕНЬ ТРУБОПРОВОДІВ З ЕПОКСИДНИМ ПОКРИТТЯМ НА БУРЯКОЦУКРОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

**Макаренко В.Д.[1], Козаченко Н.В.[2]**

[1] д.т.н., професор, ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут», м. Ніжин, Україна

[2] асистент, ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут», м. Ніжин, Україна

**Анотація:** у статті досліджуються причини корозійних ушкоджень трубопроводів з внутрішнім епоксидним покриттям після довготривалої експлуатації на цукровому підприємстві.

**Ключові слова:** корозія, трубопроводи, епоксидні покриття, бурякоцукрове виробництво, антикорозійні захисні покриття.

**Постановка проблеми.** Відомо [6-8], що на бурякоцукрових виробництвах важливою проблемою являються корозійні пошкодження трубопроводів системи гарячого водопостачання, а також паропроводів, які довготривало експлуатуються у важких температурно-баричних умовах (перепад температури від 20 до 475 $^0$C і тиску від 10 до 80 *атм*) при знакозмінному гідравлічному навантаженні. Як правило, на цукрових заводах використовують трубопроводи, виготовлені із вуглецевих конструкційних (марки 3, 5, 10, 20) і котельних (марки 10К, 20К, 25К) сталей, які піддаються корозії під впливом хімічно-активного перекачуючого середовища. Для підвищення корозійної стійкості на практиці широко використовуються антикорозійні захисні покриття поверхней труб, зокрема плазмове напилення, газополуменеві, склопластикові, полімерні, металополімерні та інші покриття [4,5,9-12].

В останні роки найбільше застосування знайшли термостійкі покриття, які надійно захищають від інтенсивних корозійних руйнувань обладнання харчових і переробних виробництв, зокрема збірники гарячого водопостачання і трубопроводи. Для таких покриттів використовують алкідні, епоксидні, поліуретанові, кремнійорганічні смоли, наповнені алюмінієм, цинком, діоксидом кремнію та інші [8,11,13-15]. Знаходять також використання склоемалеві покриття [12].

Як свідчить аналіз літератури, найбільш ефективними в економічному і технологічному сенсі являються епоксидні (емалеві) покриття, які мають високу корозійну стійкість у кислих і лужних розчинах в широких інтервалах коливань температур [1,11,12]. Звичайні епоксидні покриття захищають метал від корозії до температури 500-600$^0$С, причому ними покривають переважно внутрішні поверхні труб із вуглецевої сталі з вмістом вуглецю до 0.12% [2,3,12].

Із літератури [12,14,15] і практики відомо, що в теперішній час недостатньо повно вивчені причини і механізми корозійних пошкоджень внутрішніх стінок труб, на які нанесені захисні епоксидні покриття, а тому проведення додаткових досліджень має актуальне значення, так як дозволить в майбутньому розробити організаційно-технологічні і технічні заходи стосовно удосконалення як технології нанесення покриття на поверхність труб, так і запропонувати запобіжні профілактичні заходи з контролю стану в процесі довготривалої експлуатації трубопроводних комунікацій на цукрових заводах.

**Мета дослідження** – вивчення причин корозійних ушкоджень трубопроводів з внутрішнім епоксидним покриттям після довготривалої експлуатації на цукровому підприємстві.

**Методика дослідження.** Об'єктом дослідження були наступні матеріали:

1) темплети труб діаметром 150х8.5 мм із сталі 20 з епоксидним покриттям після експлуатації протягом 8 років, вирізані із паропроводу ТЕЦ цукрового заводу з робочим режимом: тиск 20-25 *атм*, температура 450-475$^0$С;

2) продукти корозії (осади) коричнево-чорного кольору, відібрані з поверхні епоксидного покриття труб.

Труби з внутрішнім антикорозійним (епоксидним) покриттям виготовлені відповідно вимог ДБН В.1.2-2.2006 [16] та СНіП II-23-81* [17]. Внутрішнє покриття складалося із грунтовочного шара у вигляді епоксидно-фенольного лаку ЕП-5186 товщиною 0.015-0.020мм і епоксидної порошкової фарби марки ЕП64-1-88 товщиною 0.3-0.5 мм.

Детальний металографічний аналіз структури і геометрії дефектів проводили на повздовжніх і поперечних шліфах. Фазовий рентгеноструктурний аналіз продуктів корозії проводився в $Co_\alpha$-випромінюванні. Режим зйомки: U=28кВ, I=10мА. Фазовий склад

визначали методом порівняння значень міжплощинних відстанів d з табличними значеннями міжплощинних відстаней елементів і сполук. Кількістне відношення між фазами визначали, порівнюючи інтегральні інтенсивності їх дифракційних ліній.

Якісний мікрорентгеноспектральний аналіз проводили по довжинам хвиль рентгенівського випромінювання по програмі QLAN[1]. Три спектрометра одночасно, по заданій програмі, визначали присутність всіх досліджуючих елементів в об'єкті. Кількість імпульсів пропорційно кількості елемента. Крім того, проводили якісний аналіз по енергії рентгенівського випромінювання з допомогою Si-Li детектора "Link" (Великобританія). Результат отримували у вигляді спектра у присутності елементів в досліджуючому об'ємі. Локальність аналізу, в залежності від поставленої задачі, коливається від 3 до 50 мкм.

**Результати досліджень.** Аналіз стану поверхні труб після покриття епоксидними смолами проводився з ціллю оцінки ступеню адгезійного зчеплення поверхні метала з епоксидним покриттям. Разом з тим необхідно відмітити, що у мікротріщині, яка виникає при дробеструйній чи піскоструйній обробках, смола не проникає. Тому при взаємодії з корозійним середовищем, вони можуть негативно вплинути на довговічність і працездатність труб.

Аналіз стану епоксидного покриття на паропроводних трубах після експлуатації протягом 8-ми років проводили на темплетах, вирізаних із нижньої частини труб. Встановлено, що на епоксидному покритті за час експлуатації утворився шар осадків чорного кольору. Із даних рентгеноструктурного аналізу видно, що основною фазою являється карбонат заліза ($FeCO_3$) чи кальція ($CaCO_3$). Ці результати підтверджуються даними мікрорентгеноспектрального аналіза як по довжинах хвиль, так і по енергії рентгенівського.

Після очистки поверхні від осадів було встановлено, що в цілому епоксидне покриття знаходиться у гарному стані. Однак в деяких ділянках темплета спостерігається утворення здуття. Як раз поблизу цих ділянок були виготовлені шліфи, орієнтовані перпендикулярно поверхні стінки труби і покриття. Ланцюжок мікротріщин, знайдений в приповерхневих об'ємах, після піско- чи дробеструйної обробки в процесі експлуатації ротягом 8-ми років перетворився в суцільну тріщину, яка відділяє трубу від епоксидного покриття. Крім того, спостерігається утворення сітки нових, більш глибоких, тріщин, а також пор. При великих збільшеннях, з використанням растрової

електронної мікроскопії, видно, що в тріщинах утворилися продукти корозії. Результати хімічного мікрорентгеноспектрального аналізу різних ділянок показали, що в продуктах корозії утримується підвищена концентрація атомів вуглецю, кисню, сірки і кальцію. Наявність сірки в продуктах корозії свідчить про те, що в процесі експлуатації, не дивлячись на відносно низький вміст сірководню в середовищі під епоксидним покриттям, може протікати сульфідна корозія і виділятися атомарний водень. Молізація атомів водню в мікротріщинах, яка супроводжується різким збільшенням питомого об”єму, буде приводити до подальшого відслоювання епоксидного покриття від основного метала і навіть до його окрихчення. Розвинута система тріщин і несуцільностей, виникаюча в процесі експлуатації в приповерхневих об”ємах метала труби, може бути результатом значної деформації метала, визваної молізацією атомарного водню.

Протікання корозійних процесів під епоксидним покриттям можна зв”язати також з тим, що епоксидні смоли володіють проникністю транспортуючих водяних парів, вміщуючих водень, сірку, вуглецевий газ, а також кальцій та інше. Внутрішнє капілярне випарування вологи на певному етапі експлуатації трубопровода може привести до утворення природних кальцитів, розклинюючих капіляри. В кінцевому результаті це приведе до утворення тріщин. Виникнення тріщин на всю товщину покриття буде інтенсифіцирувати локальну корозію, а також корозію вздовж тріщин в металі під покриттям, наводнювання деформованих приповерхневих об”ємів метала і, відповідно, утворення нових тріщин і відшарувань.

Таким чином, встановлено, що в процесі експлуатації трубопровода транспортуюче середовище проникає через епоксидне покриття і приводить до корозійного ураження контактуючих з покриттям об”ємів металу. Підвищена концентрація у флюїді іонів кальцію може сприяти пришвидшенню пошкодженності епоксидного покриття, утворенню в ньому тріщин. Наявність системи мікротріщин в приповерхневих об”ємах метала труби після піско- чи дробеструйної обробки, їх деформація інтенсифіцирують процес локальної корозії під покриттям. Причому присутність навіть незначної кількості сірки і водню в середовищі приводить до сульфідної корозії метала, об”єднанню дрібних тріщин і, відповідно, відшаруванню епоксидного покриття.

З урахуванням вищевикладеного, для того щоб епоксидне покриття змогло значно збільшити довговічність труб і ефективно

захистити їх від канавочної корозії, необхідно доопрацювати технологію дробеструйної очистки поверхні труб для запобігання значної деформації і розігріву приповерхневих об”ємів і, відповідно, усунення фазових напружень, які приводять до утворення системи підповерхневих тріщин. Крім того, для усунення можливої локальної корозії поверхневих об”ємів метала труб, контактуючих з покриттям, необхідно, на наш погляд, використовувати спеціальні сталі з підвищеною корозійною стійкістю, в тому числі проти вуглецевокислотної і сульфідної корозії, а також водневого окрихчення.

Результати фазового рентгеноструктурного і ікрорентгеноспектрального аналізу корозійного осаду з поверхні епоксидного покриття труб свідчать про те, що він складається переважно із $CaCO_3$ і незначної кількості FeS і $FeCO_3$. Хімічний аналіз виявив наявність вуглецю, кальцію, сірки, заліза, кремнія, а також сліди цинку. Суттєвої різниці в складах осадів з труб трубопроводів гарячого водопостачання та паропроводів, працюючих в різних інженерно-технічних і експлуатаційних режимах, не виявлено.

## Висновки

1. На основі фазового рентгеноструктурного і хімічного рентгеноспектрального аналізу встановлено, що осади чорного кольору, які утворилися на поверхні епоксидного покриття після довготривалої експлуатації, крім карбонатів кальцію і заліза, вміщують сульфіди FeS. Це свідчить про те, що транспортуюче середовище вміщує достатню для утворення сульфідів кількість сірки і водню, що слід враховувати при виборі марки сталі, призначеної для нанесення захисного покриття.

2. Спеціальними локальними методами мікрорентгеноспектрального аналіза встановлено, що в процесі експлуатації транспортуюче корозійно-активне середовище проникає через епоксидне покриття, визиваючи корозійне враження приповерхневих об”ємів метала, контактуючих з покриттям.

3. Виявлено утворення одиничних здуттів покриття, які являються, мабуть, наслідком молізації атомарного водню, утвореного в результаті кислотної і сульфідної корозії метала труби під епоксидним покриттям.

4. Для запобігання утворенню мікротріщін в приповерхневих об”ємах метала труб і відповідно корозії під покриттям, необхідно

провести спеціальні дослідження з вивчення впливу дробеструйної обробки поверхні труб на структуру метала і його пошкодженість.

5. Враховуючи, що епоксидне покриття вміщує достатню кількість мікродефектів (типа капілярів), через які може проникати корозійно-активне середовище, необхідно використовувати труби підвищеної корозійної стійкості.

**Список літератури**

1. Коррозия. Справочник/Под ред. Л.Л.Шрайера. –М.: Металлургия.- 1982.-632с.

2.Лубенский А.П. Влияние анионного состава растворов на охрупчивание углеродистой стали// Коррозия и защита в нефтегазовой промышленности. – 1983. - №9. – С.1-2.

3.Крымчева Г.Г., Розенфельд И.М., Везирова В.Р. Влияние углеродов на коррозию и наводороживание конструкционной стали в сероводородсодержащих растворах хлористого натрия и уксусной кислоты// Коррозия и защита в нефтяной промышленности. – 1983. - №1. – С.11-14.

4..Василенко И.И., Мелехов О.Д. Коррозионное растрескивание стали. – Киев: Наукова думка. -1997. -265с.

5.Калачев Б.А. Водородная хрупкость металлов.–М.: Металлургия. -2009.-216с.

6.Литвин И.М. Технология и технохимический контроль свеклосахарного производства. –М.:Пищепромиздат.-1992.-448.

7.Гуревич М.С., Федоров П.Д. Теплосиловые свойства сахарных заводов. –Машиностроение. -1992. -379.

8.Ставников В.Н., Баранцев В.И. Процессы и аппараты пищевых производств. – М.:Пищевая промышленность. – 1984. – 327.

9.Макаренко В.Д., Палий Р.В., Мухин М.Ю. Технологические основы обеспечения эксплуатационной надежности трубопроводов. – М.:ООО”Недра-Бизнесцентр”.-2001.-191с.

10.Макаренко В.Д., Грачев С.И., Прохоров Н.Н. и др. Сварка и коррозия нефтегазопроводов Западной Сибири.- Киев: Наукова думка .-1996.-549с.

11.Сухенко Ю.Г., Литвиненко О.А., Сухенко В.Ю. Надійність і довговічність устаткування харчових і перебних виробництв. Підручник. – Київ: НУХТ. -2010. – 547с.

12.Макаренко В.Д., Бутко М.П., Мурашко М.І. і інш. Екологічні аспекти руйнувань агропромислового обладнання. –Київ: Видавничий Центр НУБіП Украіни. -2013.-426с.

13.Migel R., Ruge V. Hydrogen as alloy element//Schw. u schn. – 2011.-№7.-P.250-252.

14.Marvin C.W. Determining the strength of Corroded Pipe. – Materials propection and Perfolmance. -2012.-VII.- №11.-p.38-40.

15.Vasilkovsky O., Rivard A. The effect of hydrogen sulfide in gruide oil on fatigue ckack grouth in pipe line steel//Corrosion.-2013.-V.38.-№1. – P.19-22.

16.ДБН В.1.2-2.2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об”єктів.

17.СНиП II-23-81*. Стальные конструкции. –М.:ФГУП ЦПП. – 90с.

**Аннотация**: в статье исследуются причины коррозионных повреждений трубопроводов с внутренним эпоксидным покрытием после длительной эксплуатации на сахарном предприятии .

**Abstract**: This article investigates the causes corrosion damage pipelines with internal epoxy coating after long-term operation of the sugar plant.

**Ключевые слова**: коррозия, трубопроводы, эпоксидные покрытия, свеклосахарное производство , антикоррозионные покрытия.

**Keywords:** corrosion, pipes , epoxy coating, sugar beet production, corrosion protective coatings

Макаренко В.Д.,
Козаченко Н.В.,
2016

**УДК 621.7; 621.8; 539.4**

# ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОБКАТЫВАНИЯ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ НА КОНТАКТНУЮ ПРОЧНОСТЬ

**Марченко Д.Д.**[1]

[1] доцент, кандидат технических наук, Николаевский национальный аграрный университет, г. Николаев, Украина

*Описана методика экспериментальных исследований технологического процесса обкатывания канатных блоков с помощью устройства с клиновым роликом. Приведены результаты экспериментальных исследований, в ходе чего, методом крутого восхождения, выяснены оптимальные конструкторско-кинематические параметры устройства.*

*Описана методика експериментальних досліджень технологічного процесу обкатування канатних блоків за допомогою пристрою із клиновим роликом. Наведені результати експериментальних досліджень, у ході чого, методом крутого сходження, з'ясовані оптимальні конструкторсько-кінематичні параметри пристрою.*

Создание способов и технологий, которые могут быть применены для упрочнения и повышения износостойкости, контактной прочности деталей путем поверхностной пластической деформации, является актуальным. Результаты научно-исследовательской работы по экспериментальным исследованиям влияния обкатывания роликами на долговечность стальных деталей, работающих при контактном смятии, проверены в производственных условиях при работе канатных блоков со стальными канатами [1].

В качестве объекта исследования влияния обкатывания роликами на контактную прочность были приняты канатные блоки, долговечность рабочего профиля которых составляла не больше 3 – 4-х месяцев.

Для проведения исследований технологического процесса поверхностного упрочнения канатных блоков с помощью обкатывания роликов использовали экспериментальное устройство

(рис. 1), которое содержит роликовый узел и рычажный силовой пружинный механизм поджатия ролика к детали, смонтированный в корпусе устройства. Ролик устройства для обкатывания выполнен клинообразной формы с выпуклой образующей рабочего профиля, что позволяет одновременно обкатывать как конические, так и тороидальную поверхности канатного блока и облегчает технологию чистового и упрочняющего обкатывания.

Для обеспечения оптимального усилия обкатывания при обработке конической поверхности ручья канатного блока, где приведенная кривизна контакта ролика с деталью в плоскости подачи имеет значительно больше величины, чем при обкатывании круговой впадины, на конической поверхности средний угол $\varphi$ вдавливания ролика значительно превысит $5^{o}$ и следовательно, будет иметь место перенаклеп поверхности, появится недопустимая волнистость на обработанной поверхности. Поэтому рабочая поверхность клинового ролика сделана с переменной кривизной.

Рычажный силовой пружинный механизм установлен с клиновым роликом на подшипниках качения. При установлении подшипников скольжения в процессе обкатывания возникнет неравномерная деформация конической поверхности ручья канатного блока, так как значительные силы трения скольжения, возникающие на поверхностях оси и боковых стенок рычага во время поворота последнего вокруг своей оси при биении профиля клинового ролика, будут то вычитаться из силы пружины, то складываться с ней, в зависимости от направления перемещения роликового узла. Как показали исследования, колебание усилия обкатывания составляют в этом случае до 45 % [2], что и приведет к появлению волнистости на боковых конических поверхностях ручья канатного блока.

Процесс обкатывания с помощью устройства с клиновым роликом проводился на универсальном токарно-винторезном станке 1К65 (рис. 2), потому регулирование таких параметров, как скорость обкатывания и число оборотов блока контролировалось на станке при соответствующей настройке. Угол наклона профиля ручья и отклонения его формы от прямолинейной измерялись с помощью индикатора. Для исследования влияния обкатывания на качество поверхности и на степень упрочнения изготовлялись переменные клиновые ролики с разными углом вдавливания и профильным радиусом.

Процесс обкатывания клиновым роликом канатных блоков на экспериментальном оборудовании снимали видеокамерой (Panasonic SDR – S26) с последующим покадровым изучением.

Рис. 1. Экспериментальное устройство для обкатывания канатных блоков клиновым роликом

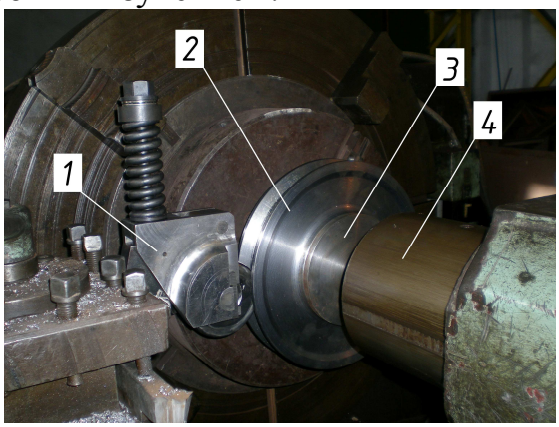



Рис. 2. Общий вид экспериментального оборудования:
1 – устройство для обкатывания канатных блоков;
2 – канатный блок; 3 – оправка;
4 – задняя бабка токарного станка

Канатный блок 2 (рис. 2) устанавливали отверстием в центр патрона станка и поджимали центром 3 задней бабки 4 универсального токарно-винторезного станка. Устройство 1 кронштейном закрепляли в резцедержатель суппорта станка. Перемещением суппорта станка ролик вводили в ручей канатного блока так, чтобы он своей узкой частью рабочего профиля коснулся впадины ручья канатного блока. Усилие на ролике устанавливается с помощью вращения гайки тяги на тяге устройства, для сжатия пружины на необходимую величину (при сжатии пружины на 3,5 мм усилие на ролике составляет 1 кН).

Обкатываемую поверхность блока смазывают машинным маслом и включают его вращение со скоростью 40 – 50 м/мин.

В процессе вращения канатного блока за счет сил трения вращается ролик устройства и рабочие торцы ролика оставляют на обкатываемой поверхности детали два синусоидальных следа, которые по мере вращения блока и ролика постепенно смещаются в

круговом направлении, пока вся поверхность ручья не окажется продеформированной.

Усилие на ролике колеблется в пределах ± 5 %, так как сила трения в подшипниках качения мала, поскольку коэффициент трения $f_к$ в подшипниках качения не больше 0,008. Этим обеспечивается равномерная деформация поверхностного слоя ручья блока.

Степень наклепа измеряли и определяли после обкатывания с помощью универсального интегрального динамического твердомера TIME Hardness Tester TH130 (рис. 3), который обеспечивает высокую точность и широкий диапазон измерения, а также может быть подсоединен к ПЕОМ.

Шероховатость рабочей поверхности до и после обкатывания канатного блока исследовалось двумя методами.

До обкатывания шероховатость поверхности канатного блока была определена с помощью эталонных образцов шероховатости ОШ (ГОСТ 9378 – 93, изготовленных в соответствии с требованиями ГОСТ 2789 – 73). После обкатывания с различными режимами в профиль канатного блока заливалась самотвердеющая пластмасса на основе акриловых смол «ПРОТАКРИЛ – М», таким образом делались реплики [3]. Рабочую поверхность профиля блока в местах снятия реплик обезжиривали ацетоном. После высыхания пасты (время полимеризации 25 – 30 мин при температуре 35 – 40 ºС) шлифовалась одна сторона реплики.

Кроме того шероховатость и волнистость обкатанной поверхности измерялась с помощью профилографа-профилометра типа А1 (ГОСТ 19299 – 73 и ГОСТ 19300 – 73), модель 252 завода «Калибр» (рис. 4), а по профилограмам определялись значения $R_a$.

Погрешность определения шероховатости поверхности с применением реплик составляет не больше 8 %.

В ходе экспериментальных исследований анализ экспертной оценки («психологический эксперимент») и статистической обработки значений факторов позволили сделать вывод о наибольшем влиянии на качество выполнения технологического процесса следующих четырех факторов: угла вдавливания ролика; профильного радиуса ролика; количества оборотов блока; скорости обкатывания. В результате чего использовался трехуровневый, четырех факторный план Бокса 2-го порядка проведения эксперимента [1].

Рис. 3. Процесс измерения твердости поверхности профиля канатного блока после обкатывания

Рис. 4. Общий вид профилографа-профилометра М–252

После статистической обработки экспериментальных данных на ПЕОМ (с помощью программ Statistica и Excel) получены математические модели для шероховатости поверхности (*ШП*) и степени наклепа (*СН*), которые описывают технологический процесс обкатывания канатных блоков.

Уравнения регрессии имеют вид:

$$ШП = 1{,}9224 - 0{,}2789 \cdot X_1 + 0{,}2520 \cdot X_2 - 0{,}5837 \cdot X_3 - 0{,}4970 \cdot X_4 -$$
$$- 0{,}014 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0{,}280 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0{,}002 \cdot X_1 \cdot X_4 - 0{,}154 \cdot X_2 \cdot X_3 +$$
$$+ 0{,}257 \cdot X_2 \cdot X_4 + 0{,}359 \cdot X_3 \cdot X_4 - 0{,}094 \cdot X_1^2 - 0{,}522 \cdot X_2^2 +$$
$$+ 1{,}405 \cdot X_3^2 - 1{,}280 \cdot X_4^2;$$
$$СН = 47{,}5008 - 0{,}2578 \cdot X_1 - 0{,}7167 \cdot X_2 + 0{,}135 \cdot X_3 + 0{,}1157 \cdot X_4 -$$
$$- 0{,}127 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0{,}236 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0{,}535 \cdot X_1 \cdot X_4 - 0{,}124 \cdot X_2 \cdot X_3 +$$
$$+ 0{,}115 \cdot X_2 \cdot X_4 - 1{,}062 \cdot X_3 \cdot X_4 - 0{,}483 \cdot X_1^2 - 0{,}106 \cdot X_2^2 -$$
$$- 0{,}925 \cdot X_3^2 + 0{,}931 \cdot X_4^2.$$

В результате проведения экспериментальных исследований с применением метода крутого восхождения выяснены оптимальные конструкторско-кинематические параметры процесса обкатывания. С помощью планирования эксперимента при оптимизации технологического процесса обкатывания канатного блока клиновым роликом получены следующие оптимальные режимы обработки: профильный радиус ролика ($X_1$) 15 мм, скорость обкатывания ($X_2$) 40 –

50 м/мин, оптимальный угол вдавливания ролика ($X_3$) 5 град, количество оборотов блока ($X_4$) 160 – 180 об.

Их оптимальное сочетание формирует качество выполнения технологического процесса поверхностного упрочнения стальных деталей обкатыванием роликами со следующими показателями: шероховатость поверхности (*ШП*) – 1...1,9; степень наклепа (*СН*) – 46,5…56 %.

*ЛИТЕРАТУРА*

1. Бутаков Б. И. Оптимизация параметров поверхностного упрочнения обкатыванием роликами канатных блоков с целью повышения их контактной прочности / Б. И. Бутаков, Д. Д. Марченко // Проблеми трибології. — 2010. — № 3. — С. 99—107.
2. Б. И. Бутаков. Усовершенствование процесса чистового обкатывания деталей роликами / Б. И. Бутаков // Вестник машиностроения. — 1984. — №7. — С. 50—53.
3. Аркулис Г. Э. Измерения шероховатости поверхности с помощью реплик / Г. Э. Аркулис, М. И. Куприн, В. Д. Голев, А. М. Игонькин // Вестник машиностроения. — 1971. — № 12. — С. 48—50.

**УДК 631.312**

# ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МОЛОТКОВИХ ДРОБАРОК І ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОРМОВИХ МАТЕРІАЛІВ НА ПРОЦЕС ПОДРІБНЕННЯ

**Петренко І.В.[1], Козаченко Н.В.[2]**

[1] викладач, ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний коледж», м. Ніжин, Україна

[2] асистент, ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут», м. Ніжин, Україна

**Анотація**: у статті досліджуються конструктивно-технологічні параметри та властивості кормових матеріалів при подрібненні сировини.

**Ключові слова:** дробарка, кормовий матеріал, подрібнення, фізико-механічні властивості, ефективність.

**Постановка проблеми:** Питаннями взаємодії робочих органів дробарок з перероблюваною сировиною, визначення причин, які впливають на якість роботи дробарок і пошуку шляхів їх удосконалення, як у сільському господарстві, так і в інших галузях народного господарства, було приділено і приділяється в даний час багато уваги.

Головним фактором, розділеними у відповідності з класифікацією С.В.Мельникова на технологічні, механічні і конструктивні, складові ефективності роботи дробарок є: вологість вихідного матеріалу, його однорідність по розміру і міцнісним властивостям; рівномірність завантаження дробильної камери; колова швидкість на кінцях молотків; повітряний режим у дробильний камері; діаметр дробильної камери і ротора; кількість і товщина молотків; зазор між кінцями молотків і поверхнею дробильної камери; конструктивні особливості і розміри дек і решет.

Аналізуючи вплив вологості зерна, як одного з основних технологічних фактрів, велика кількість дослідників дійшли до загальної думки, що зі зміною вологості змінюється якість подрібнення і енергозатрати. Було виявлено, що зі збільшенням вологості на 1% збільшуються енергозатрати процеса на 6 % і розмір частинок на 3 %. Причому, при збільшенні вологості зерна більше

10%, за даними випробувань, швидко підвищується енергозатрати і знижується інтенсивність нарощування ступеня подрібнення.

Збільшення вологості листостеблової маси на 1% в діапазоні від 12 до 15%, призводить до збільшення питомої витрати енергії на 10,8МДж/т, а в діапазоні від 18 до 20% на 18,0 МДж/т.

На основі експерементальних досліджень зроблено висновок, що оптимально технологічне подрібнення фуражного зерна знаходиться в межах вологості 12...13%.

Розмір частин подрібненого матеріалу і його однорідність також надають істотний вплив на ступінь подрібнення, продуктивність та енергетичні витрати. На процес подрібнення впливає не тільки розмір частин, але і їх форма. Попереднє руйнування вихідного матеріалу змінює його розміри і однорідність, а також веде до утворення мікро тріщин, які створюють «зони передруйнування», які впливають на подріцбнення зерна з меншими витратами енергії. Так, дво-етапне подрібнення зерна на молотковій дробарці ДКУ-М підвищує ефективність в 2...3 рази і знижує енергоємність подрібнення у 2 рази. Але потрібно відмітити, що попереднє руйнування пов'язане з додатковими затратами енергії і тягне за собою розташування конструкції і збільшення металоємкості.

Ступінь завантаження дробильної камери також має вплив на ввесь процес подрібнення. Вчені рекомендують, щоб завантаження дробильної камери було оптимальним для кожного режима роботи.Також є думки і рекомендації завантажувати дробильну камеру так, щоб дробарка працювала в режимі перевантаження , а без примінення решет – з наступним подрібненням матеріалу. Завантаження дробильної камери пов'язана із швидкістю подачі в неї матеріалу, для підвищення ефективності удару молотків за рахунок збільшення швидкості зіткнення пропонується використовувати прискорювальний ротор.

Колова швидкість молотків є основним динамічним фактором, який входить в класифікацію механічних факторів. Збільшення колової швидкості молотків інтенсифікує процес подрібнення, який відбувається у камері подрібнення , і впливає на швидкість видалення подрібненого продукту з неї.

Провівши певні досліди, можна зробити висновок, що оптимальна величина колової швидкості молотків для подрібнення становить у межах від 90...109 м/с. По даним інших дослідів для подрібнення зерна необхідно використовувати колову швидкість

молотків в межах від 100..120 м/с, так як збільшення колової швидкості молотків сприяє покращенню гранулометричного складу подрібненого продукту.

Також дійшли до висновку, що збільшення ефективності процесу подрібнення, використання енергії зворотнього повітряного потоку при роботі дробарки у замкнутій повітряній системі, дозволяє удосконалити конструктивно-технологічну схему дробарки. Встановлено також, що застосування додаткового вентилятора на молоткових дробарках дозволяє збільшити їх роботоздатність на 6...40% так як при подрібненні зернового, так і стеблового матеріалу.

Діаметр камери подрібнення і ротора впливає на економічні показники роботи дробарки.Чим менший діаметр ротора, тим менше затрачається енергії на безнадійне переміщення матеріалу і його необхідно вибирати у межах від 200...500 мм. На основі проведених дослідів можна зробити висновок, що використання дробарок з меншим діаметром забезпечує менші затрати енергії і покращення якість помелу. Залежність між діаметром і довжиною ротора рекомендують приймати відношення діаметру ротора до його довжини

для одного типу дробарок в межах від 1,5...1,7, для іншого 4-7.

Проміжок між кінцями молотків і поверхнею камери подрібнення є важливим конструктивним фактором, який впливає на ввесь процес подрібнення. Провівши дослід, можна зробити висновок, що мінімальний зазор дає найбільший ефект.

Кількість молотків, розміщених на молотковому полі ротора, очевидно також має вплив на процес подрібнення. Але дані з цього питання свідчать інше. Так, ряд дослідів визначили, що збільшення кількості молотків знижує вихідні витрати електроенергії і покращує якість подрібненого продукту.

При визначенні впливу на процес подрібнення товщини молотків встановлено, що молоткі малої товщини є найбільш ефективними для подрібнення матеріалу, але їх швидке спрацювання є серйозним недоліком.

Впливає на енерго затрати і кількість осей підвісу молотків. Збільшення кількості молотків до 8 штук призводить до значного збільшення продуктивності дробарок при порівняно невеликим збільшенням використанням енергії. Зі збільшенням обертової потужності необхідно збільшувати і кількість осей підвісу, але з таким розрахунком, що воно не перевищуватиме 10 штук.

Декі являються важливим робочим органами, так як вони виконують не тільки відбивальну функцію, але і допомагають гальмівній дії на кільцевий шар матеріалу. Вважається, що примінення рифленої декі в порівнянні з декою, яка має центрмолоткі, знижує енергоємність подрібнення на 10...28%.

Решето в дробарці є не тільки сепараційним, але і активним робочим органом, яке має великий вплив на вввесь процес подрібнення. При вивченні форм отворів і конструкції решіт пришли до висновку , що теркові решета забезпечують кращу сепарацію в порівнянні з гладкими поверхнями, які мають круглі отвори. Але виготовлення теркових решіт являється основною причиною, яке гальмує широке впровадження у виготовлення.

На основі експерементальних даних дійшли до висновку, що із збільшенням живого перерізу решета витрати енергії знижуються і підвищується працездатність.

Велику зацікавленість представляє процес подрібнення в подрібнювальній камері. Застосувавши метод швидкісної кінозйомки, прийшли до висновку, що зерно, яке потрапляє в подрібнювальну камеру, майже не потрапля під удари молотків в зоні завантажувального вікна, а зразу ж потрапляє в круговий рух, яке створюється ротором дробарки. У зв'язку з цим молотки діють на всю масу шару. Проаналізувавши результати швидкісної кінозйомки прийшли до висновку, що швидкість переміщення частинок різних розмірів неоднакова. Великі частини в осноаному знаходяться на робочій поверхні решета і деки в той час, як дрібні – в зоні дії молотків в результаті чого проходить переподрібнення.

Отже, із приведеного матеріалу і аналізу факторів, які впливають на ефективність роботи молоткових дробарок, можна зробити висновок, отримані дослідницьким шляхом, мають протилежний характер. Це є результатом того, що досліди проводилися і вивчалися окремо.

На сьогоднішній час все більш широкого розповсюдження в ряді віток сільського господарства знаходить примінення планування екстримального досліду, який забезпечить пошук оптимального проходження процесу.

Використання методики планування багатофакторного експеременту при пошуку оптимальних умов проходження технологічного процесу на молоткових дробарках, дослідами були

отримані оптимальні значення факторів, які використовуються до конкретних конструкцій дробарок

## Список використаних джерел

1. Алешкин В. Р., Рощин П. М. Механизация животноводства/Под ред. С. В. Мельникова. – М.: Агропромиздат, 1985. – 336 с.
2. Егоров Г.А, Мельников Е.М., Максимчук Б.М. - Технология муки, крупы и комбикормов. - М.: Колос 1984. - 376 с.
3. Егоров Г.А, Мельников Е.М., Журавлёв В.Ф. - Технология и оборудование мукомольно-крупяного и комбикормового производства. - М.: Колос, 1979. - 368 с.
4. Егоров Г.А. Технология переработки зерна. - 2-е узд. - М.: Колос, 1977.- 376с.
5. Кожара Л.С. Основи комбікормового виробництва. - М.: ПІЩЕПРОМІЗДАТ 2004рік.
6. Борщев В.Я. Оборудование для измельчения материалов: дробилки и мельницы. - Тамбов: Тамбовский государственно технический университет, 2004. - 75 с.

**Аннотация**: в статье исследуются конструктивно-технологические параметры и свойства кормовых материалов при измельчении сырья.
**Ключевые слова**: дробилка, кормовой материал, измельчение, физико-механичиские свойства, эффективность.

**Annotation**: in the article structurally-technological parameters and properties of forage materials are investigated at growing of raw material shallow.
**Keywords**: crusher, feed material, growing, physics and mechanics properties, efficiency shallow.

**УДК 620**

# ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДИСКІВ ЗЕРНОВОЇ СІВАЛКИ

**Рудик В.М.**[1]

[1] викладач, ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний коледж», м. Ніжин, Україна

Під час роботи леза дисків сошника взаємодіють з шаром ґрунту поступово по всій його глибині. Працездатність леза характеризується властивістю розділяти ґрунт на частки шляхом передачі через ріжучу крайку леза навантажень прикладених до дисків сошника. Ріжуча здатність леза сошника пов'язана зі способом і величиною прикладення навантаження, з властивостями ґрунту та з геометричними параметрами леза: кутом самозагострення і гостротою леза, які змінюються під час його спрацювання. Внаслідок зміни геометричних параметрів леза, затупленні підвищується зусилля входження дискового сошника в ґрунт за рахунок збільшення площі контакту крайки леза з ґрунтом.

На якість посіву великий вплив має зміна відстані С між суміжними дисками сошника в точці їх сходження (рис. 1). При зміні цієї відстані, тобто при її збільшенні, змінюється глибина закладання зерна, що впливає на якість сходів.

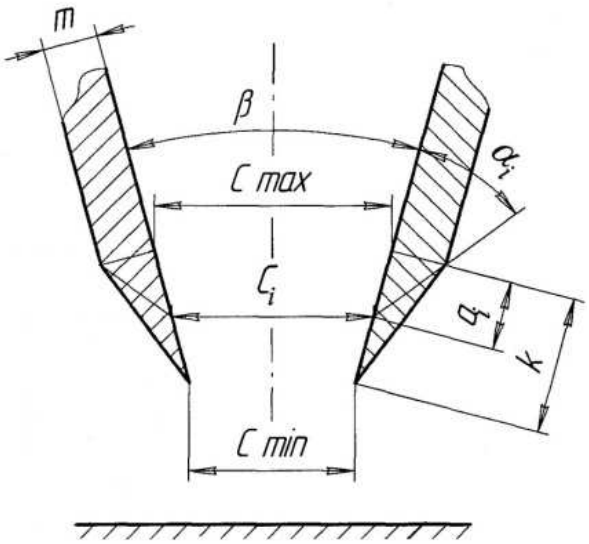



Рис. 1. Конструктивна схема визначення зв’язку геометричних параметрів леза дисків сошника при взаємодії з ґрунтом.

При зношені леза дисків сошника змінюється відстань С в напрямку її збільшення. Параметр зношення можна розрахувати за формулою:

$$C_i = C_{min} + 2\Delta C_i \quad (1)$$

де $C_i$ – контрольна відстань між суміжними дисками сошника в точці сходження, мм;

$C_{min}$ – мінімальна відстань між суміжними дисками сошника в точці сходження, мм;

$\Delta C_i$ – збільшення відстані С від початкового значення при спрацюванні леза, мм.

$$\Delta C_i = (k - a_i) \sin\frac{\beta}{2}, \quad (2)$$

де k – висота трикутника неспрацьованого леза, мм;

$a_i$ – висота трикутника спрацьованого леза, що визначається в контрольний період кутом загострення $\alpha_i$;

β – кут встановлення дисків сошника.

$$a_i = \frac{m}{tg\alpha_i}, \quad (3)$$

де m – основа трикутника, мм;

$\alpha_i$ – кут загострення леза в контрольний період, град;

β – кут встановлення дисків сошника.

Підставивши формули (2) і (3) в (1) матимемо залежність:

$$C_i = C_{min} + 2\left(\left(k - \frac{m}{tg\alpha_i}\right)\sin\frac{\beta}{2}\right). \quad (4)$$

Кут загострення леза α характеризує зміну діаметру диска і відстань С між суміжними дисками сошника. При зміні кута загострення збільшується відстань С.

При дослідженні процесу спрацювання лезових робочих органів при взаємодії з ґрунтом використовують лінійний закон інтенсивності спрацювання від питомого тиску:

$$\frac{d\tau}{dS} = Cp, \qquad (5)$$

де $\tau$ – лінійне спрацювання, що перпендикулярне до поверхні;
S – шлях тертя;
p – питомий тиск;
C – коефіцієнт спрацювання.

Визначаючи вплив швидкості поступального руху машини на процес спрацювання робочої поверхні встановлено, що у визначеному діапазоні швидкостей, лінійне спрацювання не залежить від швидкості ковзання V. Цю закономірність прийнято називати елементною. Її можна записати так:

$$\frac{d\tau}{dt'} = CPV. \qquad (6)$$

де $dt'$ – час спрацювання;
V – швидкість ковзання.

Форма леза дисків сошника представляє собою усічений клин. Розташування його в ґрунті у визначений час виконання обертального і поступального руху відповідає лезу леміша плуга з верхнім зміцненням під час виконання поступального руху. Під час обертального руху змінюється положення точки на ободі диска сошника, що сприяє короткочасній взаємодії її з ґрунтом, коли поступальний рух диску є аналогічним до поступального руху леміша плуга.

Встановлено, що зубчасті лезові робочі органи мають більшу довговічність, працездатність, можливість самозагострення й меншу енергоємність.

При виготовленні деталей зі зносостійких матеріалів їх використання обмежується підвищеною хрупкістю при великій твердості та не спроможністю пружно деформуватись. В цьому випадку найбільш перспективним виходом з цієї ситуації можна вважати використання двошарового леза, коли основний матеріал має пружні властивості до деформування, а зносостійкий шар – більш зносостійкі властивості.

Після аналізу джерел можна стверджувати, що конструктивні параметри леза та спроможність матеріалу протистояти спрацюванню

є головними чинниками в процесі стабілізації спрацювання з самозагостренням робочих органів. Для характеристики цього процесу доцільно приймати безрозмірний показник, який визначено як критерій подоби для процесу спрацювання двошарового леза:

$$\omega = \frac{\varepsilon_0 h_0}{\varepsilon_H h_H} \qquad (7)$$

де $\varepsilon_0$, $\varepsilon_H$ – зносостійкість основного і зносостійкого шарів;
$h_0$, $h_H$ – товщина основного і зносостійкого шарів.

Двошарове лезо може загальмувати процес спрацювання і затуплення, а зміцнення зносостійким матеріалом змінної товщини дає ще кращі результати.

Теоретичні залежності спрацювання леза дискового ножа для зрізання гички зміцненого переривчастим методом, пояснюють процес формоутворення зубчастої поверхні леза при його спрацюванні. Дані теоретичні залежності можна прийняти за основу при дослідженні процесу спрацювання леза зміцненого зносостійким матеріалом змінної товщини.

Висновки:

При спрацюванні лез дисків і збільшенні кута загострення відстань між крайкою лез дисків збільшується, що призводить до порушення технологічного процесу.

Встановлено, що метод зміцнення рівномірним зносостійким шаром лез дисків не в повній мірі забезпечує ефективне самозагострення в процесі спрацювання, що призводить до збільшення енергоємності та порушення технологічних установок глибини ходу дисків.

Впровадження механізму зміщення дисків, дає змогу компенсувати їх спрацювання. А взаємодія запропонованих методів підвищення працездатності дводискового сошника для зернової сівалки робить довготривалішим використання ресурсу дисків сошника.

**УДК 631.171: 633.63**

# АКТУАЛЬНІСТЬ ОБҐРУНТУВАННЯ ГВИНТОВО-ВАЛЬЦЕВОГО ОЧИСНИКА ВОРОХУ КОРМОВИХ БУРЯКІВ

**Теслюк В.В.[1], Барановський В.М.[2], Мартинюк М.М.[3]**
[1] д. с.-г. н., професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна
[2] д.т.н., професор, Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, м. Тернопіль, Україна
[3] магістр, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Буряк кормовий (Beta vulgaris L. v. crassa) має велике значення для підвищення продуктивності тваринництва, є цінним соковитим кормом для тварин. Збільшення виробництва і зниження собівартості коренеплодів кормових буряків в значній мірі стримується ще низьким рівнем механізації їх виробництва і, особливо, збирання.

Кормовий буряк збирають тими самими машинами, що й цукровий. Досить широко в господарствах, які вирощують кормові буряки застосовують розроблені, досліджені і перевірені в виробничих умовах машини МКК- 6, РКМ- 6- 03 і КС- 6Б - 05. Витрати праці при використанні нових машин знижуються до 120...150 людино-годин на гектар.

Якщо механізоване збирання кормових буряків на легких грунтах практично вирішене, то на важких грунтах і середніх при збільшеній або зниженій вологості воно залишається вирішеним не до кінця. Залежно від умов роботи і забур'яненості полів загальна кількість домішок у воросі коренеплодів складає більше 15 %. Велика кількість домішок пояснюється використанням недосконалих технологічних процесів та робочих органів для очищення коренеплодів, котрі при цьому не забезпечують належну сепарацію ґрунту і рослинних залишків, не відділяють залишки гички від головок коренеплодів, пошкоджують значну кількість коренеплодів (до 40 %). У зв'язку з цим розробка та удосконалення робочих органів коренезбиральних машин для відокремлення домішок від коренеплодів кормових буряків при їх мінімальному пошкоджені є актуальною народногосподарською задачею.

Нами запропоновано та технологічно обґрунтовано нову

конструкцію комбінованого очисника вороху кормових буряків коренезбиральної машини з гвинтово-вальцьовим очисником для збирання коренеплодів кормових буряків на середніх і важких грунтах в умовах збільшеної і зниженої вологості грунту, експериментально встановлено допустимі швидкості співудару коренеплодів кормових буряків з поверхнями робочих органів очисника на маятниковому копрі.

Використання запропонованої конструкції комбінованого гвинтово-вальцьового очисника підвищує якість і ступінь відокремлення домішок від коренеплодів: зменшує загальне забруднення вороху зібраних коренеплодів на 15-25%, знижує затрати праці майже у 3 рази за рахунок виключення ручної праці на доочищення коренеплодів.

**УДК 631.171: 633.63**

# АКТУАЛЬНІСТЬ МІНІМАЛІЗАЦІЇ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ ПІД СІВБУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

**Теслюк В.В.[1], Барановський В.М.[2], Теслюк В.В.[3]**
[1] д. с.-г. н., професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна
[2] д.т.н., професор, Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, м. Тернопіль, Україна
[3] студент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Технологія вирощування цукрових буряків включає послідовно виконувані операції обробки грунту, внесення добрив, весняної передпосівної обробки, сівби та догляду за посівами, які забезпечують необхідні умови для проростання насіння, росту і розвитку коренеплодів та накопичення в них цукру а також збирання урожаю.

Передпосівний обробіток грунту характеризується своєчасним і якісним виконанням технологічних операцій з мінімальними впливом на створений агрофон. Багаторічні результати досліджень наукових установ показують, що цукрові буряки досить вимогливі до якості передпосівної підготовки грунту. Тому для їх вирощування, повинні бути розроблені і впроваджені зональні прийоми і технології, які передбачали б мінімалізацію передпосівного обробітку грунту, особливо важкого за механічним складом.

Аналіз розвитку науки і практики в напрямку створення енергозберігаючих й ґрунтозахисних технологій виробництва цукрових буряків дав нам підстави для розробки, дослідження та впровадження способу їх виробництва на грунтах важких за механічним складом, який підвищує їх продуктивність, знижує матеріальні та енергетичні затрати. Суть її полягає в слідуючому: восени на фоні напівпарового або поліпшеного обробітку грунту на вирівненій поверхні поля культиватором (наприклад УКРП-5,4 або УСМК-5,4), обладнаним туковисівними апаратами, локально вносять мінеральні добрива, які розміщують по лінії майбутніх рядків на інтервалах заданої ширини міжрядь 45 см, в зоні найкращого розвитку кореневої системи рослин на глибину 16-20 см з одночасним

формуванням гребенів спеціальними робочими органами над стрічками внесених добрив.

Формування гребенів восени сприяє інтенсивному накопиченню вологи, а весною швидкому дозріванню грунту в зоні гребенів,що дозволяє в більш ранні строки проводити сівбу і збільшити вегетаційний період. Ранньою весною гребені зрізають до висоти 3-4 см відносно поверхні з одночасним стрічковим внесенням гербіцидів в зону рядка з наступним висівом насіння цукрових буряків. В результаті проведених досліджень встановлено, що за умов більш ранніх строків сівби відмічено зниження ураження рослин цукрових буряків коренеїдом в 1,8 рази порівняно з традиційним, отримано достовірний приріст урожайності коренеплодів і збір цукру відповідно на 4,8 т/га і 0,7 т/га, в той же час виключення прийомів весняного боронування, шлейфування, глибокого обробітку, суцільного внесення гербіцидів, передпосівного обробітку зумовило зниження витрат праці в 1,5 рази, пального - в 2,5 рази, грошових витрат - в 1,9 рази.

**УДК:631.363.2**

# ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БІОТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА МІКОБІОПРЕПАРАТІВ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

**Теслюк В.В.[1], Барановський В.М.[2], Теслюк В.В.[3]**

[1] д. с.-г. н., професор, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

[2] д.т.н., професор, Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, м. Тернопіль, Україна

[3] студент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Сьогодні в світовому виробництві рослинницької продукції набуває поширення вирощування органічної продукції. Споживачами продукції вирощеної в умовах органічного землеробства в різних країнах є від 3 до 5 % населення. Одним із резервів збільшення валових зборів органічної сільськогосподарської продукції є зменшення втрат урожаю рослин від шкідників, хвороб і бур'янів. Культурні рослини в період росту постійно перебувають в умовах стресу, який спричинений впливом шкідливих об'єктів, особливо хвороб, що призводить до щорічних втрат урожаю від 30 – 50%, в роки їх епіфітотійного розвитку майже всього. Сьогодні органічну продукцію отримують за рахунок мінімальної кількості технологічних компонентів в т. ч. препаратів для захисту рослин від хвороб, по причині незначного виробництва і нестабільності їх ефективної дії.

Аналіз біологічно активних речовин показує, що полісахариди, які характеризуються біологічною природою походження, є екологічно чистими, здатні стимулювати захисні властивості рослин. Одним із джерел одержання полісахаридів є біомаса грибів, яка містить й інші імуномоделюючі речовини. В результаті аналізу біотехнологій одержання грибних полісахаридів нами запропонована і досліджена модельна біотехнологія одержання мікобіопрепаратів для органічного землеробства для захисту рослин від хвороб, яка включає основні та допоміжні технологічні операції. Основними технологічними операціями є заготівля і попередня обробка сировини, подрібнення плодових тіл грибів, біотехнологія вилучення полісахаридів із клітинної стінки гриба. Однією із основних

технологічних операцій виробництва мікобіопрепарату є подрібнення плодових тіл зазначених грибів з метою забезпечення максимальної ефективності процесу екстракції основної діючої речовини мікобіопрепаратів.

Для обґрунтування технологічних основ операції процесу і машин для подрібнення матеріалів нами досліджено ряд дробарок промислового і експериментального виробництва. Для дослідно-промислового забезпечення виробництва мікобіопрепаратів досліджено і адаптовано промислову дробарку „Котигорошко".

Аналіз результатів отриманих експериментальних досліджень свідчить про те, що за умов застосування решета з діаметром калібрувальних отворів 6 мм продуктивність дробарки становить – 12,7 кг/год., фракційний склад частинок розмірами від 3 до 6 мм складає 88,1 %, що задовольняє технологічні вимоги. Застосування змінного решета з діаметром калібрувальних отворів 4 мм на 35,4 % зменшує продуктивність дробарки порівняно із решетом з отворами діаметром 6 мм, але наявність неподрібнених частинок розміром більше 3 мм складає менше 3 %. За результатами одержаних даних для дослідно-промислового виробництва рекомендовано використання дробарки „Котигорошко" із попереднім ручним розрубуванням плодових тіл грибів на кусочки розмірами до 6 см, які проходять через завантажувальне вікно дробарки змінного решета із діаметром калібрувальних отворів 6 мм.

УДК 631.363:620.92

# ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИРОБНИЦТВА ВИСОКОЕНЕРГЕТИЧНОЇ КОРМОВОЇ СУМІШІ

**Хмельовський В. С.[1], Ачкевич О.М.[2]**
[1] кандидат технічних наук, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна;
[2] кандидат технічних наук, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна.

*Розроблена технологічна схема приготування та роздавання високоенергетичної кормової сумішки, яка забезпечує ефективне використання кормів та приготування комбікорму використовуючи сировину господарств*

***Технологічна схема, комбікорм, високоенергетична кормова суміш, фермський комбайн***

**Постановка проблеми.** У структурі валової продукції сільського господарства тваринництво становить значну частину. На годівлю сільськогосподарських тварин припадає більше половини матеріальних, трудових та енергетичних затрат з виробництва тваринницької продукції, а отже, суттєво відчутний вплив вартості кормів на собівартість готової продукції в молочному тваринництві. Тому на всіх етапах розвитку аграрного виробництва питання кормовиробництва залишалось однією із актуальних задач розвитку тваринницької галузі.

В ході Східноєвропейського молочного конгресу експерт Асоціації виробників молока України Денис Сергієнко заявив, що інфляційний тиск і операційні витрати при виробництві молока може компенсувати тільки закупівельна ціна не менше 7 грн./кг за базис. Він підрахував, що собівартість виробництва молока на молочній фермі з поголів'ям фуражних корів 600 голів і добовим удоєм на дійну 22 кг становить не менше 6 грн./кг.

Основна стаття витрат - корми, на які припадає 60-65 % в структурі собівартості, або 3,60-4,00 грн./кг реалізованого молока. Решта - фіксовані витрати, серед яких найбільша питома вага

припадає на оплату праці (15-17%), ветеринарію (5-7%), паливо-мастильні матеріали (4-5%).

Отже питання розробки ефективних технологій виробництва високоенергетичних кормових сумішей, що зменшать собівартість виробництва продукції тваринництва та покращать її якість є актуальним питанням сьогодення.

**Аналіз попередніх досліджень.** Питання ефективності годівлі були розкриті на майстер класі: «Як підвищити ефективність молочного бізнесу», що проводився у рамках міжнародної виставки «Agro Animal Show» 2016. Доповідачі поділилися ексклюзивними, а головне дієвими та перевіреними на практиці методами підвищення ефективності виробництва в молочних господарствах, розповіли про сучасні напрацювання генетики, технології годівлі, утримання тварин.

За даними менеджера з регіонального розвитку продуктів ТОВ «Евраліс Семенс Україна» Володимира Мокрієнка. Оптимальний раціон ВРХ, при якому можна забезпечити надої до 7000 л молока містить: силос кукурудзяний – 20 кг (6 кг сухої речовини); люцерновий сінаж – 17 кг (5,5 кг сухої речовини); шрот соняшниковий або ріпаковий – 2,5 кг; кукурудза – 2 кг; пшениця – 1,5 кг; премікс – 0,25 кг.

Представник компанії КУН-Україна, Віктор Сич наголосив, щоб мати високу продуктивність у скотарстві, важливо не лише заготувати високоякісні корми та збалансувати їх у раціонах годівлі за поживними речовинами, а й забезпечити якісне приготування кормової суміші, за допомогою машинних агрегатів, та рівномірно і без втрат подати на кормовий стіл.

Світовий досвід свідчить про ефективність використання для приготування кормових сумішей і роздавання їх тваринам сучасних багатофункціональних універсальних технічних засобів, так званих фермських комбайнів. За визначенням, фермський комбайн — це машина, яка об’єднує процеси завантаження, дозування, подрібнення, змішування кормових матеріалів і роздавання приготовленої кормової суміші тваринам. Ці машини виготовляють як у самохідному, так і в причіпному варіантах — обладнані пристроями для самозавантаження й без них, з горизонтальним і вертикальним розміщенням шнеків у бункері [1].

**Мета досліджень** – удосконалення технологічної схеми виробництва високоенергетичної кормової суміші із вмістом комбікормів власного виробництва господарства.

**Результати дослідження.** У зв’язку з розукрупненням тваринницьких ферм значну частину комбікормів виготовляють безпосередньо в господарствах на фермських комбікормових агрегатах. При цьому передбачається використання зерна власного виробництва та закуплених кормових добавок.

В якості білкових добавок до корму для згодовування тваринам використовується подрібнене зерно гороху, сої, а також речовин багатих на білок (м'ясо-кісткове борошно, дріжджі, трав'яне борошно). За вмістом жиру серед білкових речовин переважає макуха (7-10 % жиру) та шрот (2,5 %). При використанні концентрованих кормів, третина яких приходиться на високобілкові шроти і макуху соняшнику, дають можливість підвищити надій корів до 15-18 кг за добу [2].

Більшість невеликих господарств, які мають фермські комбікормові агрегати, за різних причин, не мають змоги закупити готові сумішки добавок. Тому постає питання придбання окремих компонентів та виготовлення із них сумішок за спрощеними технологіями з використанням власної, як зернової сировини, так і продуктів її переробки.

Особливість обладнання для виробництва повноцінних комбікормів в умовах господарств полягає в тому, щоб досягти необхідної рівномірності розподілу кожного з компонентів у загальній масі сумішки комбікорму при спрощенні технології та зменшенні структурних елементів комплекту обладнання [4].

По відношенню до зернових компонентів наявність білкових речовин в рецептах комбікормів на порядок менша, а мінеральних та премікслів менша на два порядки. У такому разі доцільно застосувати три стадійну схему змішування, при якій на першому етапі буде готуватися суміш мікрокомпонентів, на другому етапі білково-вітамінні та мінеральні добавки, на третьому етапі комбікорми. Для одержання якісного комбікорму, щодо рівномірності змішування, необхідно щоб кожна попередня сумішка мала вищий рівень однорідності.

Необхідна якість перемішування компонентів в загальній масі сумішки відбувається за умови, коли кожен з компонентів складає не менше 10-20%. Для доведення кількості початкових сумішок до цих величин, в разі потреби, необхідно використовувати кормові наповнювачі.

Так як до змішувача мікродобавок найбільш високі вимоги щодо рівномірності, змішування компонентів, які знаходяться в мікродозах, доцільно використовувати змішувач порційного типу. Дослідження показали, що високий рівень змішування компонентів кормових добавок забезпечує барабанний змішувач з похилою віссю камери відносно осі обертання. Його використання забезпечує рівномірність від 95 до 98%.

Суміш білково-вітамінних та мінеральних добавок готується у вертикально-шнекових змішувачах безперервної дії. Багаті на білок культури (сою, горох) та продукти переробки (шрот ріпаковий чи соняшниковий) попередньо подрібнюють в молотковій дробарці до відповідного розміру та змішують з попередньо приготовленими premіксами.

БМВД та зернові компоненти (кукурудза, ячмінь, пшениця) подаються в готовий комбікорм в вертикально-шнекових змішувачах безперервної дії.

На основі проведених наукових досліджень нами обґрунтовано основні параметри технологічної схеми виробництва високоенергетичної кормової суміші із застосуванням фермського комбайна (рис. 1).

Відповідно до рецепту кормового раціону при підготовці кормової суміші для великої рогатої худоби із застосуванням фермського комбайна першим компонентом, який подається у бункер є комбікорм. Наступним завантажують грубі корми, таке поєднання дозволяє зменшити втрати комбікормів та забезпечує їх потрапляння у трубчату частину стебла, а також відбувається максимальне подрібнення грубих кормів. При досягненні середньої величини часток грубих кормів близько 100-120 мм в середину бункера подають кормові компоненти вологість яких становить більше 50%, наприклад, сінаж, силос, коренеплоди. Процес подрібнення поступово зменшується, а інтенсифікується змішування, при цьому відбувається перерозподіл та поступове вирівнювання вологості приготовленої кормової суміші. Як показують досліди процес змішування у таких машинах триває 5-7 хв. після завантаження останнього кормового компонента згідно рецепта суміші.

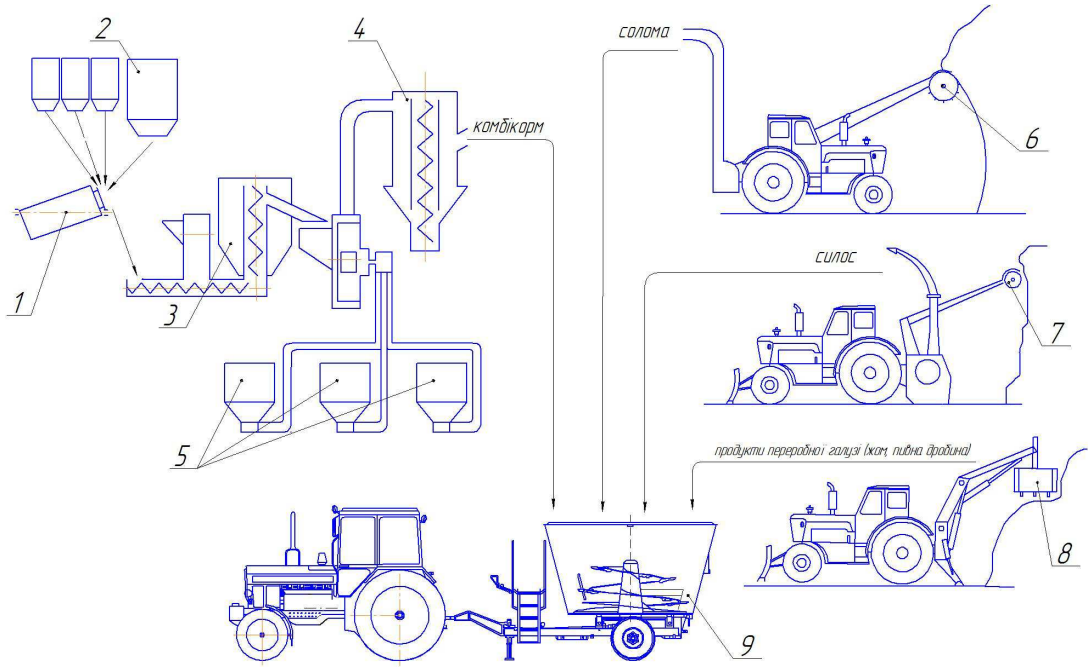



**Рис.1. Технологічна схема виробництва високоенергетичної кормової суміші:**

1 – змішувач мікродобавок, 2 – ємкості для зберігання кормових добавок, 3 – вертикально-шнековий змішувач БМВД, 4 – вертикально шнековий змішувач комбікорму, 5 – бункера для зберігання зернових компонентів, 6 – навантажувач соломи, 7 – навантажувач силосу, 8 – навантажувач продуктів переробної галузі, 9 – фермський комбайн.

## Висновок

Удосконалена технологічна схема виробництва високоенергетичної кормової суміші дозволяє забезпечити в умовах господарств виробництво повноцінного комбікорму, та отримувати добові надої від тварин в межах 15-18 кг.

## Список літератури

1. Сучасні засоби для приготування та роздавання кормів. Електронний ресурс. Режим доступу: http://www.propozitsiya.com

2. Подобєд Л. І.Щоб багато доїти треба добре годувати. Електронний ресурс. Режим доступу: http://podobed.org

3. Ачкевич О. М. Обґрунтування технологічної схеми виробництва комбікормів в умовах господарств / О. М. Ачкевич, В. М. Жученко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка:

«Вдосконалення технологій та обладнання виробництва продукції тваринництва». – Х.: 2014. – Вип. 144. – С. 123–127.

4. Єгоров Б. В. Технологія виробництва premіксів / Б. В. Єгоров, О. І. Шаповаленко, А. В. Макаринська. – К. : Центр учбової літератури, 2007. – 288 с.

5. Осейко М. І.Технологія рослинних олій: Підручник / М. І. Осейко // К.: Варта. – 280 с.

6. Сорокін В.М. Аналіз функціональних схем приготування комбікормів в умовах господарств і перспективні напрями їх вдосконалення. Вісник Львівського національного аграрного університету. / Агроінженерні дослідження, №12, том. 1, - С. 228-234.

*7.* Сорокін В.М. Вибір параметричних ознак змішувачів комбікормових добавок в умовах тваринницьких ферм / В.М. Сорокін, О.М. Ачкевич. // Науковий вісник національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К.: - Вип. 144. ч. 2. – С. 181-188.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ДАВЛЕНИЯ ВОЛН ВО ВРЕМЯ РАБОТЫ ВОЛНОВЫХ ТРАНСПОРТЁРОВ

**Човнюк Ю.В.[1], Дяченко Л.А.[2]**
к.т.н., доцент, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, Украина
к.т.н., ОП НУБиП Украины «Нежинский агротехнический институт», г. Нежин, Украина

При распространении продольно-сдвиговых волн в однородной пластине каждая точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебательных движениях. В результате их наложения траектория точки представляет собой в общем случае эллипс. Покажем это на примере продольно-сдвиговых колебаний прямоугольной пластины.

Продольные $U(x,y,t)$ и сдвиговые $V(x,y,t)$ смещения точек пластины описываются решениями уравнений:

$$\begin{cases} U_{tt} - C_e^2 U_{xx} - C_t^2 U_{yy} - (C_e^2 - C_t^2)V_{xy} = 0, \\ V_{tt} - C_t^2 V_{xx} - C_e^2 V_{yy} - (C_e^2 - C_t^2)U_{xy} = 0, \end{cases} \quad (1)$$

где $C_t^2 = \frac{\mu}{\rho}$, $C_e^2 = \frac{(\lambda+2\mu)}{\rho}$ – скорости сдвиговых и продольных волн соответственно; $\rho$ – плотность материала пластины; $\lambda, \mu$ – константы Ламе.

Пусть края пластины $y = 0$ и $y = H$ абсолютно жестко закреплены:

$$U|_{\text{y=0}} = 0, U|_{\text{y=H}} = 0, V|_{\text{y=0}} = 0, V|_{\text{y=}H} = 0, \quad (2)$$

на краю $x = 0$ с помощью внешнего источника возбуждаются гармонические колебания:

$$U|_{x=0} = U_0 \cdot \cos \omega t \cdot \cos hy, V|_{x=0} = V_0 \cdot \cos \omega t \cdot \cos hy, \quad (3)$$

($h = \frac{(n+1)\pi}{2H}$, $n = 0, 1, \ldots$ – целое число), а закрепление на краю $x = L$ обладает демпфирующими свойствами с коэфициентами демпфирования продольных $\gamma_1$ и сдвиговых $\gamma_2$ колебаний:

$$(\lambda + 2\mu) \cdot U_x + \lambda \cdot V_y + \gamma_1 U_t\big|_{x=L} = 0, \left[\mu V_x + \mu U_y + \gamma_2 V_t\right]_{x=L} = 0. \quad (4)$$

частное решение задачи (1) – (4) будем искать в виде суперпозиции волн

$$\begin{cases} U(x,y,t) = [\text{A}\cos(\omega t - kx) + \text{C}\cos(\omega t + kx)]\cos hy\,, \\ V(x,y,t) = [B\cos(\omega t - kx) + D\cos(\omega t + kx)]\cos hy\,, \end{cases} \quad (5)$$

волновые числа $k$ которых определяются дисперсным уравнением, следующим из (1):

$$(\omega^2 - C_e^2 k^2 - C_t^2 h^2) \cdot (\omega^2 - C_t^2 k^2 - C_e^2 h^2) - (C_e^2 - C_t^2)^2 \cdot k^2 \cdot h^2 = 0, \quad (6)$$

а амплитуды A, $B$, C, $D$ являются решениями системы линейных алгебраических уравнений, получаемых подстановкой (5) в (2) – (4).

Если амплитуды источника связаны соотношениями

$V_0 = \xi U_0$, $\xi = \frac{(\omega^2 - C_e^2 k^2 - C_t^2 h^2)}{(C_e^2 - C_t^2)^2 \cdot k \cdot h}$, то выражения для амплитуд волн принимают вид

$$B = \xi\text{A},\ \text{A} = U_0 \cdot \left[1 + \frac{(\gamma_1\omega - \lambda\xi h)}{(\lambda+2\mu)k}\right],\ \text{C} = \xi \cdot D,\ D = U_0 \cdot \left[1 - \frac{(\gamma_2\omega - \lambda\xi h)}{\mu k}\right]. \quad (7)$$

При частоте источника большей критической: $\omega > \omega^*$

$\left(\omega^{*2} = \frac{h^2(6C_e^2C_t^2+C_e^4+C_t^4)}{4C_e^4}\right)$, коэффициентах демпфирования $\gamma_1 = \frac{[(\lambda+\mu)k+\lambda\xi h]}{\omega}$, $\gamma_2 = \frac{\mu(k+\xi h)}{\omega}$ закрепление $x = e$ становится оптимальным демпфером и в пластине распространяются бегущие вдоль $x$ волны с амплитудами $C = D = 0,\ A = U_0,\ D = V_0$. Каждая точка пластины, совершающая продольно-сдвиговые колебания (5), движется по траектории:

$$\frac{U^2\cos^2 hy}{U_0^2} + \frac{V^2}{V_0^2}\sin^2 hy = 4 \quad (8)$$

Прямые $y = \frac{m\pi}{2h} = \frac{mH}{(n+1)^{-1}} = mH(n+1)$, где $m$ – целое число, разделяют пластину на полосы, внутри которых траектории являются эллипсами, причем в соседних полосах направления вращения противоположны, а количество полос определяется номером и возбуждаемой формы колебаний.

Если край $x = L$ является идеально отражающим( $\gamma_1 = \gamma_2 = \infty,\ U|_{x=e} = V|_{x=e} = 0$), то в пластине образуются стоячие волны с амплитудами $A = C$ и $B = D$. В этом случае траектории движения для $n = 2$ становятся прямыми:

$$V = U \cdot \left(\frac{V_0}{U_0}\right) \cdot ctg\ kx \cdot ctg\ hy, \quad (9)$$

наклоны которых зависят от формы колебаний.

В общем случае при произвольных значениях коэффициентов демпфирования $\gamma_1$ и $\gamma_2$ в пластине реализуется суперпозиция бегущих и стоячих волн. Как и в случае бегущих волн точки пластины движутся по эллипсам, но в зависимости от форм колебаний оси эллипсов имеют наклоны, определяемые стоячими волнами.

Таким образом, при наличии бегущих продольно-сдвиговых волн точки пластины совершают вращательное движение по эллиптическим траекториям. Причем направления вращения зависит от направления распространения волн и номера возбуждаемой формы колебаний.

При распространении упругих волн имеет место преобразование их энергии в энергию вращательного движения. Это открывает возможности создания основанных на этом эффекте приборов для индикации полей вращений и потоков вибрации.

# ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД РЕМОНТУ ТА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

**Шейко Л.О.[1], Піщулін Д. С.[2]**
[1] асистент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, Україна
[2] студент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут" м. Ніжин, Україна

*Проаналізовано зарубіжний досвід виконання ремонтно-обслуговуючих робіт сільськогосподарської техніки. Описані переваги та недоліки організації технічного сервісу.*

***Технічний сервіс, сільськогосподарська техніка, виробник, посередник, споживач.***

В основному сільськогосподарська техніка виходить з ладу не тоді, коли стоїть на зберіганні, а коли працює. Світова практика і вітчизняний досвід свідчить, що вчасне та якісне проведення технічного обслуговування дає змогу на 30…35% скоротити простої машин з технічних причин, на 25…30% зменшити витрати запасних частин і на 8…12% – витрати паливно-мастильних матеріалів.

Тому актуально розглянути та застосувати зарубіжний досвід з організації ремонту і технічного обслуговування сільськогосподарської техніки. Це може сприяти застосуванню сучасних технологій у сфері обслуговування машинно-тракторного парку і зміцненні його ремонтно-обслуговуючої бази. Потреба в такому аналізі пов’язана також з тим, що в Україні працює велика кількість імпортованої сільськогосподарської техніки.

Відомо, що до недавнього часу більшість доходів підприємств технічного сервісу Європи і США припадало на торгівлі технікою. Економічна криза змінила ситуацію у структурі агробізнесу в зарубіжних країнах. Число виробників сільськогосподарської техніки, наприклад, у Франції, впало за останні три роки на 15…29%, у Сполучених Штатах на 25…30%. В той же час падіння обсягів продажів техніки збільшило всі види сервісних послуг і ремонту, а це призвело до збільшення кількості ремонтних підприємств. За американськими даними, кожний вкладений в сервіс долар дає вдвічі більше прибутку, ніж вкладений у виробництво техніки. Деяким компаніям, зокрема "Катерпіллер" та "Джон Дір", продажі супутніх послуг приносять більше 50% прибутку.

Найбільш поширеною формою технічного сервісу за кордоном, особливо в США, є дилерська. Технічний сервіс за кордоном передбачає виконання робіт, які представлені на рис. 1.

Рисунок 1 – Види робіт при проведенні технічного сервісу в США

В країнах Західної Європи система агросервісну відрізняється від дилерської системи США. Організація технічного обслуговування техніки та постачання запчастин в кожній країні Західної Європи має свої особливості. У Німеччині, наприклад, широко розвинута мережа малих підприємств кооперативного типу. На федеральному рівні створюються їх кооперативні об'єднання, які у свою чергу продають та обслуговують техніку.

Найбільші світові виробники та продавці тракторів і сільськогосподарських машин, такі як "Джон Дір", "Нью Холланд","Агко Корпорейшен", "Кейс" та інші реалізують свою продукцію через власні компанії, агентів та незалежних дилерів в більш ніж 150 країнах світу. Щороку ці компанії поставляють на світовий ринок майже 400 тисяч тракторів, що представляють більше 80% від загального випуску тракторів на земній кулі.

Ці фірми приділяють технічному обслуговуванню не менше уваги, ніж виробництву машин. У Сполучених Штатах продаж техніки без подальшого технічного обслуговування, забезпечення запасними частинами та ремонтом до кінця їх експлуатації не практикується. Виробник повинен забезпечити випуск запчастин, а також спеціального обладнання та нормативно-технічної документації для ремонту та технічного обслуговування техніки під час її виробництва та протягом 10 років після зняття з виробництва.

Іноземні виробники давно працюють за принципом "виробляти, що продається, а не продавати, що виробляється". Таким чином, в останні роки провідною тенденцією в розвитку сільгоспмашинобудування країн Німеччини та Америки є не стільки нарощування обсягів виробництва техніки та продажу її, а розвиток технічного сервісу та вторинного ринку.

В якості ефективної підтримки машинно-тракторного парку є вторинний ринок сільськогосподарської техніки, який широко використовується в багатьох європейських країнах, США та Канаді. Середня ціна відновленої машини в цих країнах складає 32…35% до ціни нової машини. В цих країнах успішно здійснюється відновлення не тільки повнокомплектної техніки, а і деталей, вузлів та агрегатів. Згідно даних національної асоціації дилерів в США є близько 500 підприємств і пунктів відновлення та реалізація зношених деталей та вузлів. Ціни відновлення деталей, вузлів і агрегатів складають 60% від ціни нових виробів.

Зростання цін на нові машини збільшує економічну доцільність ремонту та використання відновленої техніки. Так, дослідження показали, що на кошти витрачені на придбання одного нового трактора, можна відремонтувати 4…5 тракторів.

Вивчення досвіду країн з розвиненою економікою показали, що основним посередником між фірмами-виробниками нової техніки для сільського господарства є дилерські підприємства. Виробник через дилера гарантує якість техніки в цілому, включаючи комплектуючі вироби та складові частини, і відшкодовує дилеру витрати для покриття витрат на регламентоване обслуговування та ремонт протягом гарантійного терміну.

Іноземні компанії зосереджують на технічному обслуговуванні не менше уваги, ніж на якості виробництва машин, тому що якість технічного обслуговування у значні мірі визначає розмір продажу нових машин. Представники компанії "Джон Дір" вважають, що без технічного обслуговування можна продати або антикварний виріб, або тільки на одну машину. Для продажу другої машини потрібно щоб уже було організоване виконання технічного обслуговування та ремонт. Гарантія на відремонтований виріб повинна бути, як для нових виробів, а то й вище.

Схема та структура організації технічного обслуговування тракторів та сільськогосподарських машин зазвичай не залежать від розміру компанії, рівня виробництва та продажу. Різниця є тільки в

кількості дилерів та їх технічному оснащенні. Середній дилер обслуговує близько 100 тракторів в радіусі 50…70 км. Він передбачає потребу в техніці в зоні своєї діяльності на два або три роки наперед та сплачує за техніку протягом 6…18 місяців з моменту її поставки.

Так, у фірмі "Джон Дір" дилери отримують знижку в розмірі до 23% від ціни продажу машин і до 35% від ціни на запчастини. Ця знижка дозволяє компенсувати за всі витрати та отримати прибуток. В Німеччині дилери отримують скидки до 40% від ціни машини.

Разом з продажем нової техніки дилери продають і стару техніку. Один із способів продажу сільськогосподарської техніки є організація прокату з оператором, який працює на техніці, або без нього, як на короткостроковий так і на довгостроковий термін. За бажанням, фермер може залишити техніку собі, і тоді 80…85% орендної плати буде зараховано в рахунок плати за машину, що купується.

Три рівня сільськогосподарського машинобудування США (рис. 2) тісно взаємопов’язані між собою. Зв’язки між учасниками в системі "виробник"-"посередник"-"споживач" міцні, і забезпечують повноцінний збут продукції по якості, ремонтопридатності, пристосуванні до обслуговування та експлуатації, послугам технічного сервісу.

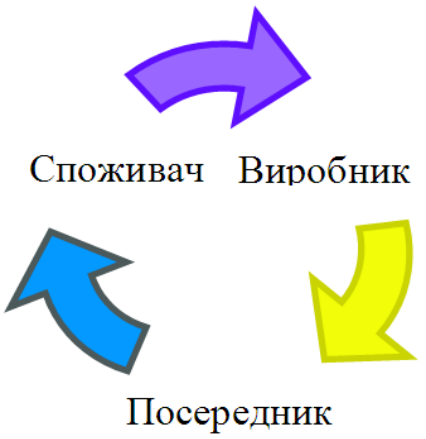
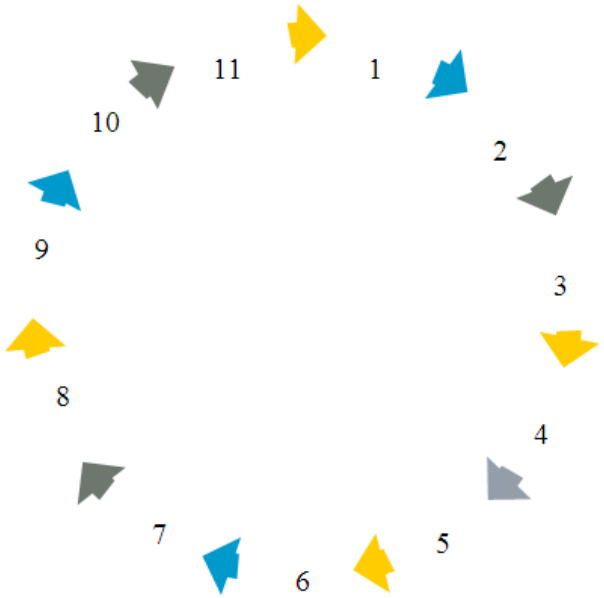



Рисунок 2 – Система машинобудування США

Найбільш ефективним напрямком удосконалення обслуговування сільськогосподарської техніки в США є "петля якості" (рис. 3), яка символізує замкнутість та неперервність системи "виробник"-"посередник"-"споживач".




1 – маркетинг;
2 – розробка продукції;
3 – матеріально-технічне постачання;
4 – розробка виробничих процесів;
5 – виробництво;
6 – випробовування;
7 – зберігання;
8 – продаж;
9 – експлуатація;
10 – технічна допомога при експлуатації;
11- утилізація.

Рисунок 3 – Петля якості

**Список літератури**

1. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.gosniti.ru.
2. Козаченко О.В. Проблеми та перспективи розвитку технічного сервісу машин АПК / О.В.Козаченко – Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка, 2014. – Випуск 145. – С. 4-7.
3. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.khntusg.com.ua.
4. Войтюк В. Аналіз впливу технічного сервісу на роботоздатність зернозбиральних комбайнів / В. Войтюк, А. Демко, С. Демко // Пропозиція. – 2004. – № 12. – С. 91-94.

*Проанализирован международный опыт выполнения ремонтно-обслуживающих работ сельскохозяйственной техники. Описаны преимущества и недостатки организации технического сервиса.*

***Служба технической поддержки, сельскохозяйственная техника, производитель, поставщик, потребитель.***

The international *experience of performance of repair-serving works of agricultural machinery is analysed. Advantages and lacks of the organisation of technical service are described.*

***Service of technical support, agricultural machinery, the manufacturer, the supplier, the consumer.***

**УДК 631.173**

# ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ПОСІВНИХ АГРЕГАТІВ

**Ярохно Я.В.[1], Махмудов І.І.[2]**

[1] студент гр. БМ141 факультету механізації, ВП НУБіП «Ніжинський агротехнічний інститут», м. Ніжин, Україна

[2] канд. техн. наук, доцент, ВП НУБіП «Ніжинський агротехнічний інститут», м. Ніжин, Україна

**Ключові слова**: *конструкція, сівалка, агрегат, посів, удосконалення, привод, дозування, норма*

**Проблема.** Для сівби пропонується широкий вибір машин, необхідно відзначити численні інноваційні доробки, а також удосконалення окремих деталей. Відзначається що триває тенденція в бік збільшення ширини захоплення на причіпних або що приводяться від ВОМ посівних агрегатах або одиночних сівалки, а також у бік сівалок, придатних для посіву по мульчі. Поряд з цим відбулися покращення в області вирівнювання подовжнього розподілу насіння. Є також цікаві нововведення в області прецизійної сівби. Продовжені розробки в галузі автоматизації процесів при рядковому посіві.

Особлива увага в перспективному комплексі приділяється створенню спеціальної техніки для мінімальних ресурсозберігаючих технологій обробітку ґрунту та посіву.

**Виклад основного матеріалу**. У ННЦ «ІМЕСГ» створені комбіновані агрегати для мінімальної обробки ґрунту та сівалки прямого посіву, розробляються нові чизельни культиватори. Застосування цих машин на окультурених ґрунтах дозволить знизити витрати ресурсів на 40-60%, зменшити кількість проходів по полю і ущільнення ґрунту.

Для поєднання операцій передпосівної обробки ґрунту та посіву зернових та інших культур створені комбіновані агрегати високого технічного рівня з пасивними робочими органами. Застосування таких агрегатів забезпечує підвищення продуктивності праці до 60% і зниження витрат палива на 2-3 кг / га в порівнянні з роздільним застосуванням агрегатів і пневматичних сівалок

Розробляються високопродуктивні ґрунтообробні посівні агрегати зі змінними активними і пасивними робочими органами шириною захоплення 3, 4 і 6 м. Змінні ґрунтообробні адаптери та

сошникова системи забезпечать ефективне їх застосування на всіх типах ґрунтів і агрофонах.

Сівалки нового покоління повинні забезпечувати виконання вимог якості технологічного процесу, універсальності з широким застосуванням комбінованих робочих органів, поєднання операцій, підвищення продуктивності і надійності, зниження металоємності, енергоємності і трудовитрат. Конструкція сівалок нового покоління повинна бути блочно-модульної.

Тому перед конструкторами постало завдання - за такої ж необхідної потужності трактора збільшити ширину захвату посівного комбайна з тим, щоб збільшити продуктивність агрегату, в стільки ж разів знизити витрати енергії та ресурсів і отримати більший врожай кращої якості і за істотно меншою собівартостю.

**Висновки**

1. Оснащення сільськогосподарського виробництва необхідно здійснювати за рахунок можливостей вітчизняного та зарубіжного сільгоспмашинобудування з використанням нових технологічних процесів, матеріалів і наукомістких компонентів.

2. Підвищення якості і конкурентоспроможності вітчизняних посівної техніки повинно проводитися як шляхом вдосконалення їх конструкції, запозиченням кращих зарубіжних вузлів і комплектуючих, так і технологічним переоснащенням заводів-виготовлювачів сучасними приладами, обладнанням, верстатами, значним підвищенням якості використовуваних матеріалів і комплектуючих.

3. Для реалізації науково обґрунтованих технологій виробництва продукції основних сільськогосподарських культур необхідно розробка та освоєння інтенсивних технологій на базі взаємопов'язаних комплексів машин, що дозволить знизити питомі витрати палива, праці та металу на 20-25%.

4. Необхідно провести пошукові роботи з вишукування принципово нових робочих органів і посівних агрегатів, а саме:

— блочно-модульних багатоцільових сімейств сівалок нового покоління зі змінними блоками робочих органів для посіву сільськогосподарських культур в різних зональних грунтово-кліматичних і агроландшафтних умовах;

— комбінованих агрегатів для посіву сільськогосподарських культур одночасно з передпосівної культивацією ґрунту на стерньові

фонах в ерозійно-небезпечних районах і зоні недостатнього зволоження;

**Список літератури**

1. Формування і реалізація державної технічної політики розвитку матеріально-технічної бази АПК в Україні. Матеріали до 5 – річних зборів Всеукраїнського конгресу вчених економістів-аграрників. К.-2003-С.40-45.

2. *Саблук П.Т.* Основні напрями підвищення ролі аграрної науки в умовах трансформації агропромислового виробництва до ринкових відносин. (Матеріали навчального семінару 20-21 липня 2005 року). К.-2005.

3. Махмудов І.І. Формування ринку технічних засобів в агропромисловому комплексі України//Міжвідомчий науковий збірник ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» Глеваха, Випуск 9 – с.65-70.

# Секція 2

## Проблеми транспортних технологій в аграрному секторі економіки

# ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

**Овчар П.А.**[1]

[1] Віце-президент "Укравтотрансу", кандидат наук з державного управління, Заслужений працівник транспорту України, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

**В статті обгрунтовуються наявні проблеми, які виникають в галузі пасажирських перевезень на території України. Створення законодавчих норм, при організації пасажирських перевезень, надасть можливості підвищити економічну ефективність, як перевізникам, так і споживачам, значно покращити послуги при користуванні пасажирським транспортом.**

**Ключові слова: ефективність, пасажирські перевезення, транспортний процес, економіка, автомобільний транспорт, маршрут**

**Постановка проблеми:** Дискусії, які виникають навколо обговорення законопроекту розробленого профільним підрозділом Мінінфраструктури щодо дерегуляції та приведення основних вимог законодавства у відповідність до ринкових умов роботи в області автобусних пасажирських перевезень.

Враховуючи постійні збільшення скарг від пасажирів на низьку якість і невідповідність послуг вимогам сьогодення, забезпечення законодавчого захисту з боку держави є актуальним. Так як на сьогоднішній день, діяльність офіційних перевізників не в змозі забезпечити розвиток і надати раціональну відповідь на вимоги пасажирів та постійно балансувати на межі банкрутства, в умовах нерівної конкуренції, з нелегальними перевізниками. Причинно-наслідковий зв'язок криється у діючому транспортному законодавстві, в якому основні норми, правила вимог та відносин суперечать умовам ринку і давно втратили свою актуальність та легітимність.

Аналізуючи всі пропозиції, виникає ситуація, що не всі погляди співпадають з загальними інтересами споживачів та надавачами послуг, які безпосередньо формують основу конкурентного середовища для забезпечення подальшого розвитку

високоякісних послуг. Окремі експерти при обговорені законопроекту розглядають внесені зміни із-за "огорожі власної території" і формують думку громадськості з позиції не загальних а особистих інтересів.

**Мета роботи:** Розкривши причину поведінки окремих представників, які **незацікавлені** і становлять **менше 1%** від загальної кількості добропорядних заінтересованих учасників відносин у сфері пасажирських перевезень, висновки кожен зробить без сумніву. Звідси, випливає, що метою роботи є забезпечення ефективної діяльності, в галузі пасажирських перевезень, створення державних законодавчих актів, які значно підвищать ефективність роботи перевізників та споживачів.

**Основна частина**. Для глибокого аналізу та роз'яснення, проведемо ранжування і розглянемо позиції кожної окремої групи згідно їх повноважень, механізмів тиску, сфер впливу та порушених інтересів, які становлять основу генерації критики на адресу цього законопроекту.

І Група. Позиція представників центрального органу державного контролю (транспортної інспекції) щодо запропонованих обмежень діючих повноважень відкрита і зрозуміла. Залишається глибоке бажання видавати додатково до ліцензії надумані дозволи які обмежують діяльність та проводити перевірки без обмежень, посилаючись на загальне транспортне законодавство України. В цьому законопроєкті їх повноваження значно звужуються і визначені конкретними нормами та способом проведення перевірки.

ІІ Група. Достатньо відкрита позиція **окремих** державницьких осіб (ОДА,РДА) які працюють в галузі автоперевезень і не бажають відпускати механізми управління тиском на діяльність перевезень які закладені конкурсною системою допуску до роботи у дозволі-договорі і служать для них регулярним щедрим бонусом. Причина потужного супротиву це боротьба за контроль фінансів приватного капіталу і управління бізнесом перевізника, враховуючи додаткову можливість в любий час за невиконання надуманих і прописаних умов або інших причин, забрати виданий дозвіл-договір і отримати від бізнесу реальний джек-пот при проведені рейдерського захвату під назвою "конкурс" для передачі напрацьованого графіка в "кращі руки". Також втрачаються можливості впливу і тиску через інші механізми, в тому числі можливість зобов'язати одних перевізників надавати безкоштовні послуги перевезень для пільгової

категорії пасажирів під загрозою втрати права на діяльність, а для інших "своїх" перевізників проводити роботу щодо повернення визначеної законодавством компенсації за винагороду.

III Група. Позиція супротиву окремих представників органів місцевого самоврядування також чітко прослідковується але дещо відрізняється. Враховуючи, що право на володіння, користування, утримання території та розпорядження майном належить місцевій територіальній громаді, конкурсна система допуску залишається їх правом на території міст, об'єднаних територіальних громад та населених пунктів але при цьому радикально змінена. Основа цих змін полягає в тому, що орган управління територіальної громади при встановлені регулюваних тарифів, безкоштовних перевезень окремих категорій або різних інших вимог та умов роботи до перевізника на їх території, **зобов'заний** розрахувати межу (рівень) беззбиткової діяльності перевізника згідно встановлених Мінінфраструктури нормативів, та забезпечити виплату гарантованої фінансової компенсації перевізнику протягом бюджетного року згідно окремого договору. В такому випадку відносини перевізника і місцевої влади переходять на зовсім інший прозорий рівень. Рівність і відсутність тиску на перевізника у відносинах на 10 років контракту, з урахуванням можливості пролонгації половина терміну, забезпечує не тільки відповідальність, прозорість і контроль, а також надає широке поле для розвитку і діяльності в пошуках додаткових резервів надходження коштів і зменшення вартості проїзду. Запропонований законопроект створює умови розвитку конкурентноспороможності і привабливості кожного міста, (при раціональному підході і сумісній довготерміновій роботі перевізника з виконавчими органами місцевого самоврядування) забезпечується можливість значно понизить вартість проїзду. В такому випадку, робота службовців заключається не тільки у розподілі коштів територіальної громади а потребує реального висококваліфікованого професійного підходу і віддачі.

IV Група. Креативна група критики, це посередники-рішали які мають вигляд окремих представників карманних фейкових громадських організацій, які не пройшли професійної галузевої репрезентації на місцевому або національному рівнях але при цьому позиціонують себе ярими захистниками інтересів перевізників, є членами конкурсного комітету і мають доступ до інформації яка "впливає на рішення". Вони згідно прописаних норм втрачають

найбільше так як законопроект виводить перевізника з організатором перевезень на території міста на прямі і довготермінові відносини а за межами населених пунктів конкурси ліквідовуються і дозвіл-договір залишається у перевізника на руках **постійно** до відзиву самим перевізником. Тут очевидно, що направляти і проводити роботу таким фейковим "громадським організаціям" у надані інших комерційно-цікавих для перевізника послуг, значно складніше ніж тримати у своєму оточенні малопотужних підприємців та наганяти страх щодо їх діяльності з однієї сторони, а з іншої протягувати за оплату "щиру руку" допомоги. Для галузевої діяльності таких "організацій" законопроект ставить чіткі рівні для всіх вимоги - повна репрезентація. По завершенню процедури реєстрації в подальшому запропоновані ними послуги і забезпечать вибір зі сторони перевізників та інших споживачів послуг, що безпосередньо стане індикатором наявного потенціалу пустих структур і майбутнього їх існування та діяльності.

V Група. Досить цікава група критиків - це поодинокі керівники-раціоналісти транспортних підприємств які самостійно без посередників "працюють" донорами та виконробами у чиновників різних рівнів і рейдерським способом через конкурс забирають у малих підприємств та приватних підприємців-перевізників готовий бізнес. При цьому їх "комерційний інтерес" є вищим від загальних проблем сфери пасажирських перевезень. Захват мережі в такий спосіб і передача в оренду нелегалам або найманим власникам автобусів з усіма витікаючими негативними наслідками є для них значно "привабливішим" по відношеню до того, як пропонується законопроектом. З цього питання в механізмах законопроекту закладена система утворення і запрацювання ринку послуг пасажирських перевезень та ринкових відносин між перевізниками - без участі чиновника. В цивилізований спосіб без обману, краж і корупції кожний перевізник на підставі вільного вибору пасажирів і попиту запропонованих ним послуг, на маршрутах за межами населених пунктів, отримує можливість самостійно формувати ринкову ціну власного бізнесу. В таких умовах тільки наявний пасажир стає основним показником оцінки привабливості маршруту, формує оптимальну ціну послуг перевезень, що становить невід'ємну складову забезпечення надання послуг високої якості, безпеки та комфорту.

**Висновки.** В результаті аналізу проблем, які є в галузі пасажирських перевезень потрібно відмітить **головне,** законопроектом передбачається вагоме обмеження діяльності нелегальних перевезень, знято нерівності у відносинах і підвищується комерційний інтерес перевізника до співпраці з автостанціями. За рахунок зміни механізму у надані послуг для пільгових категорій пасажирів і ліквідації корупційних складових, знімається потужне необгрунтоване фінансове навантаження на галузь автомобільних пасажирських перевезень в сумі більше 6 млд.грн./рік. Зазначені зміни у механізмах регулювання відносин дають можливість акумулювати підприємствами вивільнені кошти і перенаправить на витрати запровадження європейських вимог які складають не меньше 4млд.грн. Підтримка зазначеного законопроекту забезпечить мінімальний термін реформування і потужну фінансову зацікавленість бізнесу. Створить комфортні умови для інвестиційного клімату та динамічного розвитку конкурентного середовища.

## Використана література.

1. Закон України "Про автомобільний транспорт " (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2001, N 22, ст.105)
2. Закон України "Про ліцензування видів господарської діяльності" (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2015, № 23, ст.158)
3. Закон України "Про управління об'єктами державної власності" (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2006, N 46, ст.456 )
4. РЕГЛАМЕНТ (ЕС) № 1073/2009 Европейского парламента и Совета ЕС об общих правилах для доступа к международному рынку автобусного транспортного сообщения и о внесении изменений в Регламент (ЕС) 561/2006**. (новая редакция) (Страсбург, 21 октября 2009 года)
5. Постанова КМ України від 03.12. 2008 р. № 1081 Витяг, Про затвердження "Порядку проведення конкурсу з перевезення пасажирів на автобусному маршруті загального користування"
6. Постанова Кабінету Міністрів від 18.02.1997 р. № 176 "Про затвердження Правил надання послуг пасажирського автомобільного транспорту"
7. Журнал "Автоконтинент" N10 (132), 2013р.
8. Журнал "Укравтотранс" N11 (28), 2015р.

# Підвищення ефективності функціонування пасажирських перевезень

Петро Овчар
Кандидат наук з державного управління

В статье обосновываются существующие проблемы, которые возникают в области пассажирских перевозок на территории Украины. Создание законодательных норм при организации пассажирских перевозках даст возможность повысить экономическую эффективность, как перевозчикам, так и потребителям значительно улучшить услуги при пользовании пассажирским транспортом.

The article explains the current problems that appear in the field of passenger transportation on the territory of Ukraine. Creation of legislative norms in the organization of passenger transport will make it possible to increase economic efficiency as carriers and consumers to significantly improve services for passenger transport use.

# ВПРОВАДЖЕННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СПОЖИВАЧІВ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ.

**Савченко Л.А.**[1]

[1] кандидат технічних наук, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

*В статті пропонується методика складання логістичної моделі транспортного обслуговування споживачів в сільському господарстві. Правильне і досконале володіння методами розрахунку основних показників, які входять у модель транспортного обслуговування збільшить прибутки підприємств, оптимізує роботу транспорту, та зменшить витрати на транспортний процес, підвищуючи його ефективність.*

**Ключові слова: транспортний процес, логістика, логістична модель, мережевий графік, масове обслуговування, склад.**

**Постановка проблеми.** В логістиці головною ідеєю є забезпечення керівників організації науковою базою для вирішення різних проблем та прийняття рішень, які виникають в результаті практичної діяльності. Науковий підхід повинен базуватись на дослідженнях, формуванні гіпотез, та встановлення залежностей між компонентами проблеми за даними спостережень і перевіркою моделей на адекватність.

Впровадження логістичних форм і методів дозволяє ліквідувати або значно скоротити всі види запасів матеріальних ресурсів у галузі виробництва продукції, або надання послуг, забезпечити повне задоволення потреб споживачів в найвищій якості пропонованих продуктів і послуг, строках доставки і післяпродажному сервісі.

Одним із важливих елементів стратегічного рішення є побудова логістичної концепції створення моделі транспортного обслуговування споживачів і підприємств.

**Мета.** Мета цієї концепції полягає в тому, щоб створити ефективний ланцюг доставки продукції з регіонального складу споживачам. Для цього потрібно пов’язати організації, які приймають участь в ланцюзі постачань «склад-транспорт-споживач», із умовою доставки « точно в строк», тобто у визначений день, у визначеній кількості і у визначений час.

**Завдання дослідження**. Виходячи з поставленої мети необхідно:

- побудувати модель транспортного обслуговування, враховуючи раціональні маршрути перевезення, графіки доставки сільського господарської продукції споживачам;
- проаналізувати ефективну модель транспортного обслуговування споживачів в сільському господарстві.

**Аналіз останніх досліджень.** Актуальність проблеми і шляхи її розв'язання опубліковано в наукових вісниках Національного університет біоресурсів і природокористування України, та збірнику наукових праць Кіровоградського національного технічного університету (1, 2, 5).

Для створення чітких графіків доставки продукції споживачам від виробників необхідно виконати ряд операцій, які приведені в табл.1. Послідовність і своєчасне виконання вказаних операцій є важливими елементами, тому строки їх виконання повинні визначатись раніше, для чого варто побудувати мережевий графік.

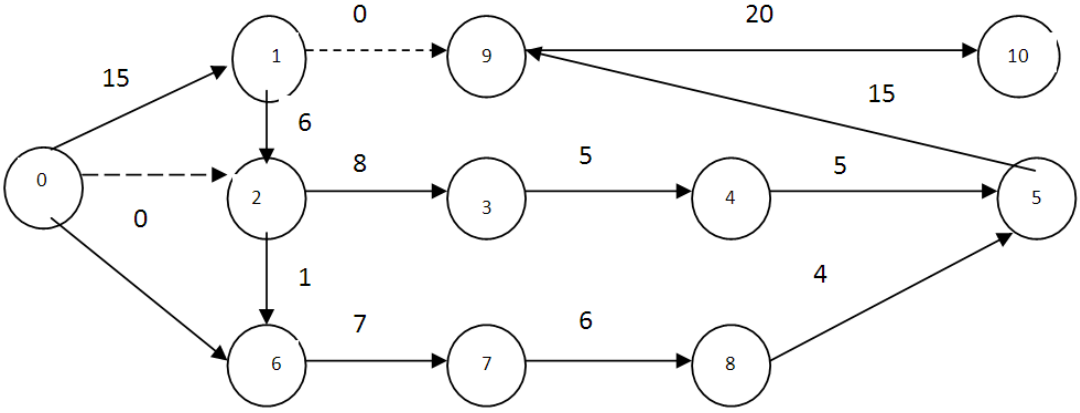



Рис.1. Мережевий графік робіт при складанні раціональних маршрутів руху автотранспорту.

Суть графіка полягає в тому, щоб відобразити всі технологічні зв'язки між роботами. Наприклад, роботи 2-3 і 2-6 починаються одночасно, а робота 5-9 тільки після завершення етапів 8-5 і 4-5. В ряді випадків для зв'язку приходиться користуватись фіктивними роботами із нульовою тривалістю, які на рисунку означені пунктирною лінією.

Розраховуємо протяжність критичного шляху всього циклу графіка доставки продукції. Для цього вводимо слідуючі позначення:

i, j – номера подій;

t(i-j) – тривалість виконання робіт;

$t_p(i)$, $t_p(j)$ – ранні строки завершення подій і або j;

$t_n(i)$, $t_n(j)$ - пізні строки завершення подій і або j.

Срок завершення будь-якої події j –го можна визначити по максимальному значенню сумми самого ранього сроку завершення попередньої події і-го і тривалістю повзаної їх робіт.

$$fp(j) = \max\left(\left(\frac{t}{p(i)} + f(i-y)\right)\right) \quad (1)$$

Таблиця 1.

| Номер події | | Перелік робіт | Тривалість робіт, дні. |
|---|---|---|---|
| i | j | | |
| 0 | 1 | Базовий ринок, раціональний радіус дії складів | 15 |
| 1 | 2 | Стан карти дислокації споживачів і АТП | 6 |
| 0 | 2 | Фіктивна робота | 0 |
| 2 | 3 | Прогнозування обєму перевезень і необхідна кількість продукції на складі | 8 |
| 3 | 4 | Розрахунок корисної площі і визначення технологічного процесу на складі | 5 |
| 4 | 5 | Розрахунок оптимальної партії поставок продукції споживачам | 5 |
| 0 | 6 | Фіктивна робота | 0 |
| 2 | 6 | Передача інформації про споживачів продукції | 1 |
| 6 | 7 | Визначення можливих розвантажувальних робіт у споживачів | 7 |
| 7 | 8 | Обгрунтування і вибір рухомого складу для поставок продукції споживачу | 6 |
| 8 | 5 | Передача транспортної інформації | 4 |
| 5 | 9 | Розрахунок раціональних маршрутів перевезень продукції | 15 |
| 1 | 9 | Фіктивна робота | 0 |
| 9 | 10 | Складання узгоджених графіків доставки продукції споживачам. | 20 |

При розрахунках приймаємо, що самий ранній срок (день) здійснення нульової події дорівнює нулю, т.м. fp(0)=0. Тобто

$$t\text{p}(1) = t\text{p}(0) + t(0{,}1) = 0 + 15 = 15$$

Для 2-ї події попередньо є подія $t\text{p}(1)$. Його срок завершення буде визначатись так:

$$t\text{p}(2) = \max(\, t\text{p}(1) + t(1-2) = 15 + 6 = 21$$

Є два (рис.1.) напрями дослідження 2-3-4-5 і 2-6-7-8-5. Однак, вся інформація сходиться в пункті 5. Затрати часу однакові 18 днів. Тому до пункту 5 затрати часу становлять 39 днів (18+21). Враховуючи затрати часу на подію 9 і 10, отримаєм критичний шлях, дорівнює 74 дням, т.м. (39+15+20).

Для побудови логістичної моделі транспортного обслуговування споживачів в сільському господарстві важливо зробити аналіз базового ринку. Необхідно скласти профіль всіх цільових сегментів ринку, описавши їх на основі різних ознак та привабливості. Сегментаційний аналіз ринку дозволить фірмі створити найбільш повне представлення про товарний ринок та конкурентів.

Головною задачею логістики є вивчення основних факторів впливу на попит і точність. В основі логістичної функції лежить закономірність, виражена рівнянням Ферхюльста:

$$Y = \frac{A\,e}{1+10^{a+bx}} + C_a \qquad (2)$$

Де Y- значення функції (поточний потенціал ринку);

X- час (розглядуємий період);

Ае –відстань між верхньою і нижньою асимптомами (ємність ринку);

Са –нижня асимптома, межа з якої починається рост логістичної функції;

a і b – параметри, які визначають нахил, згин.

Рівняння логістичної функції має форму:

$$\lg\left(\frac{A}{y-C}-1\right)=a+bx. \qquad (3)$$

Позначивши ліву частину цього рівняння lgZ, отримаємо параболу першого порядку:

$$lgZ = a + bx \qquad (4)$$

Після визначення базового ринку і його потенціалу необхідно охарактеризувати склад, який має обслуговувати ринок. Головними показниками є його продуктивні та фінансові можливості, та раціональний радіус дії підприємства. Розрахунок раціонального

радіусу дії підприємства дасть можливість визначити той сегмент, який повинен обслуговувати склад і отримувати максимальний прибуток. Ефективна робота складу повязана із визначенням оптимальної кількості автомобілів, які кожен день поступають на обслуговування.

Оптимальна кількість автомобілів, які обслуговуються визначаються із застосуванням математичних методів торії ймовірності.

Необхідна середньооблікова кількість автомобілів кожної марки визначається:

$$\overline{A}_j = \frac{Q_j}{P_{добі} \times Д \times \alpha_{в_i}}, \; j = 1, 2, \ldots, m. \qquad (5)$$

де $\alpha_{в\,j}$ – коефіцієнт випуску автомобілів на лінію;

$Д$ – число днів роботи автомобілів (період, що розглядається);

$P_{добі}$ – добова продуктивність автомобіля $j$-ої вантажопідйомності, т/добу.

Для визначення годинної продуктивності (виробітки) автомобіля в тоннах та в тонно-кілометрах.

$$P_{год} = \frac{P_t}{t_t}; \quad P_{доб} = \gamma_{ст} q; \quad t_e = t_{дв} + t_{пр}; \quad t_{дв} = \frac{l_{ві}}{v_т \beta}; \quad t_e = \frac{l_{ві}}{v_т \beta} + t_{пр}; \qquad (6)$$

де $t_t$ - час однієї їздки, год;

$t_{дв}$ - час руху автомобіля, год;

$t_{пр}$ - час простою автомобіля під операціями навантаження-розвантаження, год.

З урахуванням можливих підстановок та замін можна записати, що годинна проуктивність (у тоннах) автомобіля визначається:

$$P_{год} = \frac{q \gamma_{ст}}{\frac{l_{ві}}{\beta v_т} + t_{пр}}, \text{ т/год} \qquad (7)$$

Годинна проуктивність автомобіля (у тонно-кілометрах) визначається за виразом:

$$W_{год} = \frac{q\gamma_{сТ}\beta\nu_{Т}l_{Г}}{l_{зі} + \nu_{Т}\beta t_{пр}}, \text{ ткм/год.} \quad (8)$$

З урахуванням витрат часу на нульові пробіги, можна записати вирази для визначення годинної продуктивності рухомого складу у тоннах та тонно-кілометрах таким чином:

$$P_{год} = \frac{q\gamma_{сТ}\beta\nu_{Т}}{l_{зі} + t_{пр}\beta\nu_{Т}}\delta, \text{ т/год;} \qquad W_{год} = \frac{q\gamma_{сТ}\beta\nu_{Т}l_{Г}}{l_{зі} + \nu_{Т}\beta t_{пр}}\delta, \text{ ткм/год,}$$

$$\delta = 1 - \frac{l_{Н}}{\nu_{Т}T_{Н}}$$

де d - коефіцієнт, що враховує витрати часу на нульовий пробіг автомобіля.

Якщо провести аналіз цих двох виразів для визначення годинної продуктивності у тоннах та тонно-кілометрах, можна зробити висновок про те, що:

- із збільшенням значень $q, \gamma_{сУ}, \nu_{Т}, \beta, \gamma_{q}, T_{Н}$ збільшуються значення $P_{год}$ та $W_{год}$;

- із збільшенням значень $l_{н}$ і $t_{пр}$ зменшуються значення $P_{год}$ та $W_{год}$;

- із збільшенням значення $l_{зі}$ зменшується значеяння $P_{год}$ та збільшується значення $W_{год}$.

Причому, слід зазначити, що усі показники, окрім одного - $l_{зі}$, однаково впливають на величину годинної продуктивності у тоннах та тонно-кілометрах.

**Висновки:** В результаті проведених досліджень запропонована методика побудови моделі транспортного обслуговування, яка враховує раціональні маршрути перевезення, графіки доставки та точність термінів. Всі роботи мають проходити по мережевому графіку. Дана модель значно покращить організацію транспортного процесу, зменшить витрати на перевезення, та підвищить економічний ефект перевізного процесу.

**Використана література.**

1. Савченко Л.А. Проектирование логистической системы доставки грузов в условиях сельскохозяйственных предприятий. Motrol.AN International Journal on operation of farm and agri-food industry machinery.- Lublin-Kiev-Simferopol-Mykolayiv-Lviv-Rzeszow.- 2012. - Vol.14. - No 4. - S.215 - 221.
2. Савченко Л.А. Алгоритм проектування систем доставки вантажів в умовах сучасних тенденцій системи транспортного забезпечення логістики. Збірник наукових праць Вінницького національного технічного університету. Серія: Технічні науки. Вінниця. - 2013. - Випуск 2(79). - С.39-43.
3. Савченко Л.А. Особенности использования логистики в сельском хозяйстве. Motrol. AN International Journal on operation of farm and agri-food industry machinery.Lublin-Rzeszow. - 2013.- Vol.15. - No 2. - S. 233 - 236.
4. Савченко Л.А. Інформаційні технології на підприємствах агропромислового комплексу. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка (ХНТУСГ): «Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу», «Транспортні технології». Харків. – 2014.– Вип. 147. – С.174 – 181.
5. Неруш Ю.М. Логистика. Учебник -4-еизд., перераб. и доп. – М ТК Велби, Из-во Проспект, 2006г.-520с.

## Побудова логістичної моделі транспортного обслуговування споживачів в сільському господарстві.

к.т.н. Савченко Л.А.

*В статье изложена методика составления логистической модели транспортного обслуживания потребителей в сельском хозяйстве. Правильное владение методами расчета основных показателей, входящих в модель транспортного обслуживания увеличит доходы предприятий, оптимизирует работу транспорта, уменьшит затраты на транспортный процесс, повышая его эффективность.*

*The paper sets out the methodology of drawing up the transport logistic model of customer service in agriculture. Proper knowledge of methods of calculation of key indicators included in the model of transport service enterprises increase revenue, optimize the work of transport, reduce the costs of the transport process, increasing its efficiency.*

# Секція 3

## Новітні електротехнології в агропромисловому виробництві

**УДК 631.362-546**

# АНАЛІЗ ВИМІРЮВАННЯ СТРУМУ ВИТОКУ В МЕРЕЖІ 0,38 КВ НА ПРИКЛАДІ РІЗНИХ ВИДІВ НАВАНТАЖЕННЯ

**Герасименко В.П.[1], Майбородіна Н.В.[2]**

[1] асистент ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут», м. Ніжин, Україна, телефон 0681528251

[2] к.ф.-м.н., старший викладач ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут», м. Ніжин, Україна, телефон 0687003676

***Анотація*** – вивчення причин появи струму витоку в тваринницьких приміщеннях, як одного з факторів, що негативно впливають на здоров'я та продуктивність ВРХ

***Ключові слова*** – струм, захист, ізоляція, дослідна установка.

***Постановка проблеми.*** Струм витоку, навіть при малих значеннях, впливає на молочну продуктивність великої рогатої худоби.

***Аналіз останніх досліджень.*** Проаналізувавши наукову літературу [1, 2, 3, 4], можна побудувати наступну схему причин появи струму витоку в мережах з напругою 0,38 кВ для будівель сільськогосподарського призначення (рис. 1).

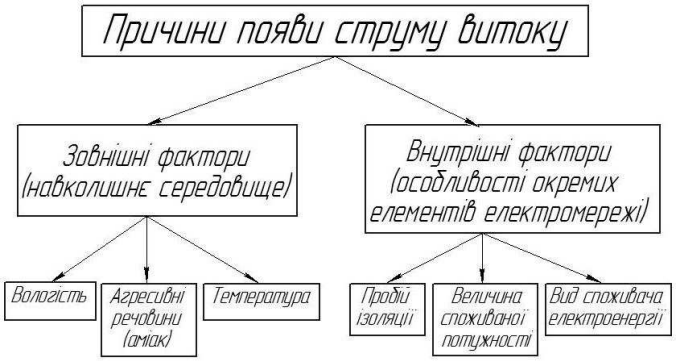



Рис. 1. Причини появи струму витоку

**Формування цілей статті (постановка завдання).** Завданням дослідження є вивчення причин появи струму витоку в тваринницьких приміщеннях.

**Основні матеріали досліджень (основна частина).** При проведенні експериментального дослідження використовувалася спеціальна вимірювальна апаратура - кліщі струмові багатофункціональні UNI-T UT201, які дозволяють фіксувати струм

0,001 А та мультиметр V&A VA18B, який можна підключати до ноутбука чи комп'ютера через роз'єм USB і таким чином фіксувати отримані дані та трансформатор струму, що дозволяє фіксувати диференціальний струм витоку на землю. На рис 2 наведено їхній зовнішній вигляд.

Рис.2 Зовнішній вигляд вимірювальних пристроїв

На основі отриманих результатів виникає необхідність дослідження окремих елементів мережі, а саме технологічного обладнання: освітлювального, електротермічного, та електродвигунів. Вимірювання струму витоку наведено на рис.3.

Рис. 3. Вимірювання струму витоку

Потужність споживачів в корівнику: охолоджувач молока - 0,4 кВт; компресор (перший двигун) - 2,2 кВт; компресор (другий двигун) - 3 кВт; похилий транспортер - 3 кВт; поперечний транспортер - 1,5 кВт; поздовжній транспортер - 4 кВт; котельня - 0,35 кВт; водонагрівач - 5 кВт; люмінесцентні лампи (36 Вт) - 58 шт., загальна потужність 2,1 кВт; лампи розжарювання (75 Вт) - 12 шт., загальна потужність 0,9 кВт.

Отримані експериментально результати вимірювання для кожного виду навантаження у вигляді гістограм наведені на рис. 4, рис. 5 та рис.6.

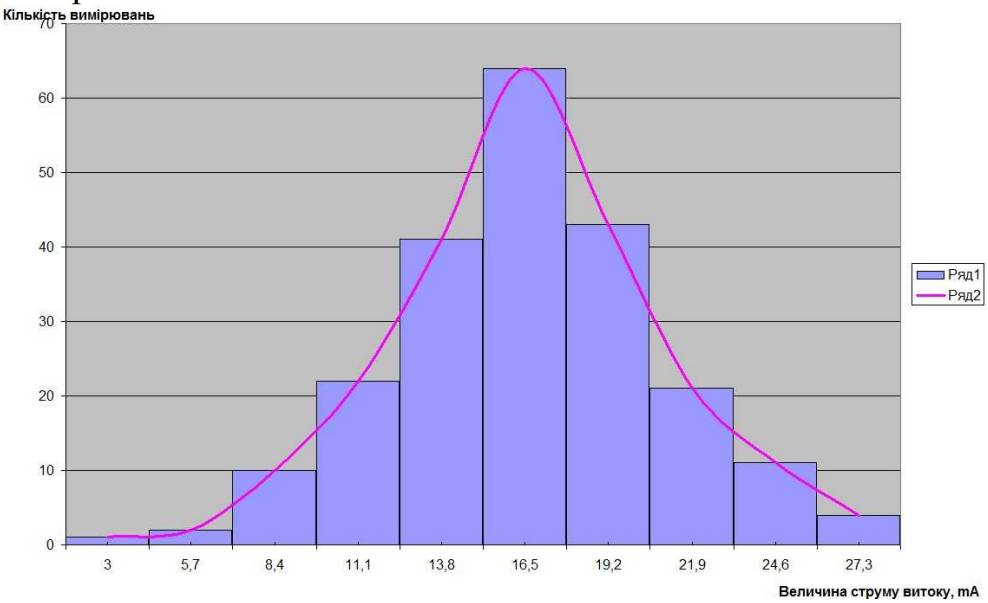



Рис 4. Гістограми струму витоку електродвигуна

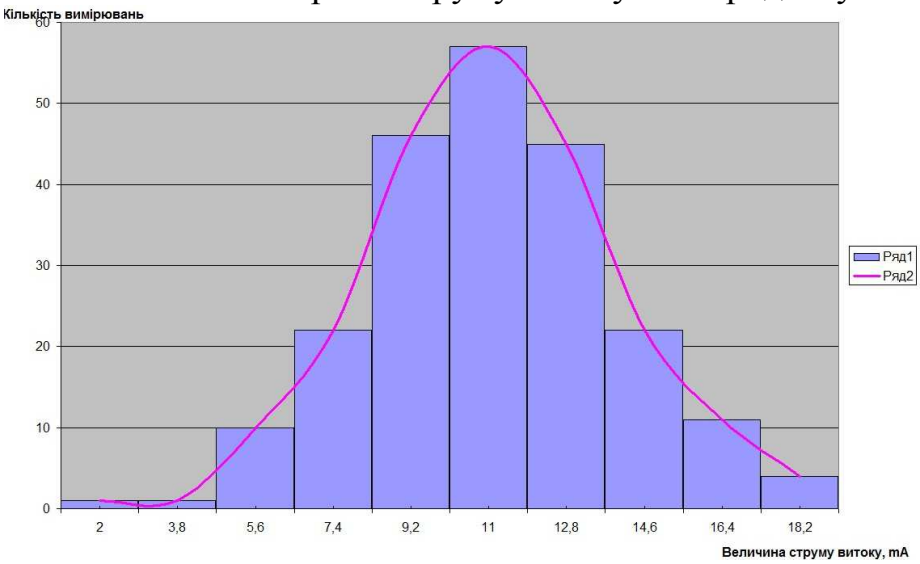



Рис 5. Гістограми струму витоку водонагрівача

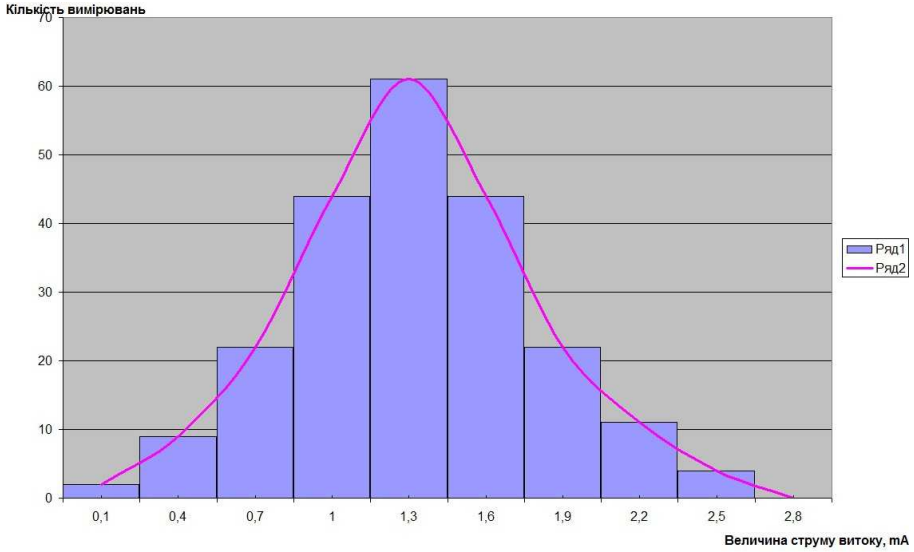



Рис 6. Гістограми струму витоку системи освітлення

При аналізі експериментальних даних використовують гістограми, що дозволяє візуально порівняти графіки з теоретичним і емпіричним розподілами випадкової величини.

Оцінка нормальності розподілу струму витоку при використанні гістограми дозволяє візуально порівняти графік випадкової величини із зображенням кривої, розподіленої за нормальним законом.

**Висновок.** Проаналізувавши дану гістограму можна стверджувати, що розподіл струму витоку близький до нормального закону розподілу випадкових величин.

З даних гістограм видно, що найбільший так званий "фоновий" струм витоку виникає в електродвигунах. Його величина сягає приблизно до 30 мА.

**Список використаної літератури**

1. Охрана труда в электроустановках: Учебник для вузов / Под ред. Б.А. Князевского - 3-е. изд. - М.: Энергоатомиздат - 1983.

2. Манойлов В.Е. Основы электробезопасности / В.Е.Манойлов - 5-е изд.- Л.: Энергоатомиздат - 1991.

3. Козирський В. Вплив електричного струму на організм людини та сільськогосподарських тварин в мережах напругою до 0.4 кВ / В.Козирський, В.Герасименко // Техніка і технології АПК. – 2010, №12(15). – С. 22 – 24.

4. Козирський В.В. Способи і засоби підвищення надійності захисту та попередження появи небезпечних струмів в мережах 0,38 кВ / В.В. Козирський, В.П. Герасименко, О.В. Ковальов // Праці ТДАТУ – Мелітополь, 2012. – Т2, № 12. – С. 59 – 65.

**УДК 621.313.2**

# МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВЕНТИЛЬНОЇ ІНДУКТОРНОЇ МАШИНИ

**Ковальов О.В.[1], Кучеренко Д.В.[2]**

[1] старший викладач, Таврійський державний агротехнологічний університет, м. Мелітополь, Україна

[2] магістрант, Таврійський державний агротехнологічний університет, м. Мелітополь, Україна

**Анотація**: приведений опис математичної моделі, що дозволяє здійснювати вибір параметрів вентильних електромеханічних систем індукторного типу.

**Ключові слова:** вентильний двигун, математична модель, функційна схема, комбіноване збудження, напівпровідниковий перетворювач, дискретність.

**Постанова проблеми:** вентильні індукторні електромеханічні перетворювачі представляють собою нерозривне ціле напівпровідникового перетворювача і індукторної машини, що працює в режимі генератора або двигуна. Використання електромеханічних перетворювачів індукторного типу в автотракторної техніки і в інших видах транспорту пояснюється високою надійністю, простотою конструкції, технологічністю виготовлення і низькою вартістю. Хоча самі індукторні машини досить добре вивчені, завдання поліпшення робочих, динамічних і статичних характеристик і масогабаритних показників є досить актуальним.

**Аналіз останніх досліджень:** сучасний рівень вимог, що пред'являються до характеристик електромеханічних перетворювачів, змушує удосконалювати відомі та розробляти нові методи дослідження стаціонарних і перехідних електромагнітних процесів [1, с. 86]. У той же час зросло застосування вентильних індукторних електромеханічних перетворювачів в сучасному електрообладнанні транспорту та необхідність оптимізації режимів їх роботи вимагає використання нових математичних моделей, що враховують характерні особливості таких систем: наявність двосторонньої зубчастості, постійних магнітів, насичення магнітного кола, параметри вентилів

напівпровідникових перетворювачів, дискретність роботи фаз вентильного індукторного двигуна.

**Мета дослідження:** описати математичну модель, що дозволяє здійснювати вибір параметрів системи в цілях отримання оптимальних масогабаритних, енергетичних та динамічних показників вентильних електромеханічних систем індукторного типу.

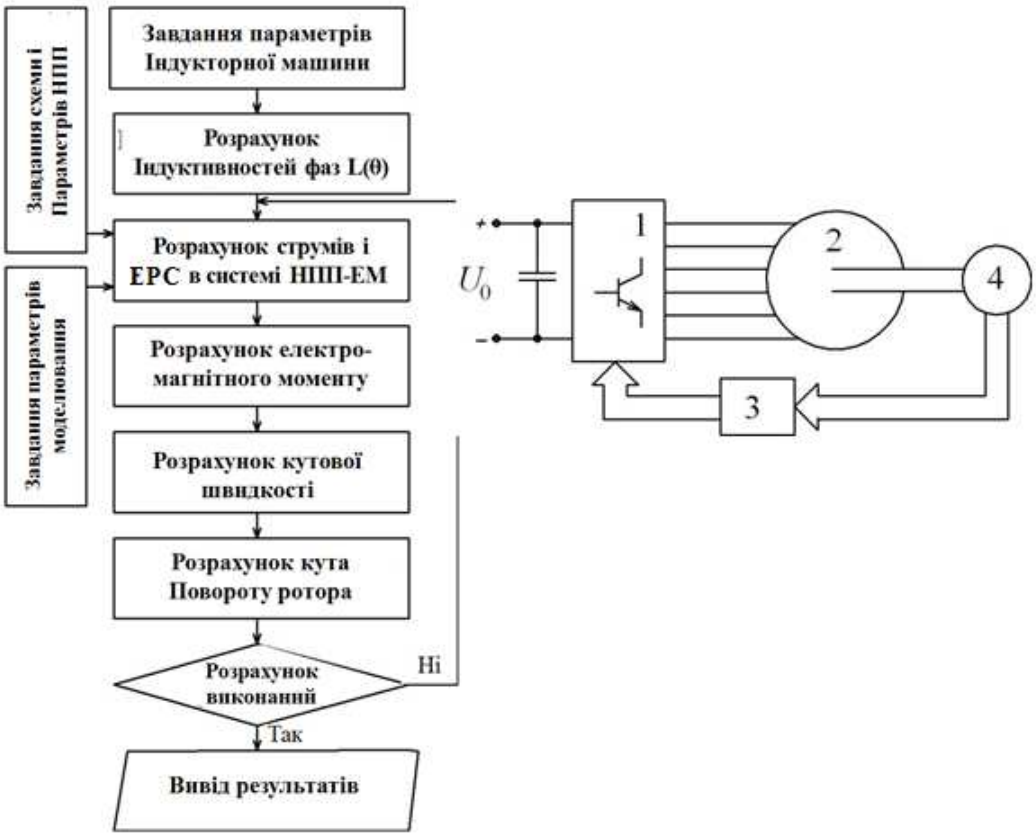
**Виклад основного матеріалу.** Вентильні індукторні електромеханічні перетворювачі міцно завоювали позиції як автономні джерела електроенергії, що працюють паралельно з акумулятором в електрообладнанні автотранспортних засобів, завдяки простоті конструкції і відсутності ковзних контактів, що істотно підвищує їх надійність і термін служби. Відсутність щіток розширює діапазон робочих частот обертання, а застосування постійних магнітів на роторі забезпечує стійке самозбудження при відсутності акумулятора, що особливо важливо для сільськогосподарських машин в екстремальних умовах.

У зв'язку з появою і широким застосуванням напівпровідникових перетворювачів, що працюють спільно з індукторною машиною, завдання створення адекватних математичних моделей електромеханічних перетворювачів, застосовуваних у автотракторному електрообладнанні, стає важливою і актуальною у частині детального вивчення не тільки статичних характеристик (струмо-швидкісної, навантажувальної), але і динамічних режимів, що виникають як при роботі (скидання/накид навантаження, зміна частоти обертання), так і в аварійних режимах (раптове коротке замикання, пробій вентиля і т.і.).

Для математичного опису вентильної індукторної машини можуть використовувати три типи моделей, що базуються на теорії поля, теорії кіл або їх комбінації. При цьому розрахунок поля виконується шляхом безпосереднього вирішення польових рівнянь, або наближено аналітичним або чисельним способом.

Найбільш сучасний підхід до моделювання процесів вентильних індукторних електромеханічних перетворювачів полягає в комбінуванні теорії поля і теорії кіл. Спочатку на основі польових рівнянь визначаються параметри машини, а потім, використовуючи рівняння теорії кіл, розраховуються показники всієї системи в перехідних і сталих режимах. Такий підхід представляється найбільш доцільним і взятий за основу математичної моделі вентильних індукторних машин пропонованої в статті [2, с. 88].

Алгоритм комп'ютерної реалізації узагальненої моделі представлений на рис. 1, а. Узагальнена математична модель враховує роботу вентильного напівпровідникового перетворювача, схеми управління, індукторної машини, датчика положення ротора.




а) б)

Рисунок 1 - Алгоритм узагальненої математичної моделі вентильної індукторної машини (а) та функціональна схема моделі вентильного індукторного двигуна (б).

Блок-схема для режиму двигуна представлена на рис. 1, а. Обмотки фаз двигуна 2 за допомогою силових ключів інвертора 1 почергово підключаються до джерела постійної напруги $U_0$. Комутація обмоток вентильного індукторного двигуна здійснюється схемою управління 3 в залежності від положення ротора, яке визначається за допомогою датчика положення ротора 4.

Відповідно до алгоритму (рис. 1, а) на основі функціональної схеми (рис. 1, б) для трифазного вентильного індукторного двигуна електроприводу руху навантажувача запропонована імітаційна математична модель, структура якої показана на рис. 2. Блок живлення Source формує вихідну характеристику джерела залежно від споживаного струму. При включенні вентильного індукторного двигуна напруга джерела прикладається до однієї з фазних обмоток: з'являється напруга на одному з виходів U1, U2, U3 блоку Invertor. При відключенні фази до обмотки прикладається напруга зворотної полярності, відповідна закритому стану силових транзисторів і струм протікає через діоди. Коли струм фази спадає до нуля, діоди інвертора переходять в закритий стан. Порядок включення фаз визначається залежно від кута повороту ротора s підсистемою SP, що імітує роботу датчика положення ротора. Кут включення і тривалість роботи фази задаються в підсистемі Invertor, з виходу якої напруги фаз: U1, U2, U3 подаються на підсистеми: PhaseA, PhaseB, PhaseC для розрахунку струму і електромагнітного моменту [3, с. 67].

Електромагнітні процеси в вентильній індукторній машині описуються системою рівнянь Кірхгофа, яка в загальному вигляді в j-му контурі

$$U_j = \sum_{j=1}^{n} i_j \cdot R_j + \sum_{j=1}^{n} \frac{d\psi_j}{dt}, \qquad (1)$$

де Uj, uj, Rj - напруга, струм і опір елемента контуру;

ψj - потокозчеплення обмоток j-го контуру.

При формуванні напруги подається на фазну обмотку враховується падіння напруги на вентилях напівпровідникових перетворювачів (у вигляді функціональних резисторів).

Відповідно до запропонованого алгоритмом (рис. 1, а) спочатку за допомогою аналітичної методики, виконується розрахунок індуктивності фази вентильного індукторного двигуна від кута повороту ротора, результати якого задаються в підсистему Induction і використовуються в подальшому для моделювання сталих і перехідних режимів. У моделі при апроксимації кривих намагнічування прийняті наступні допущення: насичення настає при одному і тому ж значенні струму $I_{нас}$; при $i < I_{нас}$ потокозчеплення фази визначається виразом $\psi(\mu, i) = L(\beta)i$; в режимі насичення при $i \geq I_{нас}$ нахил ділянок кривої потокосцепления $\psi(\mu, i)$ збігається з нахилом при розголосуваному положенні. На наступному етапі розрахунку за

алгоритмом (рис. 1, а) обчислюються електромагнітні моменти фаз за виразами:

- при відсутності насичення

$$M = \frac{Z_2}{2} \cdot \frac{dL}{d\theta} \cdot i^2; \quad (2)$$

- при локальному насиченні магнітної системи

$$M = \frac{Z_2}{2} \cdot \frac{dL}{d\theta} \cdot \left(I_{нас} i - \frac{1}{2} I_{нас}^2\right). \quad (3)$$

За значеннями електромагнітних моментів окремих фаз М1, М2, М3 на виході суматора Sum1 формується результуючий момент, що розвивається вентильною індукторною машиною. Значення кутової швидкості і кута повороту обчислюються за алгоритмом узагальненої математичної моделі вентильної індукторної машини у відповідності з рівнянням руху ротора і рівнянням зв'язку

$$J \frac{d\omega}{dt} = M - M_{дв}. \quad (4)$$

Зовнішній момент на валу вентильної індукторної машини подається на мінусуючий вхід суматора Sum2. Кут повороту обчислюється блоком Integrator1 за формулою (4). Розрахунок сумарного струму вентильного індукторного двигуна виконується підсистемою Subsytem5. Контроль необхідних змінних в процесі розрахунку в моделі виконується за допомогою осцилографів (Scope1-Scope4 на рис. 2).

За допомогою запропонованої імітаційної моделі досліджувалися режими пуску двигуна приводу руху електричного навантажувача з різними кутами включення, з навантаженням і при відсутності навантаження на валу. Графік перехідного процесу при пуску вентильного індукторного двигуна без навантаження на валу показаний на рис. 3,а, де введені такі позначення: 1 – iA(1дел.- 60А); 2 – МА(1дел.- 6Н·м); 3 – ω(1дел.- 100рад/с); 4 – β(1дел.- 60рад).

Математична модель (рис. 2) використовувалася також для розрахунку статичних і динамічних характеристик електроприводу підсилювача керма автомобіля.

Досліджувався вплив кута включення фази при незмінній тривалості включення (120 електричних градусів) на електромагнітний момент, що розвивається вентильною індукторною машиною. Результати моделювання показали (рис. 3, б), що максимальне значення електромагнітного моменту досягається при куті управління – 27 електричних градусів.

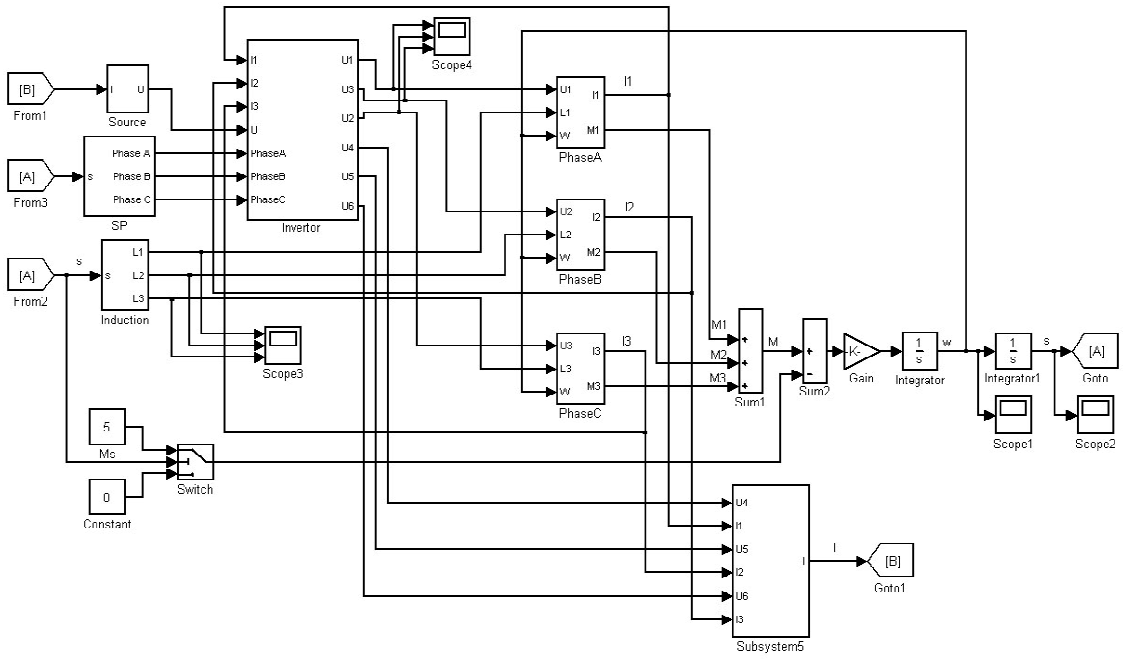
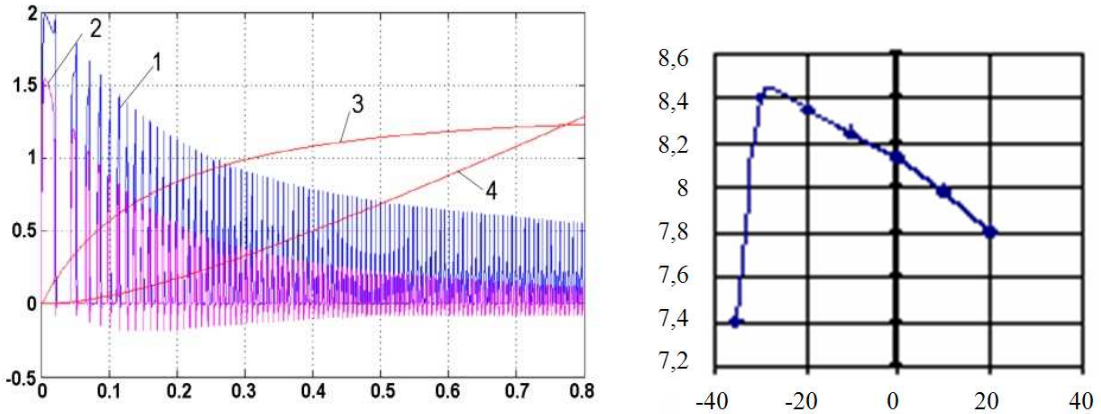



Рисунок 2 - Структурна схема імітаційної математичної моделі вентильного індукторного двигуна




а) б)

Рисунок 3 - Перехідний процес пуску ВІД з кутом включення β = 0 (а) та залежність моменту ВІД від кута включення фази (б)

Модель використовувалася також для розрахунку механічної характеристики вентильного індукторного двигуна, при цьому розходження з дослідними даними не перевищило 10-15%.

**Висновки:** Створена узагальнена комп'ютерна імітаційна модель вентильної індукторної машини враховує параметри вентилів

напівпровідникових перетворювачів, комбіноване збудження, насичення магнітного кола машини.

Імітаційна модель дозволяє дослідити вплив параметрів електромеханічної системи індукторного типу на її робочі характеристики в динамічних і статичних режимах.

**Список використаних джерел:**

1 Чихняев В.А. Математическое исследование вентильно-индукторного привода / В.А. Чихняев., В.А. Нестерин В.А. и др.– Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2003. – с. 152 – 161.

2 Голодний І.М. Регульований електропривод. Теорія. Моделювання / І.М. Голодний. – К.: Аграр Медіа Груп, 2012. – 513 с.

3 Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.5 / С.Г. Герман-Галкин. – СПб.: КОРОНА-принт, 2007. – 320 с., ил.

**Аннотация**: представлено описание математической модели, которая позволяет осуществлять выбор параметров вентильных электромеханических систем индукторного типа.

**Ключевые слова:** вентильный двигатель, математическая модель, функциональная схема, комбинированное возбуждение, полупроводниковый преобразователь, дискретность.

**Abstract:** a description of the mathematical model, which allows the selection of the parameters gate electromechanical systems such as the inductor .

**Keywords:** valve motor, mathematical model, functional diagram, combined excitation, semiconductor converters, discrete.

**© Ковальов О.В., Кучеренко Д.В., 2016 рік**

# ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСІВ НАГРІВУ І ОХОЛОДЖЕННЯ ЗЕРНОМАТЕРІАЛІВ В УСТАНОВКАХ ТИПУ – ПНЕВМОТРУБА

**Котов Б.І.[1], Калініченко Р.А.[2], Курганський О.В.[3]**
[1] д-р. техн. наук, професор, Вінницький Національний аграрний університет , м. Вінниця, Україна
[2] канд. техн. наук, доцент, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна
[3] аспірант, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

В статті розглянуті аналітичні залежності для визначення основних параметрів стаціонарного процесу термообробки (нагріву або охолодження) зерна в пульсуючому газовому потоці. Отримані математичні моделі дозволяють визначити підвищення ефективності термообробки дисперсного матеріалу за рахунок збільшення часу перебування матеріалу в пневмоканалі.

**Ключові слова: термообробка; математична модель; пневмоканал.**

**Постановка проблеми.** Термообробка зерна у зваженому стані (нагрівання,охолодження) зазвичай проводиться з метою інтенсифікації сушіння шляхом інтенсивного нагрівання перед подачею у сушильний агрегат або ж для охолодження зерна після високотемпературного сушіння. Метод теплообміну у зваженому стані характеризується високою інтенсивністю передачі теплоти від нагрітого газу до дисперсного матеріалу або навпаки від нагрітого матеріалу до охолоджуючого повітря. Найбільш інтенсивно відбувається теплообмін в режимі пневмотранспорту який забезпечує максимальну швидкість обтікання частинок зерна потоком теплоносія, який одночасно є і транспортуючим агентом. Основним недоліком цього методу є незначний час контакту матеріалу з теплоносієм, що зумовлено швидким виносом матеріалу з пневмоканалу в прямотечійному русі, і значною швидкістю осадження при протитечійному русі. В останньому випаду для збільшення часу перебування матеріалу в пневмоканалі застосовують механічні гальмуючи елементи [5], а в стані вертикального переміщення можна застосовувати імпульсно-преривчастий рух газового теплоносія.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Доцільність попереднього нагрівання зерна у зрідженому стані доведена в роботах [1,2], висока ефективність процесу охолодження зерна в стані пневмотранспорта визначена в роботах[3,5], а сушіння в роботі [4]. В ранніх наукових роботах [6,7] розглянута можливість інтенсифікації між компонентного теплообміну в двофазних пульсуючих потоках. Показано [7], що в періодично пульсуючому потоці теплоносія коефіцієнт теплообміну збільшується, а в роботі [6] експериментально визначено зменшення величини коефіцієнта теплообміну при збільшенні частоти пульсації, але при цьому збільшується час перебування матеріалу в пневмоканалі [5,6].

**Мета досліджень.** Дослідити можливість підвищення ефективності нагріву та охолодження зернових матеріалів в стані пневматичного транспортування.

**Результати досліджень.** Для визначення ефективності застосування пульсуючого руху газового теплоносія теоретичним дослідженням приймемо спрощуючи припущення (які в загальному випадку не спотворюють фізичну природу процесу).

– частинка незмінної маси переміщується вертикально вгору під дією газового потоку який на ділянці пульсацій $\tau_1$ дорівнює $\upsilon = \vec{\upsilon}(1+m)$ і дорівнює нулю на ділянці періоду $\tau_2$ [7] (де $\tau_1 + \tau_2 = T$ – період пульсацій ,$\tau_1$- час дії повітряного потоку на частку,$\tau_2$- час вільного падіння частки, $m = \frac{\tau_2}{\tau_1}$);

– частинки в процесі руху не взаємодіють між собою і стінкою пневмоканалу;

– аеродинамічний опір, коефіцієнт теплообміну і фізичні параметри обох фаз в процесі руху не змінюються і дорівнюють середнім значенням за процес

– розмір частинки визначається еквівалентним діаметром.

Рух частинки у вертикальному напрямку можна описати диференціальним рівнянням у вигляді

$$m\frac{dU}{d\tau} = mg \pm C_x S\rho_v \frac{(\upsilon \pm U)^2}{2} \qquad (1)$$

Якщо транспортування зернового матеріалу відбувається в прямоточному режимі у стаціонарному висхідному вертикальному потоці газу то швидкість руху і шлях, що проходить частинка матеріалу визначається розв'язком рівняння (1) при початкових умовах $\delta(0) = 0,\ s(0) = 0,\ (\upsilon_0 < U)$ [8]

$$\upsilon = U - \upsilon_0 \frac{C_1 th(\lambda\tau + 1)}{C_1 + th(\lambda\tau)} \quad (2)$$

$$S = U\tau - \frac{1}{K_n}\ln[ch(\lambda\tau) - \frac{1}{C_1}\cdot sh(\lambda\tau) \quad (3)$$

$$C_1 = \frac{\upsilon_0}{U}; \qquad \lambda = \sqrt{K_n \cdot g}\ .$$

Для нисхідного руху частинки: $\delta(0) = \upsilon_0$; $S(0) = 0$

$$\upsilon = \upsilon_0 \frac{C_2 th(\lambda\tau + 1)}{C_2 + th(\lambda\tau)} - U \quad (4)$$

$$S = \frac{1}{K_n}\ln[ch(\lambda\tau) + \frac{1}{C_2}\cdot sh(\lambda\tau)] - U\cdot\tau \quad (5)$$

$C_2 = \frac{\upsilon_0}{\upsilon_0 + U}$ ; $K_n$ - коефіцієнт парусності.

Аналізуючи рух частинки в пульсуючому потоці, послідовно (по ділянках для кожного періоду) можна розрахувати рух (швидкість і шлях) частинки для кожного моменту часу; при цьому для кожної ділянки треба задавати «нові» початкові умови.

В роботі [7] запропоновано спрощений спосіб аналізу , який базується на припущенні, що рух частинки в кожний наступний період не відрізняється від руху у попередній період (стаціонарна ділянка). На основі аналізу проведеним таким чином визначено залежність часу перебування частки на стаціонарній ділянці в пневмоканалі $\tau_n$ від скважності імпульсів: $m = \frac{\tau_2}{\tau_1}$

$\tau_1$ - час подачі газу, $\tau_2$ - час припинення подачі газу:

$$\tau_n = \tau_{no}\frac{\overline{U}_0 - 1}{\overline{\upsilon}}, \quad (6)$$

де $\overline{U} = \frac{\overline{U} - \sqrt{\overline{U}^2 m - m^2 + 1}}{1 - m}$, $m \neq 1$

$\overline{\upsilon} = \frac{\upsilon}{\upsilon_в}$, $\upsilon_в$ - швидкість витання частинки. $\upsilon_0$ - швидкість потоку без пульсацій.

Вплив пульсацій на інтенсивність теплообміну оцінюється критерієм Нусельта на основі критеріального рівняння:

$$Nu = A\cdot \mathrm{Re}^n$$

де величиина $A$ і $n$ за різними даними мають різні значення (за формулой Н.Ф.Федорова $A=0.62$ , n =0.5 , по З.Ф.Чуханову $A=0.24$, $n=0.83$.

За умови подачі матеріалу в пнемоканал при $\upsilon_0 = 0$ ефективність застосування оцінюється відношенням:

$$\frac{Nu}{Nu_0} = \frac{1}{(1+m)^{1-\frac{n}{2}}} \tag{7}$$

Графічна інтерпретація формул (6) і (7) при n=8 дозволила визначити зменшення величини $Nu/Nu_0$ ( при збільшені m від 0 до 4 ) з 1,0 до 0,4 тобто в 2,5 рази, але час перебування збільшується в 5 разів.

Розрахункові дані роботи [7] відносно зменшення інтенсивності теплообміну співпадають з даними отриманими експериментально в роботі [6] , але час перебування за даними експериментів збільшується приблизно в 10 разів.

Експериментально отриману залежність часу перебування зерна жита $\upsilon_в = 8{,}3$ м/с (від частоти пульсацій можна апроксимувати лінійною функцією:

$$\tau_n = 1{,}1 + a \cdot \omega \tag{8}$$

де ω – частота пульсацій, Гц, $a$=0.65.

Залежність зменшення коефіцієнта теплообміну від часу пульсацій нагрітого повітря розраховану за даними експериментів [ ] апроксимовано рівнянням:

$$\frac{\alpha}{\alpha_0} = 0.0023 \cdot \omega^2 - 0.074 \cdot \omega + 0.9792 \tag{9}$$

де $\alpha_0 = 500$ Вт/м$^2$°С.

Але ефективність процесу теплообміну в пульсуючому потоці теплоносія в порівняні з теплообміном у стаціонарному потоці визначається не тільки величиною коефіцієнта теплообміну α. При заданих розмірах пневмоканалу визначається, також, часом контакту матеріалу з теплоносієм $\tau_n$, тобто мірою ефективності повинен бути добуток $-\alpha \cdot \tau_n$, що визначає кількість теплоти, яка передається (при охолодженні відбирається) одному квадратному метру поверхні за час перебування в пневмоканалі при температурному напорі в 1 градус:

$$\alpha\tau_n = \alpha_0\tau_0 + 400\sqrt{\omega} \tag{10}$$

де $\alpha_0$– коефіцієнт теплообміну;

$\tau_0$–час перебування матеріалу в каналі при стаціонарному потоці теплоносія.

А за критерій ефективності можна прийняти відношення:

$$\eta_1 = \frac{\alpha\tau_n}{\alpha_0\tau_0} \tag{11}$$

Рівняння для визначення зміни температури зерна із умов теплообміну в потоці теплоносія можна записати для елементарної ділянки пневмоканалу $dx$:

$$G_3 C_3 H d\theta = \alpha \cdot F(t-\theta)dx \tag{12}$$

де $\theta$,$t$ – температура теплоносія і зерна;

H,F–висота пневмоканалу і площа поверхні матеріалу,

$G_з$, $C_з$ – витрати зерна і питома теплоємність зерна.

Поверхню монодисперсного матеріалу з розміром частки $d_e$ можна можна визначити за допомогою:

$$F = \frac{6 \cdot G_з \cdot \tau_n}{d_e \cdot \rho_з}.$$

Тоді рівняння (12) матиме вигляд:

$$\frac{d\theta}{dx} = \frac{(\alpha\tau_n)\cdot 6}{C_3\rho_3 d_e \cdot H}(t-\theta). \tag{13}$$

Аналогічно запишемо рівняння для теплоносія:

$$\frac{dt}{dx} = \frac{(\alpha\tau_n)\cdot G_з \cdot 6}{G_v C_p \cdot \rho_3 d_e H}(\theta - t) \tag{14}$$

де $G_v = \frac{m_v}{\tau_n} = \frac{V_{тр}\cdot\rho_v}{1+\alpha\omega}$.

Таким чином рівняння (13) та (14) разом з рівнянням (8) і (10) дозволяють визначити зміну температуру зерна і матеріалу за координатою руху в залежності від частоти пульсації.

**Висновки:**

– застосування щільного потоку теплоносія дозволяє підвищити ефективність термообробки дисперсного матеріалу за рахунок збільшення часу перебування матеріалу в пневмоканалі;

– отримані аналітичні залежності для визначення основних параметрів стаціонарного процесу термообробки (нагріву або охолодження) зерна в пульсуючому газовому потоці.

**Список літератури.**

1. Малин Н.И. Снижение енергозатрат на сушку зерна / Н.И. Малин.– М.: ЦНИИНиТЄИ. 1991. –45с.

2. Остапчук Н.В. Повышение ефективности сушки зерна / Н.В.Остапчук, А.С.Шишкин, В.Д.Каминский. – К.: Урожай, 1988. – 136с.

3. Бабуха Г.Л. Механика и теплообмен потоков полидисперсной газовзвеси / Г.Л.Бабуха, М.И. Рабинович. – К.: Наукова думка, 1969. – 217с.
4. Муштаев В.И. Сушка в условиях пневмотранспорта. /В.И.Муштаев, В.М.Ульянов, А.С.Тимонин. –М.:Химия, 1984. – 232с.
5. Элькин Г.И., Горбис З.Р. О теплообмене в аэродинамически и механически торможенной кварцевой газовзвеси / Г.И. Элькин, З.Р. Горбис // Тепло- и массоперенос. –1963. т.III. – с.681–687.
6. Рабинович Г.Д. Эксперименальное исследование процесса теплообмена между пульсирующим газовым потоком и взвешенными в нем твердыми частицами / Г.Д.Рабинович, Г.Н.Слободич // Инженерно-физический журнал. – 1959. т.II.№9. –с.79-85.
7.Парнас А.Л.Движение и теплообмен в восходящем пульсирующем потоке газа / А.Л.Парнас // Тепло- и массобмен в дисперсных системах. –М. 1965.–с.79-85.
8.Ольшанский В.П. Об отражении падающих семян стационарным восходящим потоком воздуха(ВП. Ольшанский )(Вісник ХНТУСГ.Харків 2007.вип 58 с 37-43.

**Аннотация**

В статье рассмотрены аналитические зависимости для определения основных параметров стационарного процесса термообработки (нагрева или охлаждения) зерна в пульсирующем газовом потоке. Полученные математические модели позволяют определить повышение эффективности термообработки дисперсного материала за счет увеличения времени пребывания материала в пневмоканале.

**Ключевые слова:** термообработка; математическая модель; пневматический канал.

**The summary**

In the article the analytical dependence for definition of key parameters stationary process of heat treatment (heating or cooling) grain pulsating gas stream. The mathematical model can determine the efficiency of heat treatment material dispersion by increasing the residence time of the material in pneumatic channel.

**Keywords:** heat treatment; mathematical model; pneumatic channel.

УДК 631.56

# МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДИНАМІКИ ЗВОЛОЖЕННЯ ПОВІТРЯ РОЗПИЛЕНОЮ ВОДОЮ

**Котов Б.І.[1], Спірін А.В.[2], Деркач В.В.[3]**

[1]д-р. техн. наук, професор, Вінницький Національний аграрний університет , м. Вінниця, Україна

[2]канд. техн. наук, доцент, Вінницький Національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

[3]здобувач, Вінницький Національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

*У статті викладено аналітичні дослідження процесу зволоження повітря розпиленою водою. Отримані аналітичні залежності для визначення основних параметрів динаміки зволоження повітря.*

**Ключові слова: математична модель, тепломасообмінні процеси, зволоження повітря.**

**Постановка проблеми**. В сучасних умовах переважна більшість господарств впроваджують технології заготівлі сухих кормів на основі польового висушування трав. Основним недоліком існуючих технологій є підвищені витрати найбільш цінної листової частини рослин особливо у бобових трав, завдяки їх природному пересушуванню. Прогресивним способом вдосконалення технології заготівлі сіна є короткочасне зволоження просушеного корму до вологості при якій втрачається кришимість листової частини рослин. Найбільш доцільним способом є зволоження повітря розпиленою водою підвищеної (відносно температури повітря) температури. При цьому за рахунок випаровування води в сукупному повітряному потоці вологість його може збільшуватись до стану повного насичення. За таких умов рушійна сила поглинання вологи рослинами буде мати максимальне значення, і більш висушена частина рослин буде зволожуватись інтенсивніше. Ефективне використання такої нової операції потребує додаткових досліджень саме в плані збільшення вологовмісту повітря в струмені в найкоротший час.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанню зволоження повітря присвячено достатня кількість робіт результати яких

узагальнені в посібниках і монографіях [1,2]. Визначено ефективність різних типів розпилювальних пристроїв [2,4], балістику крапель, що випаровуються [5]. В роботі [3] приведені аналітичні залежності для визначення рівноважних параметрів розпиленої води і повітря. Проте завдання динаміки зміни параметрів повітря і визначального параметру для зволоження сухої поверхні рослин – вологості залишено поза увагою

Найбільш детально і глибоко з точки зору фізики процесу, проаналізовано рух і випаровування краплин у факелі (для щілинних розпилювачів) в роботі О.І.Мележика [6], але зміну вологості повітряного потоку створюваного розпилювачем не визначено, що не дозволяє визначити норми витрат води на зволоження рослинного матеріалу і параметри установки, яка реалізує процес вцілому.

**Мета досліджень** – отримання і апробація аналітичних залежностей для розрахунку динаміки зміни основних параметрів процесу зволоження повітря розпиленою водою.

**Результати досліджень.** Відповідно до існуючих уявлень про двофазні потоки факела розчину рідини механічними форсунками представимо фізичну картину досліджуємого процесу таким чином. У вертикальний низхідний потік розпиленої рідини (води) поступає повітря з навколишнього середовища (всмоктується в корінь факелу в наслідок розрідження тиску по осі і приєднання в процесі руху до їх поверхні повітря). Краплини під час руху випаровуються і продовжують рухатися спільно (в граничному шарі) з парою, що утворюється, збільшуючи вологовміст повітря. Збільшення вологовмісту повітря супроводжується зменшенням швидкості випаровування.

Припущення, які лежать в основі складання математичної моделі процесу зволоження повітря розпиленою водою такі:

– краплини вилітають з точкового джерела на осі факелу у формі кулі маючи однаковий розмір і не взаємодіють між собою;

– випаровування відбувається за законом Максвела – В.Срезневського;

– рушійною силою приймаємо різницю масової концентрації вологи в повітрі (вологовмісту) і на поверхні краплі. Вологовміст повітря на поверхні краплі дорівнює вологовмісту насиченого повітря при температурі краплини:

– зміна температури краплі безградієнтна ;

– витрати розпиленої води і повітря незмінні в часі;

– коефіцієнт масообміну і загальна поверхня крапель в об'ємі факелу незмінні і визначаються дисперсністю розпилювання.

За фізичною природою тепломасообмінних процесів у факелі, при зроблених припущеннях, останній можна представити моделлю проточного апарата ідеального змішування і визначити параметри на «виході факелу», тобто в кінці процесу – над поверхнею зволожуємого матеріалу.

Складемо рівняння теплового балансу: для потоку рідинно-повітряної суміші в об'ємі факелу:

$$m_1 \frac{d\Theta}{dr} = G_v C_p (t_1 - t_2) + G_w C_w (\Theta_1 - \Theta) + G_v r_0 (x_2 - x_1) \quad (1)$$

і рівняння матеріального балансу:

$$m_2 \frac{dx}{d\tau} = G_v (x_2 - x) + \beta \cdot S (x'_H(\Theta) - \bar{x}) \quad (2)$$

де $m_1 = m_v c_p + m_w c_w$; $m_2 = m_v = V_\phi \cdot S_v$

$$x'_H(\Theta) = a\bar{\Theta} + C;\ \bar{x} = 0.5x_1 + 0.5x_2;\qquad \bar{\Theta} = 0.5\Theta_1 + 0.5\Theta_2 \quad (3)$$

Вологість повітря на виході факелу:

$$\varphi(\tau) = \frac{6}{622} \frac{x(\tau)}{P_H(\Theta) \cdot 10^{-3}} \quad (4)$$

$$P_H(\Theta) = 1.758\Theta(\tau) - 18 \quad (5)$$

З диференціального рівняння матеріального балансу для рідини:

$$-dm_w = m_2 dx \quad (6)$$

де маса краплини $dm_w = -\frac{\pi}{6}\rho_w d(d_k^3)$

$$\rho_v V_\phi dx = -\rho_w dV_w = -\frac{\pi}{6}\rho_w d(d_k^3)k' \quad (7)$$

Диференціюючи рівняння (7) за часом $d\tau$ матимемо

$$-\pi \cdot \rho_w \cdot d_k^{\,2} \frac{dd_k}{d\tau} = 2 \cdot \rho_v V_\phi \frac{dx}{d\tau} \quad (8)$$

де $\rho_v$ – густина абсолютно сухого повітря.

В рівняннях (1-8) позначено: $\Theta, t$ – температури води і повітря, $^\circ C$, х – вологовміст повітря,кг/кг; $G_v, G_w$- витрати повітря і води,кг/с; $C_p, G_w, r_0$ – питомі теплоємності повітря, води і теплота пароутворення, відповідно Дж/кг·к, $\frac{Дж}{кг}$; *S*–поверхня крапель у факелі, $м^2$; $\beta$ – коефіцієнт масообміну, м/с; $m_1$ –маса пароводяної суміші, $m_2$ – маса повітря у факелі, $m_w$ – маса краплини; $V_\phi$ –повітряний об'єм факелу; $\rho_w$, $\rho_v$ – густина води і повітря кг/$м^3$, $d_k$ – діаметр краплини,м.

Приймаючи, що при (повному) випаровуванні краплин на виході факелу розпилення температура води дорівнює температурі повітря (насиченого) $t_2 = \theta_2 = \theta$, а вологість *x*. Перепишемо рівняння (1) і (2) у вигляді

$$\frac{m_1}{C_v r_0}\frac{d\theta}{d\tau} = \left(\frac{C_p}{r_0}t_1 + \frac{G_w}{G_{tv}}\cdot\frac{C_w}{r_0}\theta_1 + x_1\right) - \left(\frac{C_p}{r_0} + \frac{G_w}{C_w}\frac{C_w}{r_0}\right)\cdot\theta - x \tag{9}$$

$$\frac{m_2}{0{,}5\beta\cdot S\cdot a}\frac{dx}{dt} = \frac{(C_{tv} - 0{,}5\beta\cdot S)x_1 + 0{,}5\beta S\cdot a\theta_1 + \beta S\cdot C}{0{,}5\beta S\cdot a} - \frac{0{,}5\beta S}{0{,}5\beta Sa}x + \theta \tag{10}$$

Введемо такі позначення: $\mu_p = G_w/G_v$ – ( коефіцієнт зрошення )

$$T_1 = \frac{m_1}{C_{ct} r_0};\quad T_2 = \frac{m_2}{0{,}5\beta Sa};\quad a_1 = \frac{C_p}{r_0} + \mu_p\frac{C_w}{r_0};\quad a_2 = \frac{1}{a}$$

$$b_1 = \frac{C_p}{r_0}t_1 + \mu_p\frac{G_w}{r_0}\theta_1 + x_1;\qquad b_2 = \frac{(G_v - 0{,}5\beta S)x_1 + 0{,}5\beta Sa\theta_1 + \beta S\cdot C}{0{,}5\beta\cdot S\cdot a}$$

і після перетворень матимемо замість (9) і (10) два рівняння:

$$\begin{cases} T_1\dfrac{d\theta}{d\tau} + a_1\theta - b_1 = -x & (11)\\ T_2\dfrac{dx}{d\tau} + a_2 x - b_2 = \theta & (12)\end{cases}$$

Об'єднуючи їх в одне, отримаємо:

$$T_1T_2\frac{d^2x}{d\tau^2} + (T_1a_2 + T_2a_1)\frac{dx}{d\tau} + (a_1a_2 + 1)x = b_1 + a_1b_2 \tag{13}$$

або $A\dfrac{d^2x}{d\tau^2} + B\dfrac{dx}{d\tau} + cx = D_1$

де $A = T_1T_2;\quad B = \tau_1a_2 + T_2a_1;\quad C = a_1a_2 + 1;\quad D_1 = b_1 + a_1b_2$

і розв'язуючи при початкових умовах: $\tau = 0;\ x = x_0 = x_1$

де ($x_0 = x_1$ – вологість повітря зовнішнього, яке подається у факел) отримаємо рівняння зміни вологовмісту повітря для прямоточного руху крапель і повітря:

$$x(\tau) = \frac{x_0C - D_1}{C(r_1 - r_2)}\left(r_1e^{r_2\tau} - r_2e^{r_1\tau}\right) + \frac{D_1}{C} \tag{14}$$

де $r_{1,2} = \dfrac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$ – корені характеристичного рівняння.

Аналогічно отримаємо рівняння зміни температури води (краплин) в часі.

$$A\frac{d^2\Theta}{d\tau^2}+B\frac{d\Theta}{d\tau}+cd\Theta=D_2=a_2b_1-b_2 \quad (15)$$

і його розв'язок за початкових умов: $\tau=0$; $\Theta=\Theta_0=\Theta_1$

$$\Theta(\tau)=\frac{\Theta_0C-D_2}{C(r_1-r_2)}(r_1e^{r_2\tau}-r_2e^{r_1\tau})+\frac{D_2}{C} \quad (16)$$

Продиференціюємо рівняння (14):

$$\frac{dx(\tau)}{d\tau}=k_1r_1r_2(e^{r_2\tau}-e^{r_1\tau}) \quad (17)$$

де $k_1=\frac{x_0C-D_1}{C\cdot(r_1-r_2)}$; $k_2=k_1\cdot r_1\cdot r_2$

і підставимо отримане значення в рівняння (8):

$$-d_k{}^2\frac{dd_k}{d\tau}=\frac{2\rho_vV_\phi}{\pi\rho_w}k_2(e^{r_2\tau}-e^{r_1\tau}) \quad (18)$$

або $-d_k{}^2dd_k=k_0(e^{r_2\tau}d\tau-e^{r_1\tau}d\tau)$ $k_0=k_2\frac{2\rho_vV_\phi}{\pi\rho_w}$;

$$-\frac{1}{3}\cdot d^3=\frac{k_0}{r_2}e^{r_2\tau}-\frac{k_0}{r_1}e^{r_1\tau}+C$$

При $\tau=0$; $d_k=d_0$;

$$C=\frac{1}{3}d_0^3-\frac{k_0}{r_2}+\frac{k_0}{r_1}+\frac{1}{3}d_0{}^3=\frac{k_0}{r_2}e^{r_2\tau}-\frac{k_0}{r_1}e^{r_1\tau}-\frac{1}{3}d_0^3-\frac{k_0}{r_2}+\frac{k_0}{r_1}$$

$$d_k{}^3(\tau)=d_0^3-\frac{k_0}{r_1}(1-e^{r_1\tau})+\frac{k_0}{r_2}(1-e^{r_2\tau})$$

або $d_k(\tau)=\left[d_0^3-\frac{k_0}{r_1}(1-e^{r_1\tau})+\frac{k_0}{r_2}(1-e^{r_2\tau})\right]^{\frac{1}{3}}$ (19)

Отримані аналітичні залежності для визначення основних параметрів динаміки зволоження повітря.

Апроксимуючи експерементальні дані [2] швидкості осідання краплин в факелі повітряно-рідинної суміші різного поверхневого діаметру отримали залежність: $\upsilon_k=a\cdot d_k^2$,тоді:

$$\upsilon(\tau)=a(d_k(\tau))^2 \quad (20)$$

де, $a$=0,000043, $\frac{1}{м\cdot с}$ коефіцієнт (сталий)

враховуючи ,що $\upsilon=\frac{dH}{d\tau}$ (де Н – шлях переміщення краплини)з рівняння (20)матимемо:

$$H = a\int_0^{\tau}\left(d_0^3 - k_3\left(1-e^{r_1\tau}\right)+k_4\left(1-e^{r_2\tau}\right)\right)^{\frac{2}{3}} d\tau \qquad (21)$$

де $k_3 = \frac{k_0}{r_1}$, $k_4 = \frac{k_0}{r_2}$

Таким чином отримані рівняння (14), (16), (19) дозволяють визначити зміну основних параметрів розпиленої води і повітря в часі. На рисунках рис.1(а,б,в) наведемо графічні залежності зміни параметрів розпиленої води і повітря в часі, а на рис.2 зміну розміру краплини в часі.

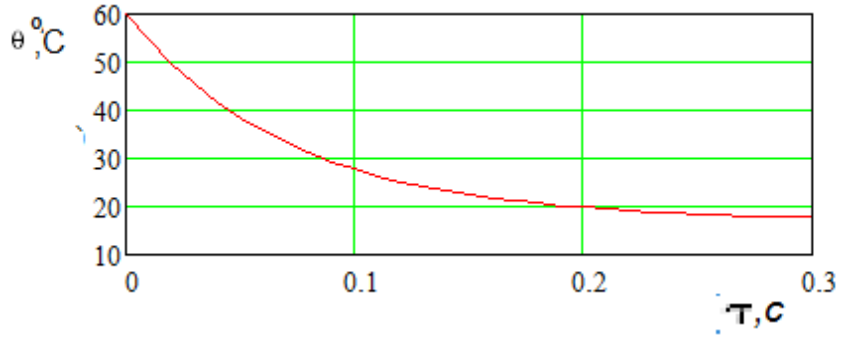



Рис.1.а. Динаміка зміни температури повітря в пневмоканалі

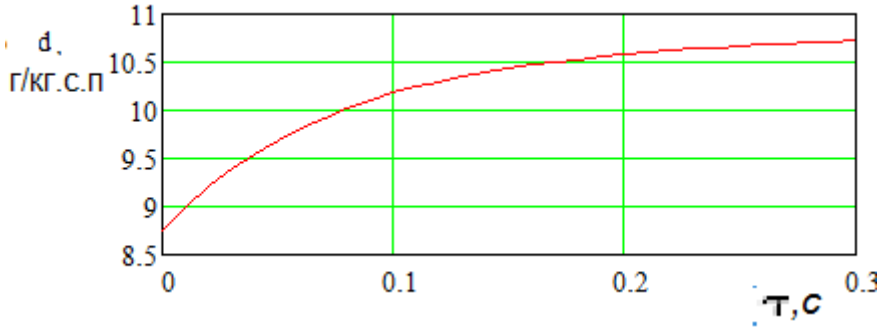



Рис.1.б. Динаміка зміни вологовмісту повітря в пневмоканалі

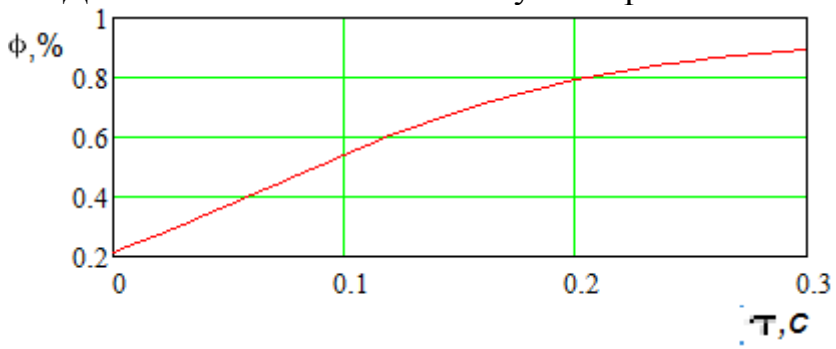



Рис.1.в. Динаміка зміни відносної вологості повітря в пневмоканалі

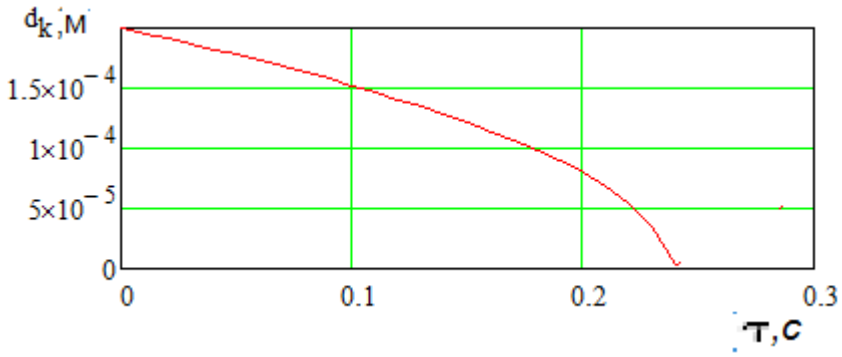



Рис.2. Зміна розміру краплини в часі

З рисунку 2 визначається час повного випаровування краплини з початковим діаметром $d_{ko}$.

**Висновки:**

– розроблено математичну модель процесу зволоження повітря розпиленою водою;

– отримані аналітичні залежності для визначення основних параметрів динаміки зволоження повітря.

**Список літератури.**

1. Изельт П. Увлажнение воздуха. Системы и применение / П. Изельт, У.Арндт, М.Вильке (пер. с нем.) – М: Техносфера, -2007. -216с.

2. Дунский В.ф Пестицидные аэрозоли / В.Ф.Дунський, Н.В.Микитин, М.С.Соколов -М: Наука.- 1982.-288с.

3. Куличенко В.А. К вопросу увлажнения воздуха распыленной водой / В.А.Куличенко, С.А.Волик // Труды Николаевского кораблестроительного ин-та.1978.Вып. 137.с 73.-76.

4. Василив П.А. Система увлажнения воздуха в овощехранилищах с вертикально-дисковым распылением воды и растворов / П.А.Василив, Автореф. дис. канд. техн наук. К.:-УСХА.1987.-17с.

5. Кучеренко С.І. Балістика крапель, які випаровуються при польоті /С.І.Кучеренко,В.П.Ольшанський, С.В.Ольшанський – Харків: Вид ХНТУСГ.- 2007.-304.

6. Мележик О.І. Відцентровий розпилювач пестицидів :рух і випаровування краплин у факелі /О.І.Мележик, О.В.Жевжик, А.С.Кобець // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2007 №1. с.97-101

**Аннотация.**

В статье изложены аналитические исследования процесса увлажнения воздуха распыленной водой. Получены аналитические зависимости для определения основных параметров динамики увлажнения воздуха.

**Ключевые слова:** математическая модель, тепломассообменные процессы, увлажнение воздуха.

**The summary**

The article presents the analytical research process humidification water spray. Analytical dependence for determining the main parameters of the dynamics of air humidification.

**Keywords:** mathematical model, heat and mass transfer processes, humidification

**УДК 631.362.3**

# ВРАХУВАННЯ РОЗПОДІЛЕНОСТІ ПАРАМЕТРІВ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ДИНАМІЧНИХ РЕЖИМІВ СУШАРОК СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАТЕРІАЛІВ

**Котов Б.І.[1],Степаненко С.П.[2], Швидя В.О.[3]**

[1] д-р. техн. наук, професор, Вінницький Національний аграрний університет , м. Вінниця, Україна

[2] канд. техн. наук, старш. наук. співроб., Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства», с.м.т. Глеваха

[3] канд. техн. наук, старш. наук. співроб., Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства», с.м.т. Глеваха

*У статті викладено аналітичні дослідження розподілених параметрів процесу сушіння сільськогосподарських матеріалів за довжиною сушильної камери. Визначено зміну параметрів технологічного процесу у часі з урахуванням їх розподілу за координатою.*

**Ключові слова:** сільськогосподарські матеріали, сушарки, моделювання, розподілені параметри.

**Постановка проблеми.** Сушіння сільськогосподарських матеріалів є основним процесом для приведення їх у стан стійкого зберігання. Серед всього різноманіття технічних засобів для сушіння пневмобарабанні агрегати є найбільш універсальними і економічними. Для визначення раціональних режимів роботи сушильних установок необхідно мати данні про зміну основних параметрів сушильного агента і матеріалу як в часі, так і у напрямку руху (переміщення). Але за складністю процесів тепло- і масообміну на практиці використовують спрощені методи розрахунку [1-3] на основі балансних рівнянь статики процесу, які дають можливість визначати тільки кінцеві параметри процесу. Для реалізації енергоощадних режимів сушіння засобами автоматики необхідно мати математичний опис динаміки процесу з урахуванням зміни розподіленості параметрів за довжиною сушильного тракту.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Незважаючи на наявність численних публікацій по моделюванню і розрахункам процесу сушіння узагальнених у фундаментальних роботах [1, 7, 8] у літературі продовжують публікації статей про різні аспекти технології сушіння [5, 6]. Для визначення змінних параметрів процесу конвективного сушіння використовують, як правило, моделі із зосередженими параметрами [9], які не враховують зміну параметрів у напрямку руху потоків.

Моделі з розподіленими параметрами на базі диференційних рівнянь у частинних похідних [9], які не мають аналітичного розв'язку, потребують чисельного розв'язку, що ускладнює їх використання. Разом з тим, використовуючи спрощені уявлення про процес сушіння [10] можна отримати аналітичні залежності розподілення параметрів сушильного агента і матеріалу у напрямку руху і визначити кінцеві значення цих параметрів.

**Мета дослідження.** Сформулювати математичну модель конвективного сушіння дисперсних матеріалів у процесі їх переміщення у сушильній установці.

**Основні результати досліджень.** Розглядаючи сушіння як тепловий процес, швидкість зміни вологості можна прийняти лінійно залежною від різниці температур (змінних у загальному випадку від часу і за координатою) сушильного агента *t(τ, x)* і матеріалу *θ(τ, x)*. Правомірність такого підходу випливає з аналізу процесу: відповідно до визначення критерію Ребіндера [11] $du = \frac{c}{r \cdot R_b} d\theta$ можна записати:

$$-\frac{du}{d\tau} = \frac{c_M}{r \cdot R_b} \frac{d\theta}{d\tau}, \quad (1)$$

де $u$, $\theta$ — поточний вологовміст і температура матеріалу (середньоб'ємні), % і К;

$c_M$, $r$ — питома теплоємність матеріалу і теплота пароутворення, Дж/кг·К і Дж/кг;

$\tau$ – поточний час, с.

Зміна температури матеріалу у часі визначається при конвективному підведенні теплоти із теплового балансу:

$$M_M \cdot c_M \frac{d\theta}{d\tau} = \alpha \cdot F(t - \theta) - m_0 \cdot r \cdot \frac{du}{d\tau}, \quad (2)$$

де $M_M$, $F$ — маса матеріалу і його поверхня, кг і м$^2$;

$\alpha$ — коефіцієнт теплообміну, Вт/м$^2$·К і Дж/кг;

$t$ — температура сушильного агенту, К;

$m_0$ – маса абсолютного сухого матеріалу, кг.

Підставляючи значення швидкості нагріву з рівняння (2) в (1) матимемо:

$$-\frac{du}{d\tau} = K_c \cdot (t - \theta), \quad (3)$$

де $K_c = \frac{\alpha \cdot \sigma}{r \cdot R_b}$ — тепловий коефіцієнт сушіння матеріалу, с$^{-1}$;

$\sigma = \frac{F}{M_M}$ — питома поверхня, м$^2$/кг.

$m_0$ – маса абсолютного сухого матеріалу, кг.

Розкриваючи повний диференціал вологовмісту: $du = \frac{\partial u}{\partial \tau} \cdot d\tau + \frac{\partial u}{\partial x} \cdot dx$ і враховуючи, $\frac{dx}{d\tau} = \upsilon_M$, матимемо:

$$-\frac{\partial u}{\partial \tau} - \upsilon_M \cdot \frac{\partial u}{\partial x} = K_c \cdot (t - \theta). \quad (4)$$

Рівняння (2) з урахуванням (1) перепишемо у вигляді:

$$\frac{d\theta}{d\tau} = K_\theta \cdot (t - \theta), \quad (2')$$

де $K_\theta = \frac{\alpha \cdot F}{c_M \cdot (M_M + m_0 \cdot R_b^{-1})}$.

Розкриваючи повний диференціал $d\theta$ в рівнянні (2') матимемо:

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} + \upsilon_M \cdot \frac{\partial \theta}{\partial x} = K_\theta \cdot (t - \theta). \quad (5)$$

Аналогічно запишемо рівняння теплового балансу для сушильного агента:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} + \upsilon_v \cdot \frac{\partial t}{\partial x} = \frac{\alpha \cdot F}{m_v \cdot c_p} \cdot (t - \theta), \quad (6)$$

де $\upsilon_v$ — швидкість сушильного агенту, м/с;

$m_v \cdot c_p$ — теплоємність сушильного агента в об’ємі сушарки, Дж/К.

Диференціальні рівняння (4) – (6), які складають математичну модель динаміки процесу конвективного сушіння у прямотечієвих агрегатах отримані при таких спрощених припущеннях:

– рушійною силою процесу сушіння прийнято різницю температур сушильного агента і матеріалу, що визначено теоретичним розв’язком рівнянь тепло- масо переносу у роботі [11];

– теплота від сушильного агента до матеріалу передається за законом Ньютона;

– теплофізичні характеристики сушильного агента та матеріалу, а також інтенсивність теплообміну від температури і вологості не залежать і дорівнюють середнім значенням за процес;

– усі види теплообміну враховуються коефіцієнтом $\alpha$;

– втрати теплоти в оточуюче середовище враховуються множником до коефіцієнта $K_\theta$.

Оскільки система рівнянь (4) – (6) строгого аналітичного розв'язку немає, скористаємось наближеним методом [10]. Знайдемо розподіл параметрів процесу за довжиною сушильного тракту для стаціонарного режиму (коли у кожній точці об'єму сушарки параметри у часі не змінюються). Прирівнюючи похідні за часом до нуля, отримаємо систему диференціальних рівнянь:

$$\frac{d\theta}{dx} = K_1 \cdot (t - \theta), \quad (7)$$

$$\frac{dt}{dx} = K_2 \cdot (\theta - t), \quad (8)$$

$$-\frac{du}{dx} = K_3 \cdot (t - \theta), \quad (9)$$

де $K_1 = \frac{K_\theta}{\upsilon_M}$, $K_1 = \frac{\alpha \cdot c_M}{m_v \cdot c_p}$, $K_3 = \frac{K_c}{\upsilon_M}$.

З початковими умовами: $x=0$; $t = t_1$; $\theta = \theta_1$; $u = u_1$, де $t_1$, $\theta_1$, $u_1$ — параметри сушильного агента і матеріалу на вході у сушарку.

Розв'язуючи сумісно рівняння (7) і (8) відносно шуканих змінних, матимемо:

$$t(x) = t_1 - \frac{K_2}{K}\Delta T_1 e^{-Kx}, \quad (10)$$

$$\theta(x) = \theta_1 + \frac{K_1}{K}\Delta T_1 e^{-Kx}, \quad (11)$$

$$\Delta T(x) = t(x) - \theta(x) = \Delta T_1 e^{-Kx}, \quad (12)$$

де $K = K_1 + K_2$, $\Delta T_1 = t_1 - \theta_1$.

Підставляючи значення $\Delta T(x)$ у рівняння (9) матимемо:

$$-\frac{du}{dx} = K_3 \cdot \Delta T_1 e^{-Kx}, \quad (13)$$

або

$$u(x) = u_1 - \frac{K_3}{K}\Delta T_1 (1 - e^{-Kx}). \quad (14)$$

Диференціюючи рівняння (10) і (11) по $x$ і підставляючи отримані значення у рівняння (5) і (6), а значення (13) в (14) отримаємо систему звичайних диференційних рівнянь, які описують динаміку процесу сушіння з урахуванням розподіленості параметрів за довжиною сушильного тракту:

$$\frac{dt}{d\tau} = -\upsilon_v \cdot K_2 \cdot F(x) + K_t \cdot (\theta - t), \quad (15)$$

$$\frac{d\theta}{d\tau} = \upsilon_M \cdot K_1 \cdot F(x) + K_\theta \cdot (t - \theta), \quad (16)$$

$$\frac{du}{d\tau} = -K_c \cdot \upsilon_M \cdot K_3 \cdot F(x) + K_c \cdot (t - \theta), \quad (17)$$

де $F(x) = \Delta T_1 e^{-Kx}$.

Віднімаючи від рівняння (15) рівняння (16) матимемо:

$$\frac{d(t-\theta)}{d\tau} = -(K_t - K_\theta) \cdot (t - \theta) - F(x) \cdot (\upsilon_v \cdot K_2 + \upsilon_M \cdot K_1). \quad (18)$$

Інтегруючи рівняння (18) при початкових умовах: $\tau=0;\ t = t_0;\ \theta = \theta_0;\ \Delta T = T_0;\quad t_0 = t_1;\ \theta_0 = \theta_1;$ отримаємо:

$$t(\tau) - \theta(\tau) = A(x) - [A(x) - \Delta T_0] \cdot e^{-K\tau}, \qquad (19)$$

де $A(x) = \frac{\upsilon_v \cdot K_2 + \upsilon_M \cdot K_1}{K_1 + K_2}$, $\Delta T_0 = t_0 - \theta_0$.

Підставляючи значення величини $\Delta T(\tau)$ із (19) у рівняння (17) і інтегруючи отриману рівність при початкових умовах: $\tau=0;\ u = u_0,$ матимемо:

$$u(x,\tau) = u_0 - \frac{K_c \cdot (A(x) - \Delta T_0)}{K}(1 - e^{-K\tau}) - B_t(x) \cdot \tau, \qquad (20)$$

де $B_t(x) = -A(x) + \upsilon_M \cdot K_3 \cdot F(x)$;

$u_0$ — початкове значення вологовмісту матеріалу, %.

Розв'язуючи рівняння (15) з урахуванням (19) при початкових умовах: $\tau=0;\quad t = t_0 = t_1$, а рівняння (16) з (19) при початкових умовах: $\tau=0;\ \theta = \theta_0 = \theta_1$, отримаємо:

$$\theta(x,\tau) = \theta_0 - [\upsilon_M \cdot K_1 \cdot F(x) + K_\theta \cdot A(x)] \cdot \tau - \frac{K_\theta}{K} \cdot [A(x) - \Delta T_0] \cdot (1 - e^{-K\tau}), \qquad (21)$$

$$t(x,\tau) = t_0 - [\upsilon_v \cdot K_2 \cdot F(x) - K_t \cdot A(x)] \cdot \tau + \frac{K_t}{K} \cdot [A(x) - \Delta T_0] \cdot (1 - e^{-K\tau}). \qquad (22)$$

Зміну вологовмісту сушильного агента у процесі сушіння визначимо з рівняння матеріального балансу:

$$-m_0 \frac{du}{d\tau} = m_v \cdot \frac{dD}{d\tau}. \qquad (23)$$

Розкриваючи головний диференціал ($D$), з урахуванням рівняння (3) можна записати:

$$\frac{\partial D}{\partial \tau} + \upsilon_v \cdot \frac{\partial D}{\partial x} = \frac{m_v}{m_0} K_c \cdot (t - \theta), \qquad (24)$$

де $D$ — вологовміст сушильного агента, кг/кг. сух. пов.

Для стаціонарного режиму розподіл вологовмісту визначиться залежністю:

$$D(x) = d_1 + \frac{m_v \cdot K_c \cdot \Delta T_1}{m_0 \cdot \upsilon_v \cdot K}(1 - e^{-Kx}). \qquad (25)$$

Загальна зміна вологовмісту визначається інтегруванням рівняння (24) з урахуванням похідної від $D(x)$ при початкових умовах: $\tau=0;\ D = D_0 = D_1$:

$$D(x,\tau) = d_1 + \left[K_c \cdot A(x) - \frac{m_v \cdot K_c}{m_0} \cdot F(x)\right] \cdot \tau - \frac{K_c}{K} \cdot [A(x) - \Delta T_0] \cdot (1 - e^{-K\tau}). \qquad (26)$$

Отримані залежності (20) – (22) і (26) визначають зміну основних режимних параметрів процесу сушіння матеріалу у прямотечійному сушильному агрегаті (температуру матеріалу і

сушильного агента) у часу та за довжиною сушильного тракту. При цьому вихідними параметрами для розрахунків є: початкові значення параметрів режиму — $t_1$, $D_1$, $\upsilon_v$ і матеріалу — $\theta_1$, $u_1$, концентрація матеріалу в об'ємі сушарки $m/m_\upsilon$. Кінцеві параметри: температура $t_2$ і вологовміст сушильного агента $D_2$, а також параметри матеріалу на виході сушарки: $\theta_2$, $u_2$.

Питомі витрати енергії на видалення вологи визначається з рівняння:

$$q_г = \frac{G_v \cdot c_p \cdot (t_1 - t_2)}{G_0 \cdot (D_2 - D_1)}. \quad (27)$$

Величини $t_2$, $D_2$, $u_2$, $\theta_2$ — визначаються з рівнянь (10), (11), (14), (25) підстановкою: $x = l$, де $l$ — довжина сушильного тракту.

**Висновки.** У результаті виконаних аналітичних досліджень отримано рівняння, що визначають розподіл параметрів процесу сушіння (вологість матеріалу і сушильного агента та температури матеріалу і сушильного агента) за довжиною сушильного тракту сушарок безперервної дії, що дають можливість визначити кінцеві значення вологості і температури продукту.

Визначено аналітичні залежності зміни параметрів процесу у часі з урахуванням їх розподілу за координатою.

**Список літератури.**

1. Котов Б.І., Коваль С.М., Шустик Л.П., Цема Т.А. Технічні засоби для зберігання зерна в господарствах Украіни / Б.І. Котов, С.М. Коваль, Л.П. Шустик, Т.А. Цема // Пропозиція, 1999 №11 – С. 25-27.

2. Котов Б.І. Щодо стратегії розвитку та визначення перспективних напрямків виробництва техніки для переробки і зберігання сільськогосподарської продукції / Б.І. Котов, С.П. Степаненко, Н.Г. Морванюк та ін. // Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Серія технічні науки. — Луганськ, 2009 №2 – С. 125-133.

3. Мальтри В. Сушильные установки сельскохозяйственного назначения / В. Мальтри, Э. Пётке, Б. Шнайдер — М.: Машиностроение, 1979. – 525 с.

4. Гришин М.А. Установки для сушки пищевых продуктов / Гришин М.А. — М. Пищевая пром., 1989. – 215 с.

5. Валушис В.Ю. Основы высокотемпературной сушки кормов / В.Ю. Валушис — М.: Колос, 1977 – 270 с.

6. Котов Б.І. Аналітичне визначення динаміки тепловологісних режимів зерносушарок безперервної дії/ Б.І. Котов, Р.А. Калініченко, М.І. Ліпунов та ін. // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. — Кіровоград, 2012 №42 – С. 340-346.

7. Котов Б.І. Моделювання динамічних режимів прямоточної зерносушарки, як об'єкта автоматизації / Б.І. Котов, В.О. Мірошнік, С.П. Степаненко та ін. // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. — Мелітополь, 2011 №11 т. 5 – С. 78-85.

8. Лыков А.В. Теория сушки / А.В. Лыков — М.: «Энергия», 1968. – 470 с.

9. Гірник Л.М. Математичне моделювання процесів конвективного сушіння / Л.М. Гірник, В.М. Гербей, З.Ю. Мазяє та ін. — К.: Будівельник, 1993 – 248 с.

10. Котов Б.И К определению динамики сушки трав в плотном продуваемом слое / Б.И. Котов // Механизация и электрификация сельского хазяйства — К., 1985 вып. 61 – С. 58-61.

11. Фролов В.Ф. Моделирование сушки дисперсных материалов / В.Ф. Фролов — Л.: Химия, 1987 – 208 с.

**Аннотация**

В статье изложены аналитические исследования распределенных параметров процесса сушки сельскохозяйственных материалов по длине сушильной камеры. Определены изменения параметров технологического процесса во времени с учетом их распределения по координате.

**сельскохозяйственные материалы, сушка, сушилки, моделирование, распределенные параметры**

**The summary**

The article presents the analyzes of distributed parameters of the drying process of agricultural materials along the length of the drying chamber. The changes in process parameters during their time based on the coordinate distribution.

**agricultural materials, drying, dryers, modeling, distributed parameters.**

**УДК 531/ 534(075.8)**

# РІВНЯННЯ ЛАГРАНЖА-МАКСВЕЛЛА ДЛЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ

**Литвинов О.І.**[1], **Назаренко О.О.**[2]

[1] канд. техн. наук, доцент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, Україна

[2] студент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, Україна

*В роботі висвітлюються методи дослідження руху електромеханічних систем, які базуються на працях Лагранжа і Максвелла. Приводяться електромеханічні аналогії и надаються приклади дослідження конкретних систем.*

**Вступ.** Багато точних законів фізики можуть слугувати підтвердженням аналогічності рівнянь і виразів. Наприклад, структура всім відомих другого закону Ньютона, закону Гука і закону Ома є ідентичною:

$$m\vec{a} = \vec{F}; \qquad cx = F; \qquad Ri = U.$$

Спільним у цих виразах є те, що в них входять лише три величини, кожна з яких визначається і є незалежною.

Другий приклад. Візьмемо закон гравітації, відкритий Ньютоном, закон про взаємодію двох електричних зарядів, відкритий Кулоном, і закон взаємодії магнітних полів.

Закон всесвітнього притягання

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

де $m_1, m_2$ – маси взаємодіючих тіл, , $\gamma$ – гравітаційна стала, $r$ – відстань між тілами.

Аналогічний закон для електричних зарядів

$$F = \varepsilon \frac{q_1 q_2}{r^2},$$

де $\varepsilon$ – відносна діелектрична проникність, $q_1, q_2$ – взаємодіючі електричні заряди, $r$ – відстань між зарядами.

Закон взаємодії магнітних полів

$$F = \mu \frac{B_1 B_2}{r^2},$$

де $\mu$ – магнітна проникність, $B_1, B_2$ – магнітна індукція, $r$ – відстань між джерелами магнітного поля.

Як легко побачити, структура алгебраїчних виразів цих законів повністю аналогічні, але фізична природа цих взаємодії є абсолютно різною.

Розглянемо приклад коливань тягаря масою $m$, підвішеного на вертикальній пружині з коефіцієнтом жорсткості $c$. Диференціальне рівняння вільних коливань цього тягаря має відомий вигляд

$$m\ddot{x} + cx = 0,$$

де $x$ – переміщення тягаря.

Кожному параметру механічної системи можна поставити у відповідність параметр електричної системи і навпаки. Наприклад, інерційні властивості тіл в механічній системі залежать від маси і моментів інерції. В електричних системах існують аналоги цих понять – індуктивність і ємність. Диференціальне рівняння коливань електричного контуру, що складається з котушки індуктивності $L$ і конденсатора ємності С, має аналогічний вигляд, як і для коливань тягаря.

$$L\ddot{q} + \frac{1}{C} q = 0,$$

де $q$ – заряд конденсатора.

**Рівняння Лагранжа-Максвелла.** При дослідженні механічних систем найчастіше застосовують рівняння Лагранжа другого роду. На практиці часто зустрічаються електромеханічні системи, механічний рух яких визначається силами електромагнітної природи. Джеймс Максвелл у своїй праці [1] про електрику і магнетизм застосував рівняння Лагранжа другого роду для дослідження системи, що містила механічні елементи і електричні провідники зі струмом.

Центральним рівнянням аналітичної механіки є рівняння Лагранжа другого роду, в якому базовою величиною є енергія кінетична і потенціальна. Ці рівняння слугують основою для перенесення методів аналітичної механіки на електродинаміку у формі рівнянь Лагранжа – Максвелла, де замість кінетичної і потенціальної енергії оперують енергією електричного і магнітного полів.

Таким чином, аналітична механіка є єдиною наукою, яка дає спільний апарат – рівняння Лагранжа-Максвелла для складання

диференціальних рівнянь електромеханічних систем, які є основою сучасної техніки, бо сьогодні важко уявити прилад чи машину, де б були тільки механічні елементи.

Складання цих рівнянь передбачає, що стан електромеханічної системи описується узагальненими координатами механічної частини, кількість яких у голономних системах, що мають геометричні в'язі, які не залежать від швидкостей точок, а тільки від координат, дорівнює числу ступенів вільності механізму, і узагальненими координатами електричної частини, які визначають стан електричної частини системи.

Узагальнені механічні координати позначимо $q_i(q_1, q_2, ..., q_n)$, де число $n$ дорівнює кількості ступенів вільності механізму. За узагальнені механічні координати вибираємо лінійні або кутові параметри ланок.

Узагальнені електричні координати позначимо $g_k(g_1, g_2, ..., g_m)$, де число $m$ дорівнює кількості електричних ступенів вільності. За узагальнені електричні координати вибираємо кількості електрики (заряди).

Похідні за часом від узагальнених механічних координат уявляють узагальнені швидкості $\dot{q}_i$, а похідні за часом від узагальнених електричних уявляють узагальнені струми $\dot{g}_k$.

Рівняння Лагранжа-Максвелла для електромеханічних систем мають вигляд

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i}\right) - \frac{\partial L}{\partial q_i} = Q_i, \qquad i = 1,2,...,n, \tag{1}$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{g}_k}\right) - \frac{\partial L}{\partial g_k} = Q_k, \qquad k = 1,2,...,m. \tag{2}$$

У цих рівняннях літера $L$ є функцією Лагранжа-Максвелла, яка дорівнює сумі «електричної» функції Лагранжа $L_E$ і «механічної» функції Лагранжа $L_M$:

$$L = L_E + L_M.$$

«Механічна» функція Лагранжа, як відомо, рівна різниці кінетичної $T$ і потенціальної енергії $П$ механічної системи

$$L_M = T - П.$$

«Електрична» функція Лагранжа для механізмів з електроприводом співпадає з магнітною енергією системи

$$L_E = \frac{1}{2}\sum_{r,s=1}^{\infty} L_{rs} i_r i_s,$$

де $r$ та $s$ – кількість незалежних електричних контурів (витків, обмоток), по яких протікають струми $i_r$ та $i_s$; $L_{rs}$ при $r \neq s$ – взаємна індуктивність (коефіцієнт взаємоіндукції), а при $r = s$ – індуктивність (коефіцієнт самоіндукції).

Узагальнена або зведена сила $Q_i$ визначається як скалярна величина, рівна коефіцієнту при варіації цієї узагальненої координати у виразі елементарної роботи сил.

Узагальнена «сила» $Q_k$ визначається за аналогією з $Q_i$, як скалярна величина, що дорівнює коефіцієнту при варіації цієї «електричної» узагальненої координати у виразі елементарної роботи електричних сил

$$\delta A = \sum_{k=1}^{m} (E_{r,s} - R_{r,s} i_{r,s}) \delta g_k, \qquad (3)$$

де $E_{r,s}$ – електрорушійна сила контуру,

$R_{r,s}$ – електричний опір контуру.

**Приклад 1.** Електромагнітний прилад складається із рухомої котушки певної маси, що обертається у сталому магнітному полі, який утворює інша нерухома котушка, що складають одна з одній послідовний електричний ланцюг.

На рухому котушку діє пара сил з боку пружини з коефіцієнтом жорсткості $c$. В обертальній парі рухомої котушки має місце в'язке тертя з коефіцієнтом опору $\beta$.

За узагальнені координати системи приймаємо кут повороту рухомої котушки $\varphi$ та струм $i$, що протікає крізь обмотки котушок. Тоді «механічна» функція Лагранжа приймає вигляд

$$L_M = \frac{1}{2}(J\dot{\varphi}^2 - c\varphi^2),$$

де $J$ – момент інерції рухомої котушки відносно осі обертання.

«Електрична» функція Лагранжа має вигляд

$$L_E = \frac{1}{2}(L_1 + L_{12} + L_2) i^2,$$

де індекс 1 стосується рухомої котушки, а індекс 2 – нерухомої.

За умови симетрії взаємна індуктивність $L_{12} = L_{21}$. Позначимо їх суму (повний коефіцієнт взаємної індуктивності) через *2M* і приймемо до уваги, що цей коефіцієнт залежить від взаємного розміщення

котушок, тобто від кута повороту рухомої котушки $\varphi$. Звичайно приймають

$$M = M_o \sin\varphi,$$

де кут повороту $\varphi$ відраховується від положення, при якому котушки перпендикулярні. Індуктивність котушок $L_1, L_2$ вважаємо сталими величинами.

Таким чином, остаточно функція Лагранжа-Максвелла має вигляд

$$L = \frac{1}{2}[(L_1 + L_2 + 2M_o \sin\varphi)i^2 + J\dot{\varphi}^2 - c\varphi^2]. \quad (4)$$

Узагальнена сила $Q_i$ знаходиться із виразу елементарної роботи сил тертя на можливому переміщенні системи (робота сил пружності пружини врахована при складанні виразу потенціальної енергії):

$$\delta A = -\beta\dot{\varphi}\delta\varphi \quad \Rightarrow Q_i = -\beta\dot{\varphi}.$$

Узагальнена сила $Q_k$ знаходиться із виразу елементарної роботи «електричних сил»

$$\delta A = (E - iR)\delta i \quad \Rightarrow Q_k = E - iR,$$

де $R$ – сумарний опір обмоток котушок,
$E$ – зовнішня електрорушійна сила.

Рівняння Лагранжа-Максвелла:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}}\right) - \frac{\partial L}{\partial \varphi} = -\beta\dot{\varphi}, \quad (5)$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial i}\right) = E - iR. \quad (6)$$

Визначимо похідні від функції Лагранжа-Максвелла:

$$\frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}} = J\dot{\varphi}; \quad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}}\right) = J\ddot{\varphi}; \quad \frac{\partial L}{\partial \varphi} = M_o i^2 \cos\varphi - c\varphi;$$

$$\frac{\partial L}{\partial i} = (L_1 + L_2 + 2M_o \sin\varphi)i;$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial i}\right) = (L_1 + L_2 + 2M_o \sin\varphi)\frac{di}{dt} + 2M_o i\dot{\varphi}\cos\varphi.$$

Підставимо в останні рівняння значення похідних. У підсумку отримаємо остаточно рівняння Лагранжа-Максвелла

$$\begin{aligned} &J\ddot{\varphi} - M_o i^2 \cos\varphi + c\varphi = - - \beta\dot{\varphi}, \\ &(L_1 + L_2 + 2M_o \sin\varphi)\frac{di}{dt} + 2M_o i\dot{\varphi}\cos\varphi = E - iR. \end{aligned} \quad (7)$$

Сумісне розв'язання цих двох рівнянь дозволяє отримати шукані функції зміни узагальнених координат за часом

$$\varphi = \varphi(t); \quad i = i(t).$$

**Приклад 2.** За допомогою електродвигуна сталого струму з незалежним збудженням і параметрами: $J_{зв}$ – зведений момент інерції; $M_{зв}$ – зведений момент сил (задані параметри є функціями кута повороту ротора електродвигуна) рухається вхідна ланка механізму.

Скласти рівняння Лагранжа-Максвелла для заданої електромеханічної системи.

Позначимо індуктивності обмоток збудження *i* якоря літерами $L_з, L_я,$ взаємну індуктивність через $L_{зя}, L_{яз} = M,$ струми в обмотках збудження *i* якоря, відповідно, через $i_з, i_я.$ Тоді функція Лагранжа-Максвелла отримує вигляд:

$$L = \frac{1}{2}(L_з i_з^2 + L_я i_я^2 + 2M i_я i_з + J_{зв}\dot{\varphi}^2). \qquad (8)$$

Якщо вважати струмінь в обмотці збудження сталим, то стан заданої електромеханічної системи визначається двома узагальненими координатами:

$\varphi$ – кут повороту якоря електродвигуна,

$i_я$ – струмінь в обмотці якоря електродвигуна.

Узагальнені координати як функції часу можуть бути знайдені із рівнянь Лагранжа-Максвелла

$$\frac{d}{dt}(\frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}}) - \frac{\partial L}{\partial \varphi} = M_{зв}; \qquad (9)$$

$$\frac{d}{dt}(\frac{\partial L}{\partial i_я}) = U - i_я R_я; \qquad (10)$$

де $U$ – напруження, прикладене до обмотки якоря,
$R_я$ – опір обмотки якоря.

Під час диференціювання функції Лагранжа-Максвелла вважаємо індуктивності $L_з, L_я$ сталими, а взаємну індуктивність *M* – залежною від кута повороту якоря $\varphi$.

Виконуючи диференціювання, отримаємо

$$\frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}} = J_{зв}\dot{\varphi}; \quad \frac{d}{dt}(\frac{\partial L}{\partial \dot{\varphi}}) = J\ddot{\varphi} + \dot{\varphi}^2 \frac{dJ_{зв}}{d\varphi};$$

$$\frac{\partial L}{\partial \varphi} = \frac{dM}{d\varphi} i_я i_з + \frac{1}{2}\dot{\varphi}^2 \frac{dJ_{зв}}{d\varphi}; \quad \frac{\partial L}{\partial i_я} = L_я i_я + M_з i_з;$$

$$\frac{d}{dt}(\frac{\partial L}{\partial i}) = L_я \frac{di_я}{dt} + \frac{dM}{d\varphi}\dot{\varphi} i_з.$$

Тепер рівняння Лагранжа-Максвелла приймають вигляд

$$\begin{aligned} J\ddot{\varphi} + \frac{1}{2}\dot{\varphi}^2 \frac{dJ_{зв}}{d\varphi} - \frac{dM}{d\varphi} i_я i_з = M_{зв}; \\ L_я \frac{di_я}{dt} + \frac{dM}{d\varphi}\dot{\varphi} i_з = U - i_я R_я. \end{aligned} \qquad (11)$$

Сумісний розв'язок цих двох рівнянь дозволяє визначити шукані функції $\varphi = \varphi(t); \quad i_я = i_я(t)$.

## Список літератури

1. Maxwell A. Treatise on Electricity and Magnetism. Oxford, 1873.
2. Кожевников С.Н. Динамика нестационарных процессов в машинах. – К.: Наукова думка, 1986. – 287 с.
3. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по высшей математике. – М.: Физматгиз, 1987. – 458 с.

## Уравнения Лагранжа-Максвелла для электромеханических систем Литвинов О.И., Назаренко А.А.

*В работе освещаются методы исследования движения электромеханических систем, которые базируются на трудах Лагранжа, Максвелла. Приводятся электромеханические аналогии и примеры исследования конкретных систем.*

**УДК 514.18**

# АНАЛІТИЧНИЙ ОПИС ІЗОТРОПНИХ КРИВИХ, ЯКІ ЛЕЖАТЬ НА ПОВЕРХНЯХ ОБЕРТАННЯ, ПРИ УТВОРЕННІ МІНІМАЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ

**Пилипака С.Ф.[1], Муквич М.М.[2]**
[1]д–р техн. наук., професор, ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут», м. Ніжин, Україна
[2]канд. техн. наук., доцент, ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут», м. Ніжин, Україна

**Анотація.** У статті здійснено аналітичний опис ізотропних кривих, які лежать на поверхнях обертання, при утворенні неперервного каркасу мінімальних поверхонь. Знайдено параметричні рівняння ізотропних кривих, які лежать на поверхні відкритого тора, побудовано відповідні мінімальні поверхні.

**Ключові слова:** ізотропна крива, мінімальна поверхня, відкритий тор, лінійний елемент поверхні, ізометрична сітка координатних ліній.

**Постановка проблеми.** Розширення геометричних способів конструювання мінімальних поверхонь, які застосовуються при проектуванні поверхонь технічних форм та архітектурних конструкцій, є важливою проблемою моделювання неперервного каркасу цих поверхонь. Вивчення мінімальних поверхонь зумовлене дослідженням геометричної задачі знаходження поверхні, яка проходить через замкнену криву (контур) і має найменшу площу [6]. Аналітичний опис мінімальних поверхонь пов’язаний із знаходженням параметричних рівнянь уявних ізотропних кривих нульової довжини. Але утворення параметричних рівнянь мінімальних поверхонь вимагає відокремлення дійсної і уявної частини функції комплексної змінної, що можливо тільки для окремих видів ізотропних кривих. Тому розширення методів аналітичного опису ізотропних кривих нульової довжини є важливою проблемою моделювання неперервних каркасів мінімальних поверхонь.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** У працях [3, 4] розроблено способи знаходження аналітичного опису ізотропних кривих за формулами Шварца та Вейєрштрасса, але вони тільки в окремих випадках дозволяють знайти параметричні рівняння цих уявних кривих. У роботі [1] розглянуто моделювання мінімальних поверхонь на основі ізотропних кривих Без'є третього порядку.

**Мета дослідження.** Розробити метод аналітичного опису ізотропних кривих, які лежать на поверхнях обертання, віднесених до ізометричної сітки координатних ліній. Дослідити закономірності утворення параметричних рівнянь ізотропних кривих, які лежать на поверхні відкритого тора, та побудувати відповідні мінімальні поверхні.

**Виклад основного матеріалу.** Розглянемо поверхню обертання, параметричні рівняння якої мають вигляд:

$$X(\tau;v)=\varphi(\tau)\cdot\cos v;\qquad Y(\tau;v)=\varphi(\tau)\cdot\sin v;\qquad Z(\tau;v)=\psi(\tau), \tag{1}$$

де $\varphi=\varphi(\tau);\ \psi=\psi(\tau)-$ параметричні рівняння меридіана поверхні обертання, $\tau\in R;\ v\in[0;\ 2\pi)$..

У роботі [2] наведено алгоритм відшукання параметричних рівнянь меридіана поверхні обертання, при якому поверхня буде віднесена до ізометричних координат. Перехід від ортогональної до ізометричної сітки координат здійснюється за допомогою уведення нової змінної $t$ яка пов'язана із змінною $\tau$ наступним чином [2]:

$$t=\int\frac{\sqrt{(\varphi'_\tau)^2+(\psi'_\tau)^2}}{\varphi}d\tau. \tag{2}$$

Складність переходу від ортогональної до ізометричної сітки координат полягає в тому, що для деяких поверхонь, наприклад еліпсоїда, невизначений інтеграл (2) не можна виразити за допомогою елементарних функцій. Але після знаходження інтеграла (2) необхідно виразити $\tau=\tau(t)$ і підставити у параметричні рівняння (1), що неможливо здійснити, наприклад, для параболоїда. У роботах [2, 5] показано алгоритми знаходження параметричних рівнянь поверхонь обертання, віднесених до ізометричних координат.

Нехай маємо параметричні рівняння поверхні обертання, віднесеної до ізометричних координат:

$$X(t;v)=\varphi(t)\cdot\cos v;\qquad Y(t;v)=\varphi(t)\cdot\sin v;\qquad Z(t;v)=\psi(t), \tag{3}$$

де $\varphi=\varphi(t);\ \psi=\psi(t)-$ параметричні рівняння меридіана поверхні обертання, $t\in R;\ v\in[0;\ 2\pi)$..

Тоді лінійний елемент поверхні обертання (3), віднесеної до ізометричних координат, має вигляд:

$$ds^2=\alpha(t)\cdot(dv^2+dt^2), \tag{4}$$

де $E=G=\alpha(t)-$ деякий вираз крайніх коефіцієнтів першої квадратичної форми поверхні (3). Розклавши на множники вираз (4) отримаємо: $ds^2=\alpha(t)\cdot(dv-i\cdot dt)(dv+i\cdot dt)$, де $i-$уявна одиниця.

Прирівнюючи до нуля праву частину останньої рівності, після інтегрування отримаємо:

$$v = i \cdot t + C \quad \text{або} \quad v = -i \cdot t + C, \tag{5}$$

де $C$ – довільна стала інтегрування. Вирази (5) називають координатами Дарбу (Darboux) [6].

Лінійний елемент (4) поверхні обертання (3) визначає довжину будь-якої кривої, яка лежить на його поверхні. Тому при підстановці одного із виразів (5) у параметричні рівняння поверхні обертання (3) отримаємо параметричні рівняння двох сімей уявних ізотропних кривих нульової довжини. Зокрема, при підстановці виразу $v = i \cdot t + C$ у рівняння (3) для кожного значення $C$ отримаємо параметричні рівняння уявної ізотропної кривої, яка лежить на поверхні обертання:

$$x(t) = \varphi(t) \cdot \cos(i \cdot t + C); \qquad y(t) = \varphi(t) \cdot \sin(i \cdot t + C); \qquad Z(t) = \psi(t), \tag{6}$$

Із метою знаходження рівнянь мінімальної та приєднаної до неї мінімальної поверхні для функцій комплексної змінної (6) уведемо заміну: $t = u + i \cdot v$.

Тоді отримаємо параметричні рівняння мінімальної поверхні [6] $X(u,v), Y(u,v), Z(u,v)$:

$$X(u,v) = \mathrm{Re}\{x(u + i \cdot v)\}; \; Y(u,v) = \mathrm{Re}\{y(u + i \cdot v)\}; \; Z(u,v) = \mathrm{Re}\{z(u + i \cdot v)\}; \tag{7}$$

та приєднаної мінімальної поверхні $X^*(u,v), Y^*(u,v), Z^*(u,v)$:

$$X^*(u,v) = \mathrm{Im}\{x(u + i \cdot v)\}; \; Y^*(u,v) = \mathrm{Im}\{y(u + i \cdot v)\}; \; Z^*(u,v) = \mathrm{Im}\{z(u + i \cdot v)\}. \tag{8}$$

Вираз (4) лінійного елемента поверхні обертання можна розкласти на множники у вигляді:

$$ds^2 = \alpha(t) \cdot (dt - i \cdot dv)(dt + i \cdot dv).$$

Прирівнюючи до нуля праву частину останньої рівності, після інтегрування отримаємо:

$$t = i \cdot v + C \quad \text{або} \quad t = -i \cdot v + C, \tag{9}$$

де $C$ – довільна стала інтегрування. Підставивши вирази (9) у рівняння (3), для кожного значення $C$ отримаємо параметричні рівняння двох уявних ізотропних кривих, які лежать на поверхні обертання.

Тобто для кожної поверхні обертання (3), віднесеної до ізометричних координат, можна утворити чотири сім'ї ізотропних кривих. Замінюючи значення аргументу у рівняннях ізотропної кривої виразом $u + i \cdot v$, за умови відокремлення змінних, для кожної вказаної кривої можна знайти аналітичний опис відповідної мінімальної поверхні та приєднаної мінімальної поверхні. Слід зазначити, що утворені чотири мінімальні поверхні (та приєднані мінімальні поверхні) мають рівні коефіцієнти першої та другої квадратичних

форм, тобто вони характеризуються однаковими метричними властивостями та однаковими властивостями кривини поверхні.

Розглянемо поверхню відкритого тора (кільця), яку задано параметричними рівняннями:

$$\begin{aligned} X(\tau;v) &= (R + r\cos\tau)\cdot\cos v;\\ Y(\tau;v) &= (R + r\cos\tau)\cdot\sin v;\\ Z(\tau;v) &= r\sin\tau, \end{aligned} \tag{10}$$

де $r$ – радіус твірного кола (меридіана поверхні);
$R$ – радіус напрямного кола, по якому рухається центр твірного кола;
для відкритого тора: $r < R$; $\tau \in [0;\ 2\pi)$; $v \in [0;\ 2\pi)$.

Якщо $r < R$, тоді умова (2) переходу до ізометричної сітки координат після інтегрування має вигляд:

$$t(\tau) = \frac{2r}{\sqrt{R^2 - r^2}}\cdot \operatorname{arctg}\left(\sqrt{\frac{R-r}{R+r}}\cdot \operatorname{tg}\frac{\tau}{2}\right). \tag{11}$$

Виразимо із (11) $\tau(t) = 2\operatorname{arctg}\left(\sqrt{\frac{R+r}{R-r}}\cdot \operatorname{tg}\frac{\sqrt{R^2-r^2}}{2r}t\right)$ і підставимо у рівняння (3). Після перетворень отримаємо параметричні рівняння відкритого тора $(r < R)$, віднесеного до ізометричних координат:

$$\begin{aligned} X(t;v) &= \frac{R^2 - r^2}{R - r\cos(\beta\cdot t)}\cdot\cos v;\\ Y(t;v) &= \frac{R^2 - r^2}{R - r\cos(\beta\cdot t)}\cdot\sin v;\\ Z(t;v) &= -\frac{r\cdot\sqrt{R^2 - r^2}\cdot\sin(\beta\cdot t)}{R - r\cos(\beta\cdot t)}, \end{aligned} \tag{12}$$

де $\beta = \dfrac{\sqrt{R^2 - r^2}}{r}$.

Тоді лінійний елемент відкритого тора (12), віднесеного до ізометричної системи, має вигляд:

$$ds^2 = \left(\frac{R^2 - r^2}{R - r\cos(\beta\cdot t)}\right)^2\cdot(dv^2 + dt^2). \tag{13}$$

При підстановці виразу $v = i\cdot t + C$ у рівняння (12) для кожного значення $C$ отримаємо параметричні рівняння уявної ізотропної кривої (6), яка лежить на поверхні відкритого тора $(r < R)$:

$$x(t)=\frac{R^2-r^2}{R-r\cos(\beta\cdot t)}\cdot\cos(i\cdot t+C);$$
$$y(t)=\frac{R^2-r^2}{R-r\cos(\beta\cdot t)}\cdot\sin(i\cdot t+C);$$
$$Z(t;v)=-\frac{r\cdot\sqrt{R^2-r^2}\cdot\sin(\beta\cdot t)}{R-r\cos(\beta\cdot t)}, \qquad (14)$$

де $\beta=\frac{\sqrt{R^2-r^2}}{r}$.

Для знаходження рівнянь мінімальної та приєднаної до неї мінімальної поверхні для функцій комплексної змінної (14) уведемо заміну: $t=u+i\cdot v$. Відокремивши дійсну та уявну частину для кожної з функцій (14), маємо, згідно (7), рівняння мінімальної поверхні ($C-$довільна стала):

$$X(u,v)=\frac{\cos(C-v)\mathrm{ch}(u)[R-r\cos(\beta u)\mathrm{ch}(\beta v)]-r\sin(\beta u)\sin(C-v)\cdot\mathrm{sh}\,u\cdot\mathrm{sh}(\beta v)}{\left[(R-r\cos(\beta u)\mathrm{ch}(\beta v))^2+r^2\sin^2(\beta u)\mathrm{sh}^2(\beta v)\right]\cdot\left(R^2-r^2\right)^{-1}};$$
$$Y(u,v)=\frac{\sin(C-v)\mathrm{ch}(u)[R-r\cos(\beta u)\mathrm{ch}(\beta v)]+r\sin(\beta u)\cos(C-v)\cdot\mathrm{sh}\,u\cdot\mathrm{sh}(\beta v)}{\left[(R-r\cos(\beta u)\mathrm{ch}(\beta v))^2+r^2\sin^2(\beta u)\mathrm{sh}^2(\beta v)\right]\cdot\left(r^2-R^2\right)^{-1}};$$
$$Z(u,v)=\frac{2r\sqrt{R^2-r^2}\cdot[r\cos(\beta u)-R\,\mathrm{ch}(\beta v)]\cdot\sin(\beta u)}{2R^2+r^2\cos(2\beta u)-4r\cdot R\cdot\cos(\beta u)\cdot\mathrm{ch}(\beta v)+r^2\,\mathrm{ch}(2\beta v)}; \qquad (15)$$

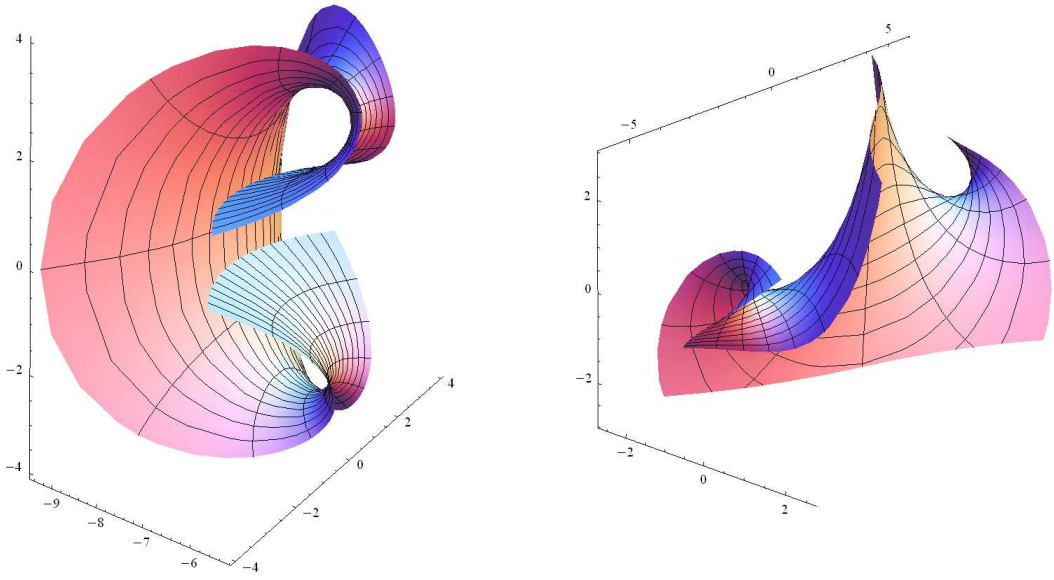
де $\beta=\frac{\sqrt{R^2-r^2}}{r}$.

та, згідно (8), рівняння приєднаної мінімальної поверхні:

$$X^*(u,v)=\frac{\sin(C-v)\mathrm{sh}(u)[R-r\cos(\beta u)\mathrm{ch}(\beta v)]-r\sin(\beta u)\cos(C-v)\cdot\mathrm{ch}\,u\cdot\mathrm{sh}(\beta v)}{\left[(R-r\cos(\beta u)\mathrm{ch}(\beta v))^2+r^2\sin^2(\beta u)\mathrm{sh}^2(\beta v)\right]\cdot\left(r^2-R^2\right)^{-1}};$$
$$Y^*(u,v)=\frac{\cos(C-v)\mathrm{sh}(u)[-R+r\cos(\beta u)\mathrm{ch}(\beta v)]+r\sin(\beta u)\sin(C-v)\cdot\mathrm{ch}\,u\cdot\mathrm{sh}(\beta v)}{\left[(R-r\cos(\beta u)\mathrm{ch}(\beta v))^2+r^2\sin^2(\beta u)\mathrm{sh}^2(\beta v)\right]\cdot\left(R^2-r^2\right)^{-1}};$$
$$Z^*(u,v)=\frac{2r\sqrt{R^2-r^2}\cdot[-R\cos(\beta u)+r\,\mathrm{ch}(\beta v)]\cdot\mathrm{sh}(\beta v)}{2R^2+r^2\cos(2\beta u)-4r\cdot R\cdot\cos(\beta u)\cdot\mathrm{ch}(\beta v)+r^2\,\mathrm{ch}(2\beta v)}; \qquad (16)$$

де $\beta=\frac{\sqrt{R^2-r^2}}{r}$.

На рис.1 зображено відсіки мінімальної та приєднаної поверхонь, побудованих за рівняннями (15) і (16) відповідно при $C=0; r=3; R=5;$ $u\in[-2;...2]$; $v\in[-0{,}4;...0{,}4]$.



**а** **б**

**Рис. 1.** Відсіки мінімальних поверхонь, побудованих за допомогою ізотропних кривих, які лежать на поверхні відкритого тора, заданого рівняннями (12):
а) відсік мінімальної поверхні, побудованої за рівняннями (15);
б) відсік приєднаної мінімальної поверхні, побудованої за рівнян. (16).

Коефіцієнти першої та другої квадратичних форм побудованих поверхонь (15) та (16), перетворюють вираз середньої кривини $H = \frac{E \cdot N - 2 \cdot F \cdot M + G \cdot L}{2(E \cdot G - F^2)}$, для кожної із указаних поверхонь, до нуля.

**Висновки.** За умови знаходження невизначеного інтегралу (2) на поверхні обертання, віднесеної до ізометричної сітки координатних ліній, можна побудувати чотири сім'ї ізотропних кривих. Для кожної ізотропної кривої, яка лежить на поверхні відкритого тора (кільця), можна знайти аналітичний опис відповідної мінімальної поверхні та приєднаної мінімальної поверхні.

**Список використаних джерел:**

1. Аушева Н.М. Моделювання поверхонь Без'є / Н.М. Аушева // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Праці / ТДАТУ. – Вип.4, т.50. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011.– С.105 – 109.

2. Несвидомин В.Н. Способ аналитического отображения плоских изображений на криволинейные поверхности / В.Н. Несвидомин, Т.С. Пилипака, Т.С. Кремец // An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery «MOTROL. Commission of

Motorization and Energetics in Agriculture» / Polish academy of sciences, University of engineering and economics in Rzeszov.– Vol. 16, No 3. – Lublin – Rzeszov, 2014. – С. 58 – 65.

3. Пилипака С.Ф. Мінімальні поверхні, отримані з ізотропних кривих / С.Ф. Пилипака, Е.О. Чернишова // Збірник наукових праць КНУДТ (спецвипуск): Доповіді третьої кримської науково-практичної конференції "Геометричне та комп'ютерне моделювання: енергозбереження, екологія, дизайн". – К.: КНУТД, 2006. – С. 40 – 45.

4. Пилипака С.Ф. Конструювання мінімальної поверхні гвинтовим рухом просторової кривої / С.Ф. Пилипака, І.О. Коровіна // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Вип. 4. Прикл. геометрія та інж. графіка. – Т.39. – Мелітополь: ТДАТУ, 2008.– С. 30–36.

5. Пилипака Т.С. Аналітичний пошук поверхонь обертання, віднесених до ізометричних координат / Т. С. Пилипака, І. Ю. Грищенко, Т. С. Кремець // Прикл. геометрія та інженерна графіка. – К.: КНУБА, 2012. – № 90.– С. 229–236.

6. Фиников С.П. Теория поверхностей / Фиников С.П. – М.–Л.: ГТТИ, 1934. – 206 с.

**Аннотация.** В статье осуществлено аналитическое описание изотропных кривых, лежащих на поверхностях вращения, при образовании непрерывного каркаса минимальных поверхностей. Найдены параметрические уравнения изотропных кривых, лежащих на поверхности открытого тора, и построены соответствующие минимальные поверхности.

**Ключевые слова:** изотропная кривая, минимальная поверхность, открытый тор, линейный элемент поверхности, изометрическая сетка координатных линий.

**Abstract.** This article provides an analytical description of isotropic curves that lie on the surfaces of rotation, the formation of a continuous frame of minimal surfaces. Found parametric equation of isotropic curves, that lie on the surface of a open torus, visualized appropriate minimum surfaces.

**Keywords:** isotropic curve, minimal surface, open torus, linear element of a surface, isometric grid of a coordinate lines.

© Пилипака С.Ф., Муквич М.М., 2016

# ДІАГНОСТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ В АПК

**Скрипник М.М.**[1]

[1] доктор технічних наук, ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут», м. Ніжин, Україна

*Наведені результати діагностування сучасного енергообладнання в АПК.*

Аналіз існуючих методів і технічних засобів експлуатації та діагностування енергообладнання в АПК вказує на доцільність використання перехідних характеристик як одного із основних напрямків теоретичного діагностування. При спрощеному аналізу (експрес-аналізі) можливо обмежитися рівнянням першого порядку з додатковим запізнюванням. При значній кількості елементів діагностування перехідні характеристики доцільно апроксимувати диференційним рівнянням другого порядку.

Відповідно, шукана функція має вигляд:

$$W(P)=\frac{K\cdot e^{-pQ}}{(T_1P+1)(T_2P+1)}, \quad (1)$$

при спрощеному аналізі:

$$W(P)=\frac{K\cdot e^{-pQ}}{TP+1}. \quad (2)$$

Безпосередньо за структурою систем експлуатації і діагностування можливо отримати вихідну систему рівнянь і розв’язати її відносно будь-якої змінної. Для цього необхідно скласти математичне описання кожного елемента системи.

Для таких елементів як датчики, блоки вимірювань, підсилювачі характерні пропорційні залежності між вхідними і вихідними величинами. Слід відзначити, що у вузькому робочому діапазоні діагностування базових параметрів і режимів роботи обладнання експоненціальні залежності датчиків з достатньою точністю апроксимуються лінійними залежностями. Оскільки зміни опору датчиків невеликі, підсилювачі працюють при малих відхиленнях вхідної напруги, тому шукана функція системи визначається за формулою (2).

Вибір режимів експлуатації та діагностування енергообладнання в АПК здійснюється у відповідності з енергетичними характеристиками “система-об’єкт”. На їх основі визначаються

тривалості режимів діагностування (безперервні, квазістаціонарні, чергуючі), а також межі їх регулювання та критичні значення.

Один із напрямків теоретичного діагностування – аналіз характеристик пристроїв як нелінійних елементів з статичними характеристиками, симетричними відносно значень середньої тривалості того чи іншого режиму (аналогічно режимам роботи релейних елементів).

Спрощені характеристики “система-об’єкт”, як і характеристики регулюючих пристроїв систем,мають вигляд:

$$z = \begin{cases} +b, \text{при} - \alpha < x < \infty \\ -b, \text{при} - \infty < x < \alpha \end{cases} \quad (3)$$

де $x$, $z$ - відповідно вхідний і вихідний параметри;
$a$, $b$ — параметри регулюючих пристроїв.

Якщо на вхід нелінійного елемента надходять коливання однієї частоти (першої гармоніки) $x = A \cdot \sin \omega t$, то його вихідна величина z являтиме собою сукупність прямокутних імпульсів, частота яких $\omega$. Вихідну величину будь-якого нелінійного елемента системи можливо розкласти в ряд Фур’є і навести у вигляді синусоїдальних коливань з частотою $\omega$ (першої гармоніки) і гармонік вищого порядку з частотами $3\omega$, $5\omega$ і т. д. Оскільки вищі гармоніки мають більш високу частоту, то при їх проходженні через лінійні елементи з властивостями фільтрів, амплітуди цих гармонік значною мірою послабнуть. Тому можливо вважати, що на вхід нелінійного елемента надходить тільки перша гармоніка. В зв’язку з тим, що вищі гармоніки значно послаблюються, то в першому наближенні їх можливо не враховувати і вважати, що при надходженні на вхід нелінійного елемента синусоїдального сигналу з амплітудою $A$ і частотою $\omega$ на його виході будуть коливання тільки першої гармоніки з амплітудою $B(z = B\sin\omega t)$, яка залежить від амплітуди вхідного сигналу, тобто $B = B(A)$. Наявність однієї гармоніки на виході при надходженні на вхід сигналу однієї частоти властиво тільки лінійним елементам. Тому залежності “система-об’єкт” можливо замінити еквівалентним лінійним елементом, тобто здійснити гармонічну лінеаризацію нелінійності. Гармонічна лінеаризація нелінійної функції $z = F(x)$ зводиться до заміни її співвідношенням:

$$z = \left[ q(A) + \frac{q'(A)}{\omega} P \right] x \quad (4)$$

де $q(A)$ і $q'(A)$ - коефіцієнти гармонічної лінеаризації.

Нелінійна функція не залежить від швидкості зміни вхідної

величини. При цьому коефіцієнти гармонічної лінеаризації визначаються так:

$$q(A)=\frac{1}{\pi A}\int_0^{2\pi}F(A\cdot\sin\psi)\sin\psi d\psi \tag{5}$$

$$q'(A)=\frac{1}{\pi A}\int_0^{2\pi}F(A\cdot\sin\psi)\cos\psi d\psi \tag{6}$$

Таким чином, отримаємо функцію $F(A\cdot\sin\psi)$ з аргументом $\psi=\omega t$, причому точкам перемикання режимів експлуатації (діагностики) $x=a$ та $x=-a$ будуть відповідати значення аргументу: $\psi_1=\arcsin\frac{a}{A}$ і $\psi_2=\pi-\arcsin\left(-\frac{a}{A}\right)$.

Коефіцієнти $q$ і $q'$ визначаються при умові $A\geq a$. Інтеграли в формулах (5 і 6) матимуть значення:

$$q(A)=\frac{2}{\pi A}\int_{\Psi_1}^{\psi_2}F(A\sin\psi)\sin\psi d\psi=\frac{2}{\pi A}\int_{\psi_1}^{\psi_2}b\sin\psi d\psi=-\frac{2b}{\pi A}\cos\psi\Big|_{\psi_1}^{\psi_2}=\frac{2b}{\pi A}(\cos\psi_1-\cos\psi_2) \tag{7}$$

Враховуючи значення $\psi_1$ і $\psi_2$, перепишемо формулу для визначення $q(A)$:

$$q(A)=\frac{4b}{\pi A}\sqrt{1-\frac{a^2}{A^2}} \tag{8}$$

Визначимо коефіцієнт $q'(A)$:

$$q'(A)=\frac{2}{\pi A}\int_{\Psi_1}^{\psi_2}F(A\sin\psi)\cos\psi d\psi=\frac{2}{\pi A}\int_{\psi_1}^{\psi_2}b\cos\psi d\psi=\frac{2b}{\pi A}\sin\psi\Big|_{\psi_1}^{\psi_2}=-\frac{2b}{\pi A}(\sin\psi_1-\sin\psi_2) \tag{9}$$

З урахуванням значень $\psi_1$ і $\psi_2$ отримаємо:

$$q'(A)=-\frac{4ab}{\pi A^2} \tag{10}$$

Таким чином, шукана функція при аналізі режимів експлуатації і діагностування набуває вигляду:

$$Z=\frac{4b}{\pi A^2}(\sqrt{A^2-a^2}-\frac{a}{\omega}P)x \tag{11}$$

Вихідна система рівнянь при діагностуванні має вигляд:

$$\Delta x=x_{вх}\text{-}x_{Д};$$
$$x=K_1\cdot\Delta x;$$
$$Z=\left[q(A)+\frac{q'(A)}{\omega}P\right]x; \tag{12}$$

$$x_{\text{вих}} = \frac{\text{К}_2\text{e}^{-pQ}}{\text{TP}+1};$$
$$x_1 = K_3 \cdot x_{\text{вих}};$$
$$x_2 = K_4 \cdot x_1;$$

Оскільки рішення знаходимо в формі $x = A\sin\omega t$ то $q = const$ і (12) є система лінійних рівнянь з постійними коефіцієнтами. Але особливість цієї системи полягає в тому, що величина постійного коефіцієнта $q$ при цьому невідома. Вона визначиться, коли буде знайдене значення $A$. Зведемо (12) до системи 2-х рівнянь, вважаючи $x_{вх}=0$;

$$Z = \frac{4b}{\pi A^2}\left(\sqrt{A^2 - a^2} - \frac{a}{\omega}P\right)x$$
$$x = -K\frac{e^{-pQ}}{TP+1}\cdot Z \qquad (13)$$

де $K$ – коефіцієнт режиму діагностування.

За системою рівнянь (13) отримуємо лінеаризоване рівняння:

$$(TP+1)x + Ke^{-pQ}\cdot\frac{4b}{\pi A^2}\left(\sqrt{A^2 - a^2} - \frac{a}{\omega}P\right)x = 0 \qquad (14)$$

Із урахуванням вихідних залежностей (12) маємо:

$$W(P)\cdot Z(x) = \frac{K\cdot e^{-pQ}}{TP+1}\left[q(A) + \frac{q'(A)}{\omega}P\right] = \frac{K\cdot e^{-pQ}}{TP+1}\cdot\frac{4b}{\pi A^2}\left(\sqrt{A^2 - a^2} - \frac{a}{\omega}P\right) \qquad (15)$$

Підставляючи відповідні значення, отримаємо головний оператор системи експлуатації і діагностування енергообладнання:

$$\Phi(P) = \frac{Ke^{-pQ}\left[q(A) + \frac{q'(A)}{\omega}P\right]}{TP+1+Ke^{-pQ}\cdot\left[q(A) + \frac{q'(A)}{\omega}P\right]} = \frac{Ke^{-pQ}\cdot\frac{4b}{\pi A^2}\left(\sqrt{A^2 - a^2} - \frac{a}{\omega}P\right)}{TP+1+Ke^{-pQ}\cdot\frac{4b}{\pi A^2}\left(\sqrt{A^2 - a^2} - \frac{a}{\omega}P\right)} \qquad (16)$$

Прирівнюючи до нуля знаменник головного оператора, отримаємо характеристичне рівняння системи

$$TP+1+Ke^{-PQ}\frac{4b}{\pi A^2}\left(\sqrt{A^2 - a^2} - \frac{a}{\omega}P\right) = 0 \qquad (17)$$

$$(T_1P+1)(T_2P+1) + Ke^{-PQ}\frac{4b}{\pi A^2}\left(\sqrt{A^2 - a^2} - \frac{a}{\omega}P\right) = 0 \qquad (18)$$

В цих рівняннях:

$a$ і $в$ – параметри характеристик “система об’єкт”;

$A, \omega, K, T$ - експлуатаційно-діагностичні параметри енергообладняння.

Наступний етап аналізу передбачає використання характеристичного рівняння (17). Замість оператора підставляємо значення $J\omega$:

$$J\omega T+1+Ke^{-J\omega Q}\frac{4b}{\pi A^2}\left(\sqrt{A^2-a^2}-\frac{a}{\omega}J\omega\right)=0 \tag{19}$$

Використовуючи формулу Ейлера, отримаємо два трансцендентних рівняння:

$$1+\frac{4Kb}{\pi A^2}\left(\sqrt{A^2-a^2}\cos\omega Q-a\sin\omega Q\right)=0 \tag{20}$$

$$T\omega-\frac{4Kb}{\pi A^2}\left(a\cdot\cos\omega Q+\sqrt{A^2-a^2}\cdot\sin\omega Q\right)=0 \tag{21}$$

Переписавши і розділивши рівняння, маємо:

$$\frac{a\cos\omega Q+\sqrt{A^2-a^2}\sin\omega Q}{a\sin\omega Q-\sqrt{A^2-a^2}\cdot\cos\omega Q}=T\omega \tag{22}$$

Після відповідних перетворень отримуємо наступні формули для визначення параметрів експлуатації і діагностування енергообладнання:

$$A=\frac{a\sqrt{1+T^2\omega^2}}{\sin\omega Q+T\omega\cdot\cos\omega Q} \tag{23}$$

$$K=\frac{\pi\cdot a\left(1+T^2\omega^2\right)}{4b\left(\sin\omega Q+T\omega\cdot\cos\omega Q\right)} \tag{24}$$

$$A=\frac{4Kb}{\pi\sqrt{1+T^2\omega^2}} \tag{25}$$

$$\omega=\frac{1}{T}\sqrt{\left(\frac{4Kb}{\pi A}\right)^2-1} \tag{26}$$

Аналогічно отримуємо формулу для визначення основних параметрів при значній кількості об’єктів діагностування. В характеристичне рівняння (18) замість оператора $P$ підставимо $J\omega$ і виділяємо дійсну і уявну частини, які потім прирівнюємо нулю. В результаті отримуємо два трансцендентних рівняння:

$$1-T_1T_2\omega^2+\frac{4Kb}{\pi A^2}\left(\cos\omega Q\sqrt{A^2-a^2}-a\sin\omega Q\right)=0 \tag{27}$$

$$(T_1+T_2)\omega-\frac{4Kb}{\pi A^2}\left(\sin\omega Q\sqrt{A^2-a^2}+a\cos\omega Q\right)=0 \tag{28}$$

Почергово виключаючи параметри $A$ і $K$, отримуємо:

$$A = \frac{a \cdot \sqrt{\left(1 - T_1 T_2 \omega^2\right)^2 + \omega^2 (T_1 + T_2)^2}}{\left(1 - T_1 T_2 \omega^2\right) \cdot \sin \omega Q + \omega \left(T_1 + T_2\right) \cos \omega Q} \quad (29)$$

$$K = \frac{\pi \cdot a \left[ \left(1 - T_1 T_2 \omega^2\right)^2 + \omega^2 \left(T_1 + T_2\right)^2 \right]}{4b \left[ \left(1 - T_1 T_2 \omega^2\right) \sin \omega Q + \omega \left(T_1 + T_2\right) \cos \omega Q \right]} \quad (30)$$

де $T_1$ і $T_2$ - постійні часу, отримані при апроксимації експериментальних характеристик, с;

$\omega$ - частота перемикань режимів діагностування, 1/с;

$Q$ - тривалість діагностування, с.

Розрахунковий коефіцієнт "система-об'єкт" визначається так:

$$K = \frac{\pi A^2 \left(T_1 + T_2\right) \omega}{4b \left( \sin \omega Q \sqrt{A^2 - a^2} \right) + a \sin \omega Q} \quad (31)$$

Зв'язок між експлуатаційними і діагностичними параметрами отримаємо, об'єднавши рівняння (29) і (30):

$$T_1^2 T_2^2 \omega^4 + \left(T_1^2 + T_2^2\right) \omega^2 + 1 - \left( \frac{4Kb}{\pi A} \right)^2 = 0 \quad (32)$$

$$A = \frac{4Kb}{\pi \sqrt{T_1^2 T_2^2 \omega^4 + \left(T_1^2 + T_2^2\right) \omega^2 + 1}} \quad (33)$$

$$\omega^2 = \frac{-\left(T_1^2 + T_2^2\right) \pm \sqrt{\left(T_1^2 + T_2^2\right) - 4 T_1^2 T_2^2 \left[ 1 - \left( \frac{4Kb}{\pi A} \right)^2 \right]}}{2 T_1^2 T_2^2} \quad (34)$$

Для аналізу показників надійності енергообладнання перетворимо рівняння (17), підставляючи $P = J\omega_i$:

$$L\left(J\omega_i\right) = TJ\omega_i + 1 + Ke^{-J\omega_i Q} \left( \frac{4b}{\pi A_i^2} \right) \left( \sqrt{A_i^2 - a^2} - \frac{a}{\omega} J\omega_i \right) \quad (35)$$

Виділимо дійсну і уявну частини:

$$L\left(J\omega_i\right) = x\left(A_i; \omega_i\right) + Jy\left(A_i; \omega_i\right) \quad (36)$$

де

$$x\left(A_i, \omega_i\right) = 1 + \frac{4Kb}{\pi A_i^2} \left( \sqrt{A_i^2 - a^2} \cdot \cos \omega_i Q - a \frac{\omega_i}{\omega} \sin \omega_i Q \right) \quad (37)$$

$$y\left(A_i, \omega_i\right) = T\omega_i - \frac{4Kb}{\pi A_i^2} \left( \sqrt{A_i^2 - a^2} \cdot \sin \omega_i Q + a \frac{\omega_i}{\omega} \cos \omega_i Q \right) \quad (38)$$

Для забезпечення ефективної експлуатації та діагностування досліджуваних систем необхідно виконання вимог:

$$\left(\frac{\partial x}{\partial A_i}\right)\left(\frac{\partial y}{\partial \omega_i}\right) \geq \left(\frac{\partial x}{\partial \omega_i}\right)\left(\frac{\partial y}{\partial A_i}\right) \tag{39}$$

Похідні мають наступні значення:

$$\frac{\partial x}{\partial A_i} = \frac{4Kb}{\pi}\left[\frac{\cos\omega Q}{A\sqrt{A^2-a^2}} - \frac{2}{A^3}\left(\sqrt{A^2-a^2}\cos\omega Q - a\sin\omega Q\right)\right] \tag{40}$$

$$\frac{\partial y}{\partial \omega_i} = T - \frac{4Kb}{\pi A^2}\left[Q\left(\sqrt{A^2-a^2}\cdot\cos\omega Q - a\sin\omega Q\right) + \frac{a}{\omega}\cos\omega Q\right] \tag{41}$$

$$\frac{\partial x}{\partial \omega_i} = -\frac{4Kb}{\pi A^2}\left[Q\left(\sqrt{A^2-a^2}\cdot\sin\omega Q + a\cos\omega Q\right) + \frac{a}{\omega}\sin\omega Q\right] \tag{42}$$

$$\frac{\partial y}{\partial A_i} = -\frac{4Kb}{\pi}\left[\frac{\sin\omega Q}{A\sqrt{A^2-a^2}} - \frac{2}{A^3}\left(\sqrt{A^2-a^2}\sin\omega Q + a\cos\omega Q\right)\right] \tag{43}$$

Із отриманої системи рівнянь витікає:

$$\sqrt{A^2-a^2}\cos\omega Q - a\sin\omega Q = -\frac{\pi A^2}{4Kb} \tag{44}$$

$$\sqrt{A^2-a^2}\sin\omega Q + a\cos\omega Q = \frac{\pi A^2}{4Kb}T\omega \tag{45}$$

Після відповідних перетворень отримаємо:

$$\frac{\partial x}{\partial A_M} = \frac{2}{A}\left(1 + \frac{2Kb\cos\omega Q}{\pi\sqrt{A^2-a^2}}\right) \tag{46}$$

$$\frac{\partial y}{\partial \omega_M} = Q + \frac{4Kb\sqrt{A^2-a^2}\cdot\sin\omega Q}{\pi A^2\cdot\omega} \tag{47}$$

$$\frac{\partial x}{\partial \omega_M} = -\left(T\omega Q + \frac{4Kab\cdot\sin\omega Q}{\pi A^2\cdot\omega}\right) \tag{48}$$

$$\frac{\partial y}{\partial A_M} = \frac{2}{A}\left(T\omega + \frac{2Kb\cos\omega Q}{\pi\sqrt{A^2-a^2}}\right) \tag{49}$$

В робочих зонах експлуатації і діагностування енергообладнання значення $\sin\omega Q$ і $\cos\omega Q$ завжди позитивні. Підстановка в отримані похідні відповідних значень параметрів для досліджуваних режимів дає результати, які свідчать про наступне: при всіх значеннях $K \geq K_{кр}$ буде ефективна експлуатація систем, оскільки приведені вище залежності безперервні і однозначні.

# Секція 4

## Актуальні питання охорони праці в агропромисловому виробництві

# ОЦЕНКА ВКЛАДА ИСТОЧНИКОВ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ В ЭФФЕКТИВНУЮ ДОЗУ ОБЛУЧЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

**Афонченко Р.А.[1], Беликов А.С.[2], Шаломов В.А.[3]**

[1] студент гр. ОП-12, ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры» г. Днепропетровск, Украина

[2] доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой БЖД, ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры» г. Днепропетровск, Украина

[3] кандидат технических наук, доцент кафедры БЖД, ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры» г. Днепропетровск, Украина

Условие жизнедеятельности человека на современном этапе развития общества во многом зависит от достигнутого уровня радиационной безопасности. В современных условиях жизни на человека воздействует все увеличивающееся число источников ионизирующих излучений, содержащих различные естественные и искусственные радиоизотопы элементов периодической системы. Каждый источник ионизирующих излучений несет определенную опасность для организма человека, степень которой определяется, прежде всего, содержанием радионуклидов и составом их ионизирующих излучений при распаде.

К настоящему времени известно, что элементы периодической системы имеют более 1500 изотопов, из них около 300 устойчивых и более 1200 неустойчивых (радиоактивных изотопов). Радионуклиды характеризуются периодом полураспада и энергиями видов ионизирующих излучений, которыми сопровождается их распад. На основе этих данных о радионуклиде определяются его параметры, позволяющие оценивать опасность внешнего и внутреннего облучения человека.

Основным источником поступления во внешнюю среду естественных радионуклидов являются горные породы, включающие в свой состав все радиоактивные изотопы элементов, возникших в период формирования и развития планеты. Воздействие непрерывных деструктивных процессов метрологического, гидрологического, геохимического и вулканического характера на радиоактивные вещества привело к их широкому рассеиванию. В любом объеме

земного вещества содержится в рассеянном состоянии несколько десятков химических элементов, в том числе и естественные радиоактивные изотопы. Так для горных пород, образующих толщу земной коры, характерно наибольшее содержание в них естественных радионуклидов: калия (0,3-2,6%), тория ($1,3 \cdot 10^{-4}$-$12 \cdot 10^{-4}$%), урана ($1,3 \cdot 10^{-4}$ - $4 \cdot 10^{-4}$%), радия ($0,5 \cdot 10^{-10}$ – $1,3^{-10}$%).

Радиоактивность воздуха обусловлена наличием в атмосфере радиоактивных изотопов, возникающих в результате воздействия космического излучения; радиоактивных газов, поступающих из верхних слоев земной коры и их дочерних продуктов распада; радиоактивных изотопов, возникающих в результате жизнедеятельности человека.

Радиоактивность природных вод зависит от условий их формирования. Так атмосферные осадки малоактивны, в них содержатся следы космогенных радионуклидов (трития- $^{3}$H, углерода – $^{14}$C, бериллия – $^{14}$Be), а также калия – $^{40}$K, урана – $^{238}$U, образуемых в результате эоловой (ветровой) эрозии земной поверхности, долгоживущие полоний – $^{210}$Po и свинец - $^{210}$Pb – продукты распада радона. Радиоактивность подземных вод зависит от условий их происхождения, радиохимический состав вод зависит от количества растворимых радиоактивных веществ, содержащихся в составе прилегающего грунта. Содержание естественных радионуклидов в открытых водах зависит от химического состава пород и климатических условий.

Радиоактивность тела человека обусловлена присутствием в организме всех естественных радионуклидов, которые встречаются в биосфере ($^{40}$K, $^{14}$C, $^{87}$Rb, $^{3}$H, $^{235}$U, $^{232}$Th, $^{238}$U). При этом радиоактивность радионуклидов рядов урана-238 и тория-232 примерно в 10 раз выше. Содержание естественных радионуклидов в отдельных органах и системах тела характеризуется наличием стабильных изотопов калия, углерода и водорода в составе живых структур, без которых невозможно существование организма (калий – в скелетной мускулатуре, нервной ткани, сердце, печени, селезенке). Суммарное содержание калия в организме человека составляет 0,19%, углерода-18%, трития-10%. Изобретательное накопление в отдельных органах и системах или равномерное распределение в организме естественных радионуклидов обусловлено химическими свойствами, близкими к свойствам биологически необходимых химических элементов. По характеру распределения радионуклидов в организме

концентрируются в костях ($^{90}$Sr, $^{239}$Pu, $^{241}$Am и др.), в печени ($^{144}$Ge, $^{239}$Pu, $^{241}$Am и др.), во всем теле ($^{3}$H, $^{60}$Co, $^{106}$Ru, $^{137}$Cs и др.). Биологические периоды полувыведения радионуклидов из критических органов и тканей составляет от десятков суток ($^{3}$H, $^{14}$C, $^{24}$Na) до бесконечности (полное усвоение – $^{90}$Sr, $^{239}$Pu).

Радиоактивность биосферы определяется содержанием более 60 естественных радионуклидов в земной коре, почве, воздухе, воде и в организме человека. Эти естественные радионуклиды входят в урано-радиевый и ториевый ряды распада (31 радионуклид), 11 долгоживущих радионуклидов с периодом полураспада $10^{7}$-$10^{15}$ лет вне этих рядов (калий – $^{40}$К, рубидий – $^{87}$Rb и др.) и космогенные (14 радионуклидов), образуемые в результате воздействия первичного космического излучения на атомы элементов, содержащихся в атмосфере (тритий- $^{3}$H, бериллий – $^{7}$Be, углерод – $^{14}$C, натрий – $^{22}$Na и др.).

Внешнее облучение человека создают, в основном, гамма-излучающие радионуклиды урано-радиевого (свинец – $^{214}$Pb, висмут - $^{214}$Bi) и ториевого (таллий – $^{208}$TI, актиний – $^{228}$Ac) рядов, а также калий – $^{40}$К. Интенсивность гамма-излучения данных радионуклидов приведена в табл.1.

Таблица 1

Интенсивность $\gamma$-излучения рядов радия-226 и тория-232 и их дочерних продуктов распада

| Радионуклид | Е $\gamma$, МэВ | Число фотонов на 100 распадов |
|---|---|---|
| Радий-226 | 0,186 | 3,28 |
| Свинец-214 | 0.242 | 7,46 |
| Висмут-214 | 0,609<br>1,120<br>1,765 | 46,1<br>15,0<br>15,9 |
| Торий-232 | 0,059 | 0,191 |
| Актиний-228 | 0,338<br>0,911<br>0,969 | 12,0<br>29,0<br>17,5 |
| Свинец-212 | 0,238 | 44,6 |
| Висмут-212 | 0,727 | 11,8 |
| Таллий-208 | 0,510<br>0,583<br>0,860<br>2,615 | 21,6<br>85,8<br>12,<br>99,8 |

Основной вклад в мощность дозы внешнего облучения вносят природные естественные радионуклиды, содержащиеся в верхнем 30-50 сантиметровом слое почвы. Величина годовой эффективной дозы внешнего облучения за счет воздействия естественных природных радионуклидов не превышает 0,7 мЗв $\times$год$^{-1}$.

Внутреннее облучение человека создается радионуклидами, попадающими с воздухом, пищей и водой внутрь организма.

Наибольший вклад в величину эффективной дозы внутреннего облучения вносят альфа- и бета- излучающие радионуклиды: радон-222 и его дочерние продукты распада (ДПР) (более 60%, торон-220 и его ДПР – 14%, калий-40 – 11%, полоний-210 – 6%). Среднее значение эффективной дозы внутреннего облучения от воздействия природных ЕРН составляет примерно 1,5 мЗв, что в два раза больше внешней составляющей дозы облучения.

Суммарная средневзвешенная годовая эффективная доза облучения человека от воздействия природных ЕРН, по данным МКРЗ, не превышает 2,2 мЗв. Необходимо отметить, что человек на интенсивность излучения естественных природных источников ионизирующих излучений непосредственно воздействовать не может (нерегулируемая компонента).

Научные открытия в области ядерной физики значительно расширили виды практической деятельности человека, что обусловило появление во внешней среде искусственных радионуклидов и техногенных источников излучения. Для обеспечения условий жизнедеятельности постоянно растущего числа жителей Земли в природную среду поступают в большем количестве ЕРН, извлекаемые из глубин Земли вместе со строительными материалами, минеральными удобрениями, углем и др.

С учетом разнообразия созданных человеком искусственных и широким использованием природных радионуклидов Нормами радиационной безопасности Украины (НРБУ-97) все воздействующие источники ионизирующих излучений (ИИИ) делятся на следующие группы:

- индустриальные ИИИ;
- медицинские ИИИ;
- радиационные аварии;
- техногенно-повышенные источники природного происхождения (ТПИПП).

Индустриальные ИИИ создаются в результате практической деятельности человека и связаны непосредственно с использованием источников излучения для достижения материальной или других видов пользы для общества. При этом может увеличиться доза, вероятность облучения или количество людей, которые при этом облучаются.

Вклад индустриальных ИИИ в условиях нормального функционирования, несмотря на высокую активность их источников, в эффективную дозу облучения не превышает 1-4%. Это достигнуто высоким уровнем их радиационной безопасности. Установленные для индустриальных ИИИ контролируемые радиационно-гигиенические величины (лимит дозы и уровни содержания радионуклидов) выбраны так, чтобы исключить возникновение соматических эффектов и ограничить на заданном уровне вероятность возникновения соматико-стохастических и генетических эффектов у лиц, которые получили облучение (табл.2).

Медицинские ИИИ включают рентгенологическую и радиологическую аппаратуру, используемую при медицинском обследовании или лечении человека. С целью уменьшения облучения населения и обслуживающего персонала установлены допустимые уровни доз от воздействия данной группы ИИИ.

Радиационные аварии характеризуются разнообразием видов и масштабов зон облучения. На случай радиационных аварий установлены допустимые уровни облучения с целью исключить возникновение соматических эффектов и снизить по возможности вероятность проявления соматико-стохастических и генетических последствия облучения у пострадавших.

Техногенно-повышенные источники природного происхождения (ТПИПП) являются результатом различных видов деятельности человека, которые направлены на обеспечение условий жизнедеятельности людей, но в продуктах их труда возрастает концентрация ЕРН и доступность их воздействия на человека.

К основным техногенно-повышенным источникам природного происхождения относятся:

- ЕРН, содержащиеся в строительном сырье и материалах;
- ЕРН в источниках питьевого водоснабжения;
- ЕРН в минеральных удобрениях;
- ЕРН в изделиях бытового назначения, изготовляемых из глины, фарфора, фаянса и стекла;

- ЕРН в минеральном сырье для красок и др.

Таблица 2

Радиационно-гигиенические регламентируемые величины характерных ситуаций облучения (НРБУ-97)

| Характерные ситуации облучения | Регламентируемые величины | | Допустимые их значения |
|---|---|---|---|
| Нормальная эксплуатация индустриальных источников ионизирующего излучения | лимит дозы, мЗв/год | эффективной | 20 (кат.А), 2 (кат.Б), 1 (кат.В) |
| | | эквивалентной | 150 (500, 500) – кат А, 15 (50, 50) – кат. Б, В |
| | уровни | допустимые | ДПа, ДКа, ДППа, ДМДа, ДЗа; ДПб, ДКб, ДПв, ДКв |
| | | контрольные | меньше или равны допустимым уровням |
| Техногенно-повышенные источники ионизирующих излучений природного происхождения | уровни | допустимые | -стройматериалы: $A_{эф} \leq 370$ Бк/кг;<br>-водоснабжение: $A_{удRn} \leq 100$ Бк/кг;<br>-минеральные удобрения: $A_{удTh,И}$ <1,9 кБк/кг;<br>-изделия из глины, фарфора, стекла $A_{эф}$ <370 Бк/кг;<br>-минеральное сырье для красок: $A_{эф} \leq 1400$ Бк/кг |
| | | контрольные | меньше или равны допустимым уровням |
| Медицинская практика | Рекомендованные уровни МОЗ | | Н< 1 мЗв – профилактическое обслуживание населения;<br>Н<5мЗв/год – обслуживающий персонал;<br>Р<10 мкЗв/ч – при радиологических процедурах |
| Радиационные аварии | уровни | допустимые | $H\sum \leq 100$мЗв; $H_{экв} \leq 500$ мЗв |
| | | контрольные | меньше или равны допустимых уровней |

Примечания:

1. Установлены следующие категории облучаемых лиц: категория А (персонал) – лица, которые постоянно или временно работают с ИИИ; категория Б – лица, которые непосредственно не заняты работой с ИИИ, но в связи с размещением рабочих мест в помещениях или зданий предприятий с радиационно-ядерными

технологиями, могут получить дополнительное облучение; категория В – все население.

Особенность ТПИПП является то, что при относительно небольших индивидуальных дозах облучения они воздействуют на большое количество людей и за счет этого создают значительный вклад в коллективную дозу облучения.

Постоянное воздействие техногенно-повышенного естественного радиационного фона на большие группы людей, несмотря на малые уровни их активности, определяет, что они дают наибольший вклад в эффективную эквивалентную годовую дозу (40-65%) .

По данным МКРЗ и НКДАР ООН 90-95% населения Земли проживает в условиях типового техногенно-повышеного естественного радиационного фона Нэф$\leq$5 мЗв$\times$год$^{-1}$, а 5-8% населения – в условиях отличных от типовых, когда Нэф>5 мЗв$\times$год$^{-1}$.

Геологические особенности расположения Украины и характер её основных отраслей промышленности обусловили, что среднегодовая эффективная доза облучения населения составляет до 6 мЗв$\times$год$^{-1}$.

Вклад постоянно воздействующих на человека основных групп источников ионизирующих излучений в величину эффективной дозовой нагрузки представлен в табл.3.

Таблица 3

Вклад основных групп ИИИ в величину годовой эффективной дозы

| Постоянно воздействующие на человека группы ИИИ | Вклад в $Н_{эф.\sum}$, % |
|---|---|
| Природные:<br>- космогенные<br>- ЕРН в окружающей среде | <br>6 –13<br>5-11 |
| Индустриальные | 1-4 |
| Техногенно-повышенные источники природного происхождения:<br>- ЕРН в объектах строительства<br>- ЕРН в источниках водоснабжения, минеральных удобрениях и др. | <br><br>65-74<br><br>14-21 |

Доминирующий вклад ЕРН объектов строительства в величину создаваемой дозовой нагрузки объясняется, в первую очередь, тем, что человек в помещениях зданий проводит до 80% времени, где облучение происходит в геометрии 4$\pi$ (на открытом воздухе 2$\pi$) и их высокой радиотоксичностью.

Источниками ионизирующих излучений, создающими внешнюю и внутреннюю составляющие эффективной дозы облучения в помещениях здания, являются:

- ЕРН в строительных материалах несущих и ограждающих конструкциях, определяющие внешнюю и внутреннюю составляющие дозовой нагрузки;
- ЕРН в подстилающем грунте под зданием, определяющие внутреннюю составляющую дозовой нагрузки.

По данным МКРЗ вклад в суммарную эффективную годовую дозу $Нэф_{\Sigma}$ для внутренней составляющей $Н_{эф}^{внутр}$ достигает 65-76%, для внешней $Н_{эф}^{внеш}$ - 24-35%.

Основой для производства строительных материалов (изделий) служат горные породы, радиоактивность которых определяется содержанием в них естественных радионуклидов урано-радиевого и ториевого рядов и калия-40.

Радиоактивность строительных материалов оценивается содержанием в них естественных радионуклидов радия-226, тория-232 и калия-40 по величине их удельной активности $А_{удRa\ (Th,\ K),}$ Бк/кг, характеризующей активность каждого радионуклида в единице массы строительного материала. Доминирующая роль радия-226, тория-232 и калия-40 при оценке радиоактивности строительных материалов определяется тем, что это высокоэнергетичные α, β, γ – излучатели; их периоды полураспада значительно превышают срок эксплуатации зданий; продуктами распада радия-226 в урановом и радоно-224 в ториевом ряду являются радиоактивные газы радон-222 и торон-220 (изотопы).

Для оценки и сравнения радиоактивности различных видов строительных материалов используется величина эффективной удельной активности Аэф, Бк/кг:

$$А_{эф} = А_{уд}Ra + 1{,}31хА_{уд}\ Th + 0{,}085хА_{уд}\ K, \qquad (1)$$

где 1,31; 0,85 – взвешивающие коэффициенты тория-222 и калия-40 по отношению к радию-226 соответственно.

Изотопы радона (радон-222 и торон-220) и их дочерние продукты распада (ДПР) определяют до 75% внутренней составляющей годовой дозы облучения человека.

Радон-222 и торон-220 (изотопы радона), наиболее весомые по вкладу в дозу облучения их всех известных естественных радионуклидов, являются невидимыми, не имеющими вкуса и запаха

инертными радиоактивными газами, они в 7,5 раз тяжелее воздуха, их распад сопровождается 100% альфа излучением.

Они наиболее опасны при попадании вместе с воздухом в организм человека, как источники внутреннего облучения.

Анализ дочерних продуктов распада радона-222 и торона-220 показывает, что они являются короткоживущими радионуклидами и их распад сопровождается высокоэнергетичными α и β – излучениями. Это определяет повышенную радиационную опасность ДПР изотопов радона.

Воздействие радона-222 и торона-220 и короткоживущих продуктов их распада (полоний-218, свинец-214, висмут-214 для радона-222 и полоний-216, свинец-212, висмут-212 для торона-220) определяет получаемую дозу внутреннего облучения.

Значимость радона-222, торона-220 и их ДПР на величину дозы внутреннего облучения объясняется также тем, что из трех путей поступления радионуклидов в организм (при вдыхании воздуха, загрязненного радиоактивными веществами, через желудочно-кишечный тракт и кожу) наиболее опасен первый. Это объясняется двумя причинами: во-первых, большим объемом легочной вентиляции (объем воздуха, вдыхаемого взрослым человеком из населения, принимается равным $7{,}3 \cdot 10^6$ л/год, а необходимое количество воды, входящей в состав пищевых продуктов или поступающей в виде жидкости – 800 л/год); во-вторых, более высокими значениями коэффициентов усвоения, характеризирующих долю отложившихся в организме радиоактивных веществ по отношению к поступающей внутрь активности. Пылевые частицы, на которых сорбированы радиоактивные изотопы радона и их ДПР, при вдыхании воздуха проходят через верхние дыхательные пути и частично оседают в полости рта и носоглотки. Отсюда пыль поступает в пищеварительный тракт. Остальные частицы проникают в легкие. Степень задержки аэрозолей в легких зависит от их дисперсности.

Частицы вдыхаемого воздуха, размеры которых не превышают 1 мкм, согласно данным МКРЗ, распределяются следующим образом; вдыхается 35%; осаждается в верхних дыхательных путях 30%; осаждается в альвеолах легких 25%, из них около 8% откладывается в трахеях легких. При уменьшении размеров аэрозолей число задерживаемых частиц увеличивается.

Из всех рассмотренных групп ИИИ наибольший вклад (более 60%) в коллективную дозу облучения населения вносят ЕРН,

содержащиеся в строительных материалах ограждающих и несущих конструкций и в подстилающих грунтах под зданиями. С учетом того, что данные ионизирующие источники относятся к группе ТПИПП и являются результатами трудовой деятельности, то человек может и должен управлять интенсивностью их излучений. Это отвечает требованиям рекомендаций МКРЗ по обеспечению радиационной безопасности человека - управлению, в первую очередь, подлежат те источники ионизирующего излучения, которые дают наибольший вклад в суммарную дозу и на интенсивность излучения которых человек может воздействовать.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Нормы радиационной безопасности Украины (НРБУ-97)- Київ: МОЗ, 1997

2. Козлов В.Ф. Справочник по радиационной безопасности- М.: Энергоатомиздат, 1981.

3. Крисюк Э.М. Радиационный фон помещений. – М.: Энергоатомиздат, 1989

**УДК 614.839**

# ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗГАСАННЯ УДАРНОЇ ПОВІТРЯНОЇ ХВИЛІ У ДОВГИХ КАНАЛАХ

**Бєліков А.С.[1], Налисько М.М.[2], Голянич І.А.[3]**

[1] д-р техн. наук, професор, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, м. Дніпропетровськ, Україна

[2] канд. техн. наук, доцент, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, м. Дніпропетровськ, Україна

[3] студент, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, м. Дніпропетровськ, Україна

**Анотація:** Проведено дослідження характеру згасання амплітуди тиску та швидкості фронту ударної повітряної хвилі при її розповсюдженні у довгих каналах. В роботі використовувалась математична модель ударної труби яка дозволяє проводити чисельний експеримент по формуванні та розповсюдженні ударних повітряних хвиль у циліндричному каналі.

**Ключові слова:** ударна повітряна хвиля, надлишковий тиск, швидкість згасання, ударна труба.

**Аннотация:** Проведено исследования характера затухания амплитуды давления и скорости фронта ударной воздушной волны при ее распространении в протяженных каналах. В работе использовалась математическая модель ударной трубы, которая позволяет проводить численный эксперимент по формированию и распространению ударных воздушных волн в цилиндрическом канале.

**Ключевые слова:** ударная воздушная волна, избыточное давление, скорость затухания, ударная труба.

**Abstract:** The investigation of the nature and amplitude attenuation of the pressure shock wave front air speed as it propagates in extended channels. We used a mathematical model of the shock tube, which allows the numerical experiment on the formation and propagation of shock waves in a cylindrical air channel.

**Keywords:** air shock wave, the overpressure, the rate of decay, shock tube.

**Аналіз останніх дослджень та постановка проблеми.** До особливої групи вибухонебезпечних об'єктів відносяться технологічні процеси та виробництва де використовуються вибухонебезпечні рідини та гази. Основною причиною вибухів на виробництві є людський фактор, виключити вплив якого практично неможливо. Незважаючи на це такі виробництва повинні бути небезпечні для персоналу та обладнання і будівель у разі виникнення аварійних ситуацій. Дослідження ударних повітряних хвиль, що виникають при аваріях на подібних виробництвах важливо для розуміння їхньої природи. На основі цих знань удосконалюються методи та засоби захисту від їхньої руйнівної дії при техногенних аваріях, розробляються технологій будівництва з використанням енергії вибуху.

**Мета дослідження.** Визначення характеру зміни параметрів та кількисних їх показників при розповсюдженні ударної повітряної хвилі у довгих каналах.

**Виклад основного матеріалу.** Один з вражаючих факторів газового вибуху є ударна повітряна хвиля (УПХ). Вона поширюється на значні відстані й становить основну небезпеку для персоналу та споруджень [1]. Однією із задач визначення параметрів поширення ударної повітряної хвилі є встановлення ступеня її згасання в залежності від відстані до місця вибуху. Ослаблення ударної хвилі (зменшення амплітуди, швидкості, часу дії позитивної фази тиску $\tau+$, імпульсу) у більшості досліджень розглядаються як зменшення надлишкового тиску у фронті хвилі. Ступінь зменшення амплітуди хвилі виражається у вигляді коефіцієнта згасання:

$$\Delta P_2 = k_з \, \Delta P_1, \qquad (2.1)$$

де $\Delta P_1$, $\Delta P_2$ – надлишковий тиск у фронті ударної хвилі на початку й в кінці певної відстані;

$k_{зат}$ –коефіцієнт згасання.

Ґрунтуючись на цьому визначимо залежність амплітуди ударної хвилі від початкового тиску вибуху та відстані поширення хвилі. Тому функція відклику експерименту – ΔР, МПа, фактори – $P_{нач.}$, МПа та L, м:

$$\Delta P = f\,(P_{нач.}, L).$$

Для проведення досліджень у роботі використовувалися метод планування експерименту, проведення численного експерименту, спостереження за параметрами фронту ударної повітряної хвилі та їх

реєстрація, аналіз експериментальних даних, узагальнення результатів аналізу.

Для експериментального дослідження газодинамічних параметрів розповсюдження ударних повітряних хвиль традиційно застосовується лабораторне устаткування – ударна труба [1, с.47]. В роботі використовувалась математична модель ударної труби яка дозволяє проводити чисельний експеримент по формуванні та розповсюдженні ударних повітряних хвиль у циліндричному каналі.

Ударна труба – це циліндричний канал розділений на дві секції: секцію високого тиску (вибухова камера) та секцію розвантаження по який розповсюджується ударна повітряна хвиля (рис. 2.1). Віртуальна лабораторія це комп'ютерна програма у якій реалізована математична модель газодинамічного процесу на основі численного рішення рівнянь Ейлера методом великих часток. У віртуальній лабораторії генерація ударної повітряної хвилі виконується джерелом миттєвого фізичного об'ємного вибуху який розташований в секції високого тиску.

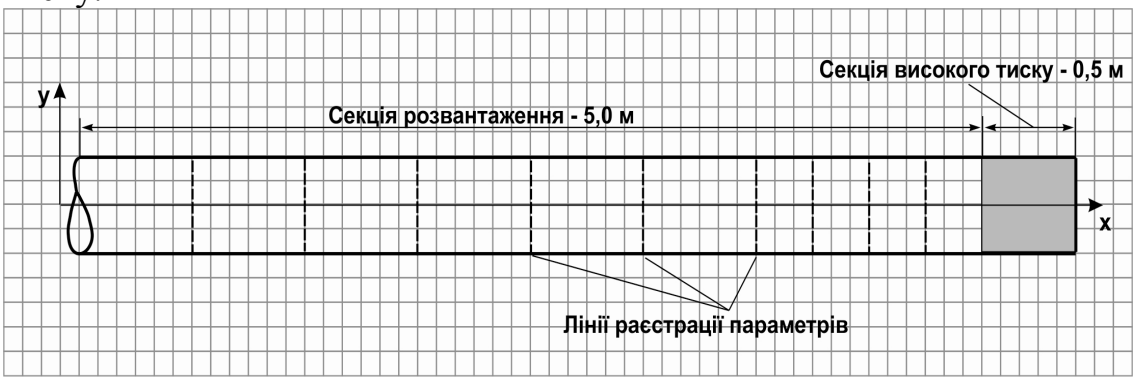



Рисунок 2.1 – Схема дослідницької ударної труби

Параметри ударної труби які можливо змінювати у віртуальній лабораторії: довжина секцій труби (високого тиску та секції розвантаження), діаметр труби, початковий тиск у вибуховій камері, коефіцієнт теплообміну газового потоку з стінками труби, щільність газового середовища.

Варіювання для начального тиску вибуху $P_{нач.}$ було прийнято на рівнях 0,5; 1,0; 2,0 МПа. Варіювання довжини шляху розповсюдження хвилі до точок реєстрації параметрів обирались з урахуванням апріорної інформації про те, що згасання амплітуди не є лінійною функцією. Тому на близький відстані від вибуху точки реєстрації встановлені частіше, далі рідше. Рівні варіювання довжини L

встановлені на рівнях: 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0 м.

Методика проведення чисельного експерименту у віртуальній лабораторії – ударна труба полягає в наступному: після запуску програми у формі початкових даних встановлюються необхідні параметри (рис. 2.2). Чисельний експеримент виконувався для фіксованого об'єму газового вибуху V = 0,3925 м$^3$, діаметр каналу $d_т$ = 1,0 м, довжина секції високого тиску $L_{в.т.}$ = 0,5 м, довжина секції розвантаження $L_р$ = 5,0 м.

У графічному вікні програми, при виконанні розрахунку відображаються графіки тиску, швидкості температури та щільності газового середовища.

```
 --- Новый расчет  -----

Значение параметров из предыдущего расчета:

Длина загазированной секции   i2= 0.10 м
Длина уд.трубы от загаз.обл.  i1= 6.00 м
Диаметр ударной трубы         j1= 2.00 м
Давление взрыва в загаз.обл.   P= 0.50 МПа
Коэфициент теплообмена      alfa= 10.0 Вт/(м2*К)
Плотность газов взрыва       ROv= 1.29 кг/м3
Плотность воздуха (атм.)    ROat= 1.29 кг/м3

Изменять параметры? ([Д]а/[Н]ет)

Задайте длину загазированной области, м (то 0 до 5 м): i2=0.5
Задайте длину канала от загаз.области,м (от 1 до 10 м): i1=5
Задайте диаметр ударной трубы, м (от 0,3 до 2,5 м): j1=1
Давление взрыва в загаз.секции, МПа (от 0.2 до 3) P=2
Коэф.теплообмена газ-стенка, Вт/м2*К (от 1 до 10000) alfa=10
Плотность газов взрыва, кг/м3 (от 0,10 до 10,00) ROv=1.29
Плотность воздуха (атм.), кг/м3 (от 0,10 до 10,00) ROat=1.29_
```

Рисунок 2.2 – Форма початкових даних

За цими графіками виконується реєстрація параметрів на лініях-маркерах, які розташовані уздовж осі каналу (рис. 2.3). Запис даних виконується в момент проходу максимуму амплітуди хвилі до відповідної лінії-маркеру.

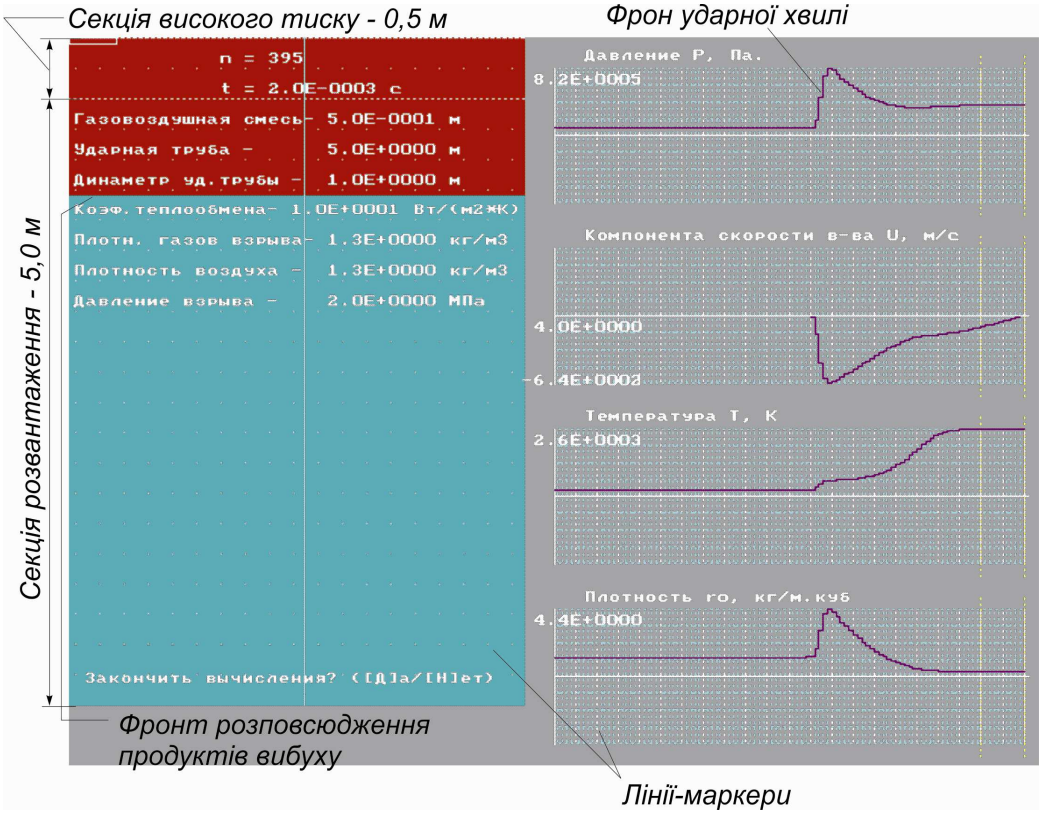



Рисунок 2.3 – Форма розрахунку газодінамічного процесу розповсюдження ударної повітряної хвилі

Таким чином були отримани таблиці реєсирації параметрів розповсюдження фронту ударної повітряної хвилі в ударній трубі у трьох серіях. За цими таблицями побудовані графіки залежності амплітуди тиску та швидкості у фронті УПХ від відстані до вибуху.

Графічний аналіз характеру згасання ударної хвилі в залежності від довжини розповсюдження та початкового риску вибуху показав, що коефіцієнт згасання ударної хвилі з відносно великою амплітудою значно вищій ніж при відносно нижчих амплітудах [3]. Це добре з рис. 2.4. Про це також свідчить і аналогічний характер згасання швидкості розповсюдження ударної хвилі.

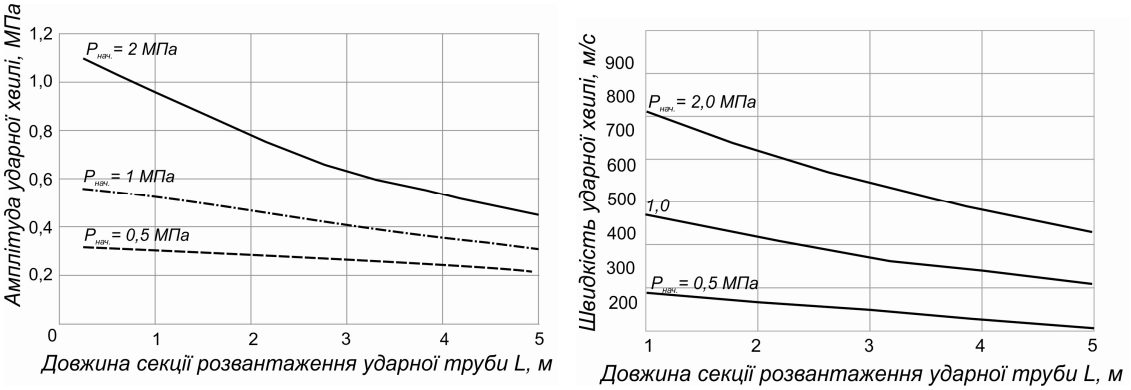



Рисунок 2.4 – Графічне зображення згасання ударної повітряної хвилі по амплітуді тиску та швидкості

Коефіцієнти згасання амплітуди у трьох серіях експериментів визначаємо по відношенню амплітуд у кінці каналу до амплітуди на початку каналу де сформувався стійкий фронт ударної хвилі (табл. 2.1). Значення $k_з$ наведено у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Коефіцієнти згасання амплітуди у трьох серіях експериментів

| | *2,0 МПа* | *1,0 МПа* | *0,5 МПа* |
|---|---|---|---|
| $k_з = \frac{A_2}{A_1}$ | 0,40 | 0,55 | 0,7 |

З таблиці 2.2 видно, що для серії експериментів з початковим тиском 2,0 МПа амплітуда ударної хвилі зменшується на 60% (з 1,1 до 0,45 МПа) на довженні шляху 5,0 м. Для серії 1,0 МПа зменшення відбувається на 45% (з 0,56 до 0,31 МПа). Для 0,5 МПа зменшення становить 30% (з 0,31 до 0,22 МПа). Тому, ударні повітряні хвилі з невеликим але небезпечним для людини тиском у фронті хвилі розповсюджуються на великі відстані, за рахунок меншого коефіцієнту згасання. З графіка рис. 4 також можна встановити що зменшення амплітуди ударної хвилі у 4 рази веде до збільшення відстані розповсюдження у 2 рази (коефіцієнт згасання 0,7 проти 0,4).

Для практичного застосування отриманих результатів необхідно виконати апроксимацію графічних залежностей функціональними рівняннями. Апроксимація була виконана за допомогою табличного процесора Excel. На рис. 2.5 відображені лінії апроксимації експоненціальною функцією експериментальних графіків. На рис. 2.5 також наведені функції апроксимації та рівень достовірності функцій апроксимації.

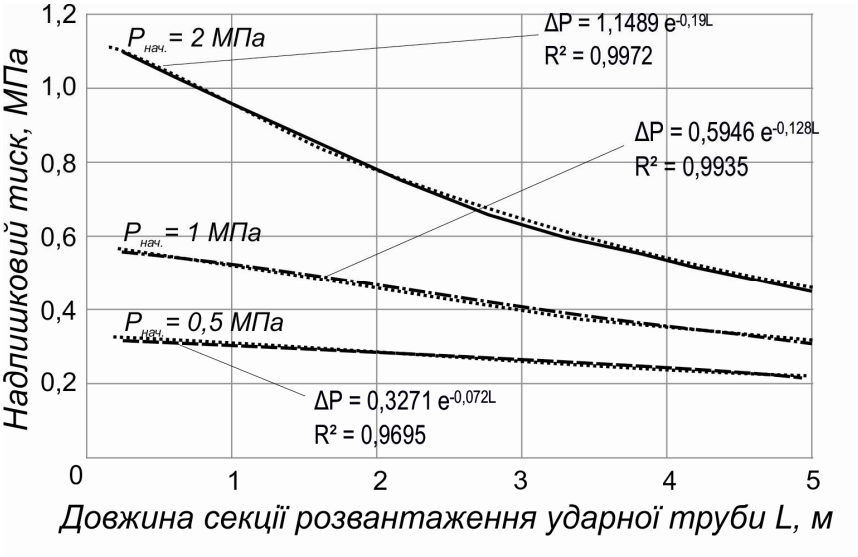



Рисунок 2.5 – Апроксимація експериментальних даних згасання тиску експоненціальними функціями

Отримані експоненціальні функції досить близько апроксимують експериментальні дані. Про це свідчать рівні достовірності апроксимації (табл. 2.3).

Таблиця 2.3 – Функції апроксимації експериментальних даних

| Початковий тиск, МПа | Експоненціальна функція апроксимації | Рівень достовірності апроксимації |
|---|---|---|
| 2,0 | $\Delta P = 1{,}1489\ e^{-0{,}19L}$ | $R^2 = 0{,}9972$ |
| 1,0 | $\Delta P = 0{,}5946\ e^{-0{,}128L}$ | $R^2 = 0{,}9935$ |
| 0,5 | $\Delta P = 0{,}3271\ e^{-0{,}072L}$ | $R^2 = 0{,}9695$ |

Але отримані залежності є однофакторні (табл. 2.3) і застосовуються тільки для трьох значень початкового тиску, що дуже звужує область їхнього застосування. Для отримання більш універсальної апроксимації необхідно знайти двофакторну функцію $\Delta P = f(P_{нач.}, L)$, яка уявляє собою поверхню (рис. 2.6).

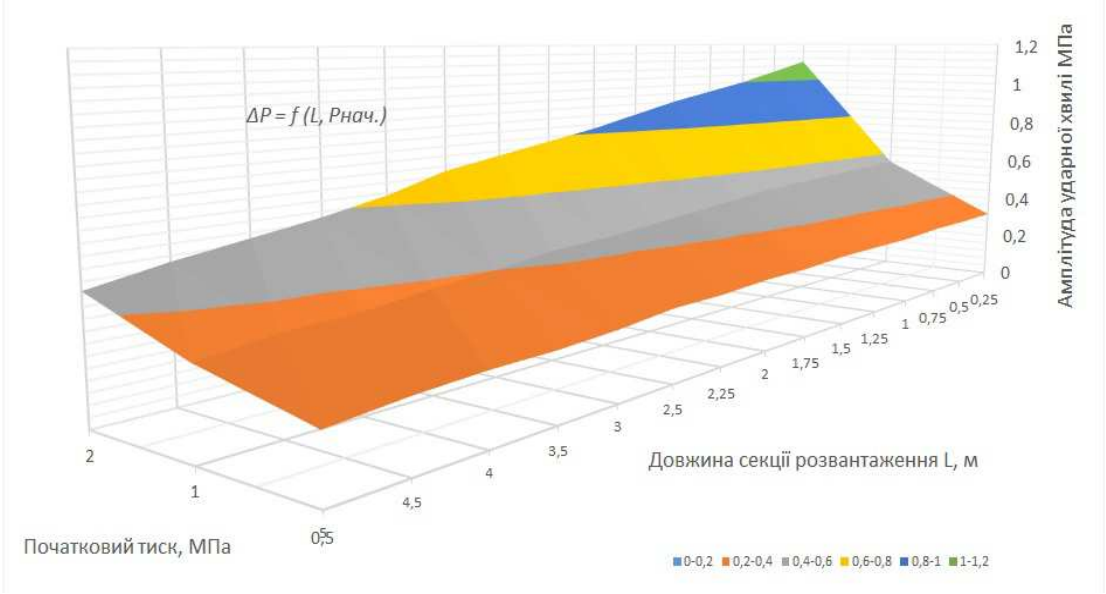



Рисунок 2.6 – Поверхня функції $\Delta P=f(L,\ P_{нач.})$ за експериментальними даними

Для визначення шуканої функції застосовано метод найменших квадратів, за допомогою якого отримано степеневе рівняння регресії:

$$\Delta P = 0{,}51\frac{P_{нач}^{0,71}}{L^{0,21}} \qquad (2.2)$$

де L – довжина шляху, м;

$P_{нач.}$ – початковий тиск вибуху, МПа.

Статистичні характеристики рівняння (2.2):

– похибка відхилення $\delta = 3{,}5\cdot10^{-3}$;

– середнє квадратичне відхилення складає $R^2= 5{,}9\cdot10^{-2}$.

Невеликі значення коефіцієнтів $R^2$ і $\delta$ вказують на хороший опис отриманими залежностями, процесів, що відбуваються.

Отримане рівняння (2.2) достатньо добре апроксимує процес згасання амплітуди ударної повітряної хвилі в залежності від пройденого шляху та початкового тису вибуху, але на процес згасання також впливають інші характеристики газового вибуху: об'єм газу що вибухнув та площа поверхні розвантаження та інше. Тому для більш точного прогнозування параметрів розповсюдження ударної повітряної хвилі необхідно проводити додаткові дослідження. Рівняння (2.2) можливо застосовувати для оцінки амплітуди ударної хвилі.

**Висновки.** Дослідженнями встановлено, що згасання ударної повітряної хвилі має експоненціальний характер; завдяки експоненціальному характеру згасання амплітуди, коефіцієнт згасання ударних хвиль з відносно невеликим надлишковим тиском значно менший ніж у хвилях з більшим тиском у фронті. Тому "слабки" ударні повітряні хвилі поширюються на значні відстані; отримане функціональне рівняння дозволяє визначити тиск у фронті ударної повітряної хвилі в залежності від двох істотних факторів: початкового тиску вибуху та довжини пройденого шляху.

**Список використаних джерел**

1. Гурин А.А., Малый П.С., Савенко С.К. Ударные воздушные волны в горных выработках.– М.: Недра, 1983.– 223 с;

2. Стрельчук Н.А., Мишуев А.В., Ананьев В.Н. Взрывное горение газовоздушной смеси в помещениях вытянутой формы и каналах. //В кн.: Всесоюзная научн.-техн. конференция "Проблемы взрывобезопасности технологических процессов" (28-30 окт.1980 г.): Тез. докл./ВНИИТЕХП.– Черкассы: НИИТЭХИМ. – 1980. – С. 19-20;

3. Цейтлин Я.И., Смолий Н.И. О действии слабых ударно-воздушных волн при взрывах на карьерах и стройплощадках // Взрывное дело. – 1980. – Сб. №82/39. – С.232-247.

**Аннотация:** Проведено исследования характера затухания амплитуды давления и скорости фронта ударной воздушной волны при ее распространении в протяженных каналах. В работе использовалась математическая модель ударной трубы, которая позволяет проводить численный эксперимент по формированию и распространению ударных воздушных волн в цилиндрическом канале.

**Ключевые слова:** ударная воздушная волна, избыточное давление, скорость затухания, ударная труба.

**Abstract:** The investigation of the nature and amplitude attenuation of the pressure shock wave front air speed as it propagates in extended channels. We used a mathematical model of the shock tube, which allows the numerical experiment on the formation and propagation of shock waves in a cylindrical air channel.

**Keywords:** air shock wave, the overpressure, the rate of decay, shock tube.

**© Бєліков А.С., Налиško М.М., Голянич І.А., 2016**

УДК 630*181.351

# ІНВАЗІЇ ІНТРОДУКОВАНИХ ЛІСОВИХ ПОРІД В УРБАНІЗОВАНИХ ЛАНДШАФТАХ СХІДНОГО ПОЛІССЯ

**Дем'яненко Л.В.[1], Корма О.М.[2], Мельников С.В.[3]**
[1] кандидат сільськогосподарських наук, Чернігівський Національний технологічний університет, м. Чернігів, Україна;
[2] кандидат біологічних наук, Чернігівський Національний технологічний університет, м. Чернігів, Україна;
[3] кандидат педагогічних наук, Чернігівський Національний технологічний університет, м. Чернігів, Україна;

Протягом останніх трьох десятиліть у світі спостерігається прискорена, стихійна, безвідповідальна і безграмотна інтродукція рослин та тварин. У нових місцях життя вони не мають природних ворогів та хвороб, відсутні також і системи захисту від них. Інтродуценти витісняють або пригнічують усі корінні види рослинності також і лісові породи, знижують біологічну продуктивність екосистем, зачастую види-іноземці є отруйними та алергенами. Економічний збиток від них у багатьох країнах світу обраховується десятками і сотнями мільярдів доларів.

Занесення чужерідних видів та їх розповсюдження можуть викликати незворотні екологічні катастрофи у регіонах, де їх розповсюдження стає не конторольованим. Відповідно, проблема інвазій на початку XXI століття стає найважливішою у плані забезпечення екологічної безпеки будь якої країни.

У нинішній час клен ясенелистий (*Acer negundo*) у кліматично-грунтових умовах Східного Полісся – небезпечний для місцевої флори інтродукований вид. У міських та сільських ландшафтах – злісний бур'ян, формує суцільні хащі, домінує у заплавних лісах, повністю припиняє відновлення верб, тополь та інших рослинних видів. За нашими дослідженнями деревостани різного віку в умовах Новгород-Сіверського Полісся мають наступні таксаційні показники (табл.).

Пробна площа №1 закладена на узбіччі автомобільної траси Чернігів – Новгород-Сіверський. Зарослі клену у багатьох місцях вже створили суцільний тунель, у якому полотно асфальтованої дороги залишається відкритим лише завдяки руху крупногабаритного автотранспорту. Обочини на дорогах відсутні повністю і машини в

аварійних ситуаціях не можуть на них виїхати (рис.1). Загалом лише по Чернігівській області протяжність таких «тунелів» складає більше 7 тис. км.

Таблиця. Середні таксаційні показники деревостанів клена ясенелистого в умовах Східного Полісся

| № ППП<br>Площа, га | Склад насадження, од | Вік, років | Середні | | Повнота | | Густота, шт./га | Запас, $м^3$/га | Середня зміна запасу, $м^3$/га |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | діаметр, см | висота, м | абсол. $м^2$/га | Відносна, од | | | |
| 1/0,10 | 10Кля | 9 | 8,6 | 10,2 | 21,26 | 0,95 | 5890 | 190 | 21,1 |
| 2/0,12 | 10Кля | 15 | 11,8 | 13,4 | 31,02 | 1,03 | 2825 | 308 | 20,5 |
| 3/0,10 | 10Кля | 18 | 12,5 | 15,0 | 33,26 | 1,2 | 2653 | 324 | 18,0 |
| 4/0,05 | 10Кля | 1 | - | - | - | - | 33000 | - | - |

Рис. 1. Автомобільна дорога сполучення Чернігів-Новгород-Сіверський (фото 2015 р.).

Окремі дерева, в результаті природного відпаду падають на дорогу, створюючи аварійні ситуації.

Пробні площі №№ 2 і 3 закладені на території бувших підприємств «Сільгоспхімія» та «Сільгосптехніка» с. Грем'яч Новгород-Сіверського району. Клен ясенелистий на даних площах повністю витіснив деревні, а також трав'яні види місцевої флори. На пробній площі №3 наявні лише два екземпляри дерев з діаметрами 38 та 40 см, які є стиглими насінниками, усі інші мають паросткове походження, ростуть кущами по 8 – 14 екземплярів з діаметрами від 3 до 16 см. Насадження сформувалося після вирубування кленів насіннєвого походження.

Поряд із даними насадженнями, на полі, засіяному озимою пшеницею, (ПП №4) протягом літа на відстань 20 – 30 м від його стіни з'явилися сходи клена ясенелистого у кількості 33000 шт./га.

Вчені всього світу б'ють тривогу: на сьогодняшній день клен ясенелистий дуже широко розповсюджений у всіх кліматичних зонах. За екологічними, економічними та медичними наслідками клен займає перше місце серед приблизно 50-ти інвазійних видів-чужеземців.

В Україні нажаль відсутня програма комплексного природокористування, яка мала би вирішувати екологічні аспекти наслідків інтродукції. Природоохоронні відомства розрізнені, нерідко дублюють роботу одне одного, при цьому багато які аспекти не регулюються і не контролюються, не проводиться моніторинг навколишнього середовища. Це у значній мірі стосується і клена ясенелистого, який законодавчо відноситься до зелених насаджень третьої категорії (малоцінних), в силу чого вирубка або пошкодження його без відповідних документів тягне за собою адміністративну відповідальність. Між тим колосальна швидкість розповсюдження так званого у народі місцевого «бамбука» залишає мало часу для різних бюрократичних процедур і постійно збільшує майбутні витрати із викорінення виду. Швидкими темпами заростають у селах нежилі подвір'я (рис. 2), вулиці, парки, кладовища, дороги.

В Україні, особливо у її поліських кліматичних областях, назріла нагальна необхідність на всіх рівнях законодавчої та виконавчої влади визнання даного інтродуцента інвазійним видом із віднесенням його до карантинних бур'янів та застосуванням відповідних господарських заходів з метою стримування росту його популяції.

Рис. 2. Зарослі клена ясенелистого на подвір'ях с. Смяч Чернігівської обл..Новгород-Сіверського району (фото 2015 р.).

Ще складніше складається ситуація із заростями іншого інтродуцента – акації білої *(Robinia pseudoacacia)*, яка переважає в урбанізованих ландшафтах центральних та південних районів Чернігівської та Сумської областей. Біологічні особливості цієї породи створюють великі проблеми із вивченням її деревостанів, а також із вирубуванням і прибиранням, особливо молодої порослі.

Являючись породою оліготрофом, акація біла в умовах Полісся має високу інтенсивність росту і витісняє аборигенні породи із насаджень. Особливого клопоту ця порода завдає лісівникам, на ділянках, де поселяється акація, вже нічого рости не зможе, часто це призводить до повної загибелі культур сосни звичайної та інших порід. Робітники лісового господарства у Сумській області розробили і використовують на практиці засоби боротьби із заростями акації наступним чином: протягом літа скошують поросль акації кущорізом, не даючи їй здерев'яніти. Останній укіс роблять у серпні місяці, щоб молода поросль з'явилася напередодні настання заморозків, які їх пошкоджують разом із кореневою системою. Рано навесні на таких ділянках садять швидкоростучу породу (березу, тополю), яка заглушує і, з часом, витісняє акацію із насаджень.

Наведені факти вказують на необхідність вживання заходів із запобігання розповсюдження названих інтродуцентів і в першу чергу

- видалення насінників кленів, які продукують до мільйона насінин-крилаток, здатних осіменяти десятки гектарів землі за один рік. У багатьох випадках для боротьби із інвазіями цих видів виправданим буде і застосування хімічних препаратів – арборицидів.

Висновки:

1.В умовах кліматичної області Східного Полісся заборонити уведення до біоценозів лісових порід-інтродуцентів, розмноження яких неможливо контролювати.

2. Лісові породи клен ясенелистий (*Acer negundo*) та акацію білу *(Robinia pseudoacacia),* які є інтродуцентами, необхідно визнати інвазійними видами із метою застосування необхідних заходів, спрямованих на стримування росту їх популяції та поступового зменшення і викорінення цих видів.

# КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІ МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ

**Жигулін О.А.**[1]

[1] кандидат технічних наук, доцент, Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів та природокористування України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, Україна

**Постановка проблеми**. Програма розвитку України на 2013-2020 роки передбачає переорієнтацію підприємств із стратегії економічного зростання на стратегію підвищення рівня їх конкурентоспроможності. Дана диверсифікація стосується всіх підсистем системи управління підприємством, в т.ч. і методів управління охороною праці. В даний час актуальною є проблема формування методів управління охороною праці на конкурентоспроможному підприємстві.

Огляд наукової літератури та публікацій. У сфері менеджменту охорони праці вагомих результатів домоглися Ткачук К. М., Зеркалов Д. В., Ткачук К. К., Митюк Л. О., Полукаров Ю. О. [1, 2] та ін. Автори рекомендують використовувати системний, бюджетний і нормативний підходи до управління охороною праці на підприємстві.

**Виділення невирішеної частини проблеми**. Разом з тим, в працях вчених відсутні результати досліджень з виявлення особливостей методів управління охороною праці на конкурентоспроможному підприємстві, що і визначило актуальність даної роботи.

**Мета** дослідження: формування методів управління охороною праці на конкурентоспроможному підприємстві.

**Опис основного матеріалу дослідження**. Традиційний менеджмент охорони праці полягає в контролі за дотриманням на підприємстві нормативів (рис. 1). Він не залежить від рівня конкурентоспроможності підприємства. Дотримуватися нормативів з охорони праці слід як в періоди зростання ділової активності підприємства, так і при її спаді.

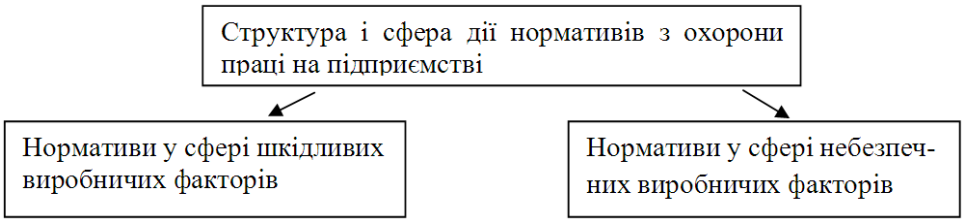



Рис. 1. Структура і сфера дії нормативів з охорони праці на підприємстві

Розглянемо особливість управління охороною праці на етапі конкурентоспроможного розвитку підприємства.

Показником конкурентоспроможності підприємства є частка на ринку, яка прямо пропорційна потенціалу його конкурентоспроможності. Останній оцінюється за ефективністю функціонування таких підсистем:

1) фінансової: грошове вираження частки на ринку через дохід (виручку) від реалізації товарів, а також забезпечення підприємства фінансами (внесок в рівень потенціалу конкурентоспроможності - 5%);

2) формування продукту - 20%, рекламування - 8%, збут - 7% і ціноутворення - 15%: співвідношення маркетингових компонент (відношення якісних атрибутів продукту до ціни) забезпечує лояльність споживача;

3) виробництво - 15% і інвестиції - 10%: оцінюється наявність на підприємстві орієнтованих на завоювання лояльності споживача бізнес-процесів;

4) персонал - 15% і витрати - 5%: свідчать про рівень навчання і мотивації персоналу за допомогою бізнес-процесів випускати кращий для споживача товар і цим завойовувати його лояльність.

Ваговий внесок підсистем підприємства у формування потенціалу його конкурентоспроможності визначався методом економічного метричного моделювання за результатами роботи підприємств Чернігівського регіону за 2015 рік (туризм, машинобудівна промисловість, агропромисловий комплекс).

Особливість організації та охорони праці працівників конкурентоспроможних підприємств представлена в табл. 1.

Персонал конкурентоспроможних підприємств самовиражаючись створює той продукт, який відповідає вектору переваги (фактору лояльності) споживача до товару (креативно-диференційований, економний або якісний). Завданням менеджменту охорони праці є облік психофізіологічних особливостей працівників і базової конкурентної стратегії підприємства в ході забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці. Облік даної особливості праці дозволяє управляти процесом розробки і застосування нормативів з охорони праці на сучасному конкурентоспроможному підприємстві.

Таблиця 1

Особливість організації та охорони праці працівників конкурентоспроможних підприємств

| Підсистеми системи управління персоналом | Базовая конкурентна стратегія підприємства | | |
|---|---|---|---|
| | Інноваційно-креативна диференціація | Лідерство у витратах | Висока якість |
| Підбір | Інтуїтив-творчі особистості | Динаміки-сенсорики | Статики-раціоналізатори в сфері якості |
| Розстановка | Створення безпечних і нешкідливих творчих умов праці | Забезпечення умов для безпечної і нешкідливої високопродуктивної праці | Створення безпечних і нешкідливих умов для раціоналізаторства в сфері якості |
| Адаптація | Зближення співробітників в ході творчих заходів | Змагання на динамічність | Спільна участь в гуртках якості |
| Мотивація | Премії за інно-вації а сфері креативної диференціації продукту | Премії за зростання продуктивності праці | Премії за раціоналізацію в сфері якості |
| Оцінка | Атестація на спроможність до безпечного виконання творчих завдань | Атестація на спроможність до безпечного виконання напружених норм виробітку | Атестація на спроможність до безпечної раціоналізації в сфері якості |
| Звільнення | Звільнення за невиконання умов контракту про інновації та охорону праці | Звільнення за невиконання умов контракту про високу продуктивність та охорону праці | Звільнення за невиконання умов контракту про раціоналізацію щодо якості та охорону праці |

Результати аналізу проблем охорони праці на конкурентоспроможних підприємствах з різною конкурентною стратегією представлені в табл. 2.

Дані табл. 2 свідчать про те, що на конкурентоспроможних підприємствах спостерігається зростання інтенсифікації праці не за рахунок адміністративно-розпорядчого впливу адміністрації, а в ході природного прагнення працівників до самовираження через трудову діяльність.

Таблиця 2

Проблеми охорони праці на конкурентоспроможних підприємствах

| Проблеми | Базова конкурентна стратегія підприємства | | |
|---|---|---|---|
| | Інноваційно-креативна диференціація | Лідерство в витратах | Висока якість |
| Інтенсифікація праці та її причина | Інтенсивна творча праця. Самовираження у творчій сфері | Інтенсивна динамічна праця. Самовираження в динамічному виробництві | Інтенсивна раціоналізаторська праця. Самовираження у сфері досягнення високого рівня якості товару |
| Професійні захворювання, як слідство інтенсифікації праці | 1.Перукарі - варикозне розширення вен, дерматит. 2.Співаки і диктори - хвороби гортані. 3.Ску-льптори і гітаристи - хвороби рук (артроз суглобів пальців). 4. Дизайнери і журналісти - хвороби очей, кофеманія, безсоння. 5.Художники - онкозахворювання через канцерогенні складові фарби | 1.Водії сільськогосподарської техніки - хвороби опорно-рухового апарату (остеохондроз, радикуліт та ін.). 2. Доярки, скотарі, телятниці, свинарки, пташниці – хвороби периферійної нервової системи, простудні захворювання, хвороби шкіри і зоонозні інфекції. 3.Трактористи і комбайнери - хвороби опорно-рухового апарату, вібро хвороба, рак стравоходу | 1.Токарі в майстернях агротехніки - хвороби м'язів, кісток, суглобів, варикозне розширення вен. 2. Працівники аграрного машинобудування - туговухість, вібраційна хвороба. 3. Викладачі агротехнічних навчальних закладів - варикозне розширення вен, хвороби гортані |
| Травмонебезпека інтенсифікованої праці | 1. Перукарі –порізи рук 2. Співаки та диктори - гострий ларингіт; 3. Офіціанти – порізи рук 3. Артисти - непритомність через неправильну дієту і стреси 4. WEB-дизайнери та програмісти - утиск кистьового нерва | 1 .Водії агротехніки – дорожньо-транспортний травматизм. 2. Доярки –травмування тваринами. 3. Трактористи і комбайнери – травмування при запуску двигуна, регулюваннях на ходу т. ін. 4.Робітники елеваторів – опіки при вибуху пилу | 1. Токарі аграрних майстерень – ураження очей металевою стружко-ю, травмування рухомими частинами машин. 2. Збирачі – травми важкими деталями . 3. Слюсарі-ремонтники – порізи, садна, травмування механізмами |

Завданням менеджменту охорони праці є не ініціювання даного процесу, а зниження ризику захворювання і травмування працівників під час його протікання.

Рекомендується використовувати такі методи управління охороною праці на конкурентоспроможному підприємстві:

1. Метод організації охорони праці: Встановлення небезпек і шкідливостей виробництва в галузі. Включення інформації про них в нормативно-правові акти з охорони праці (правила безпеки, інструкції з охорони праці працівників та ін.). Розробка комплексу заходів і засобів з нейтралізації їх впливу на трудящих. Регулярне інформування про їхнє існування працівників в ході навчання з охорони праці (курсове, виробниче) та інструктажів (вступний, первинний, повторний і ін.);

2. Метод управління мотивацією в сфері охорони праці. Мотиваційною основою методу управління охороною праці на конкурентоспроможному підприємстві є зміцнення конкурентних позицій на ринку (зацікавленість адміністрації) і створення безпечних і нешкідливих умов самовираження працівників через трудову діяльність (зацікавленість трудового колективу).

Апробація розроблених методів проводилася в ВНЗах II-IV рівнів акредитації Чернігівського та Донецького регіону (філія Європейського університету, інститут туристичного бізнесу, факультет менеджменту і бізнесу Київського Національного університету Культури і Мистецтв, Коледж технологій та дизайну Національного університету Економіки і Торгівлі ім. Туган Барановського, Ніжинський агротехнічний інститут) і здійснювалася за двома напрямками:

1. Профілактика гострих і хронічних захворювань (горло, судини ніг) у викладачів (за рахунок нормованого лекційного навантаження і засобів профілактики - пом'якшувальні горло напої, чай, кава, відвари, настойки, а також компреси і оптимальні параметри мікроклімату);

2. Введення в програми навчальних курсів та інструктажі з охорони праці інформації про необхідність нейтралізації небезпек і шкідливостей праці робітників за спеціальностями:

- Агроінженерія, Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, Транспортні технології, Цивільна безпека та охорона праці (небезпеки та шкідливості аграрного виробництва. Навчальний посібник “Конкурентоспроможна система управління охороною праці в аграрній сфері України.- Ніжин: Лисенко, 2015. – 168 с.”);

- менеджер туризму (небезпеки і шкідливості туристичних маршрутів. Навчальний посібник "Менеджмент охорони праці в сфері туризму". - Донецьк: ДІТБ, 1999. - 126 с.);

- перукар (травми і хвороби рук, варикозне розширення вен ніг);

- монтаж електроустановок (електротравми, електро офтальмія);

- швейне виробництво (вібраційна хвороба, алергодерматоз);

- журналісти, працівники рекламних агентств (хвороби очей).

Апробація дала позитивний результат.

Висновки: 1. Ефективність системи охорони праці на конкурентоспроможному підприємстві залежить від урахування його базової конкурентної стратегії (інноваційно-креативна диференціація, лідерство у витратах, висока якість) і психофізіологічних особливостей працівників (творчість, динамізм, раціоналізаторство, відповідно);

2. Інтенсифікація праці, а також пов'язані з нею травми і професійні захворювання на конкурентоспроможному підприємстві пов'язані з природним процесом самовираження працівників через трудову діяльність;

3. Підвищити ефективність системи охорони праці можна, якщо інформувати працівників про фактори, які стримують їхній саморозвиток і знижують конкурентоспроможність підприємства (небезпечні і шкідливі) в ході курсового навчання та інструктажів.

Напрямком подальших досліджень з даної проблеми може бути формування системи методів управління охороною праці на конкурентоспроможному підприємстві.

**Література**

1. Державне управління охороною праці: [Електронний ресурс]: Монографія / Ткачук К. Н., Зеркалов Д. В., Ткачук К. К., Мітюк Л. О., Полукаров Ю. О.- К .: «Основа», 2013. - 348 с.

2. Зеркалов Д.В. Безпека праці / Д.В. Зеркалов: Монографія. - К.: Основа, 2012. - 634 с.

**АНОТАЦІЯ**

Розроблено методи управління охороною праці на конкурентоспроможному підприємстві. Вони орієнтовані на зменшення впливу шкідливих і небезпечних виробничих факторів, що стримують саморозвиток працівників через трудову діяльність.

The methods of safety management at a competitive enterprise. They are focused on reducing the impact of harmful and hazardous factors constraining self-development of employees through employment.

# УПРАВЛІННЯ ЛІКВІДАЦІЄЮ ПОЖЕЖІ НА ЕЛЕВАТОРІ

**Жигулін О.А.**[1]

[1] кандидат технічних наук, доцент, Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів та природокористування України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, Україна

**Актуальність.** Елеватори - найбільш сучасний вид зерносховищ, призначений для часткової обробки і тривалого зберігання зерна. При пожежах на елеваторах можливе швидке поширення вогню через велику кількість технологічних отворів і розгалужену мережу вентиляції, горючі конструкції перекриттів і перегородок.

Оперативне системне управління ліквідацією аварій на елеваторах є актуальним.

**Огляд наукової та нормативної літератури**. Згідно «Положення щодо розробки планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій (ПЛЛАС) і аварій на об'єктах зберігання й перероблення зерна та зерно продуктів» (затверджене 23.04.2010 р.) на елеваторі розробляється ПЛЛАС наступного складу: аналітична частина, оперативні частини на кожну дільницю. Це дає можливість нейтралізувати джерела підпалювання (самозайманння, норії - пробуксовка, вентилятори), забезпечити виведення людей, відключення енергії, локалізацію, гасіння, певний режим вентиляції. Аналогом ПЛЛАС є план запасних виходів з будівлі (людей не можна посилати на зустріч диму). У роботах Корнійчука В.В., Грицюка Ю.І., Бережанського Т.Г. т. ін. викладена концепція розроблення автоматизованої підтримки прийняття рішень для гасіння пожеж на зернових елеваторах [8].

Разом з тим, відсутній системний підхід до управління ліквідацією пожежі на підприємствах елеваторного типу.

**Мета** дослідження, результати якого викладені в статті, розробка системного підходу до управління ліквідацією пожежі на підприємствах елеваторного типу.

**Виклад основного матеріалу дослідження**. Забезпечення успішного вирішення поставлених завдань на пожежі, швидке та правильне реагування на зміну оперативної ситуації в умовах недетермінованості процесу перебігу пожежі – основне завдання керівника гасіння пожежі на вибухонебезпечних об'єктах, в т.ч. і зернових елеваторах [3]. Ефективне вирішення складних управлінських завдань в умовах

швидкої зміни обстановки та слабкої структурованості вхідних даних вимагає від керівника проявів кращих інтелектуальних навиків щодо оброблення нечіткої, недостатньої, інколи надлишкової або часто й суперечливої інформації. Слабка структурованість поставленої задачі полягає в тому, що більшість її параметрів має не кількісне, а якісне відображення. Як відомо [4], більшість надзвичайних ситуацій належить до неструктурованих процесів, у яких усі параметри виражаються якісно, а їх кількісну характеристику важко визначити через розмитість суджень. Враховуючи те, що кожна пожежа є унікальною, неможливо передбачити її подальший перебіг. Можливих варіантів її розвитку може бути надзвичайно багато. Вирішення пожежно-рятувальних завдань при можливих відхиленнях від типового перебігу подій повністю покладається на керівника, тому ціна управлінської помилки надзвичайно висока і потребує значного досвіду особи, яка приймає рішення. Саме це і є основною проблемою при розробленні досконалих і адекватних систем підтримки прийняття рішень (СППР) для керівника, основне наповнення яких обмежується лише кількісними показниками [4]: планами та схемами об'єкта, типовими алгоритмами дій персоналу та рятувальників у випадку надзвичайної ситуації, можливими наслідками при виникненні пожежі в найбільш імовірних місцях. Загальним підходом до планування нечітких етапів дій, за які відповідає керівник, є структурування та декомпозиція надзвичайних ситуацій, а також вирішення подальшої нечіткої частини поставленої задачі за допомогою експертних методів для оцінювання параметрів прийнятих рішень, вироблення критеріїв їх ефективності, а також розроблення й оцінювання різноманітних варіантів рішень, формування допустимої їх множини. Варіативність вхідних умов, якими описуються вибухонебезпечні об'єкти, в т. ч. і зернові елеватори, створює велику кількість вихідних ситуацій, які відрізняються між собою в рамках вже наявної нечіткості, а отже рішень керівника, зумовлених нечіткістю початкових умов, може бути також велика кількість. Планування допустимих варіантів рішень за допомогою СППР має звести до мінімуму використання суб'єктивних оцінок недосвідченого керівника і допомогти йому у формуванні правильного рішення – виваженого і обґрунтованого, в короткі терміни і з достатньою точністю. Розроблено концепцію реалізації автоматизованої системи підтримки прийняття рішень для керівника гасіння пожеж на зернових елеваторах, яка значно полегшить вирішення складних управлінських завдань

в умовах швидкої зміни обстановки та слабкої структурованості вхідних даних [8].

При формуванні завдань, які планується вирішувати за допомогою розробленої автоматизованої системи підтримки прийняття рішень (АСППР) під час гасіння пожеж на зернових елеваторах, необхідно розробити її ієрархічну структуру та визначити складові елементи кожної ієрархії, окреслити їх пріоритети та порядок взаємодії. Модель АСППР має дві складові [1].

Одна з них – модель бази даних, яка має містити в собі найбільш повну внутрішню та зовнішню інформацію про зерновий елеватор, виходячи з позицій пожежної безпеки та вибухо небезпеки, оперативну інформацію про наявність та технічні можливості пожежно-рятувальних підрозділів, стан та підготовку особового складу, дані про попередні пожежі на об'єкті, причини та місце їх виникнення, шляхи поширення вогню, дії обслуговуючого персоналу у випадку пожежі тощо.

Друга складова – програмний модуль, який покликаний вирішувати завдання, виходячи з конкретних початкових даних. Окрім цього, в роботі програмного модуля має використовуватися сценарно-прецедентний підхід [7], який передбачає виконання завдань керівником шляхом адаптації деякого рішення, яке використовувалось раніше в аналогічних ситуаціях.

При виникненні проблемної, тобто неординарної ситуації приймається рішення на основі наявного прецеденту, який зберігається в базі даних. Така ситуація вважається базовою або опорною. На основі прецеденту формуються рішення в готовому вигляді або адаптується з урахуванням відмінностей в ситуації, яка склалась, відносно базової. Якщо потрібний прецедент у базі даних відсутній, процес адаптації потребує використання додаткової інформації, яку надає особа, що приймає рішення. За результатами розв'язання задачі, незалежно від того, чи правильне, чи хибне рішення прийняв керівник, інформація у вигляді готового прецеденту має зберігатися в базі даних. Ця особливість моделювання допустимих прецедентів робить їх цінними в ході планування будь-яких рішень – правильних і хибних, створюючи варіативність вибору особою, яка приймає рішення.

Типовий прецедент представляє ієрархічну структуру, яка складається з опису проблеми, що характеризує ситуацію на момент виникнення пожежі та переліку можливих варіантів прийняття рішень, а

також можливих ситуацій, які ймовірно складуться після вибору певного прецеденту.

Враховуючи наведене вище, прецедент можна розглядати як інтелектуальний засіб формування плану компенсації ситуаційних відхилень, реалізація прецеденту – як план дій, спрямованих на компенсацію цих відхилень, а елементарний фрагмент цього плану – як сценарій виконання дій. Для повноцінного функціонування такої АСППР необхідно вирішити взаємопов'язану систему завдань:

розробити процедуру уніфікації вхідних даних, які стосуються пожежної безпеки та вибухової небезпеки зернових елеваторів;

збільшити інформативність вхідних даних з виявленням причинно-наслідкових зв'язків за різних умов перебігу пожежі;

визначити чутливі фактори, які найбільше впливають на рівень пожежної безпеки зернового елеватора;

визначити структуру бази даних про зерновий елеватор та оптимізувати її складові, щоб інформація у ній якнайменше повторювалася;

ідентифікувати залежність між рівнем пожежної безпеки на об'єкті та визначальними факторами, що її провокують;

розробити програмне забезпечення для безперебійного функціонування програмного модуля у взаємозв'язку з базою даних;

розробити програмне забезпечення для здійснення розрахунку оптимальної кількості особового складу та пожежно-технічного забезпечення на будь-який момент перебігу пожежі.

Реалізована на базі цієї системи завдань АСППР значно покращить інформаційне забезпечення процесів підтримки прийняття рішень керівника на зернових елеваторах за умов обмеженого часу та ресурсного потенціалу, виділеного в його розпорядження. При розробленні АСППР найбільшою проблемою є вирішення питань, пов'язаних з наповненням бази даних необхідною оперативною інформацією. Умовно можна структурувати її у вигляді п'яти таблиць для внесення даних.

Перша має містити інформацію про технічне забезпечення пожежно-рятувальних підрозділів, кількість та стан пожежних автомобілів, які можуть використовуватись для гасіння пожежі, а також виконання спеціальних і допоміжних функцій на пожежі, інформацію про ресурсне забезпечення процесу гасіння (водяні джерела, стан протипожежних водопроводів, інших засобів пожежогасіння), кількість особового складу, який може бути задіяний до ліквідації надзвичайної

ситуації на зерновому елеваторі, а також допоміжний персонал, здатний виконувати роботу для обмеження напрямків поширення вогню.

Друга таблиця має містити інформацію про пожежі та аварії, які відбулися раніше на цьому об'єкті чи аналогічних об'єктах безпосередньо з картки обліку пожеж.

Дані про характерні помилки, які були допущенні під час ліквідації пожежі на зерновому елеваторі, заносяться в третю таблицю. Туди також заносяться рекомендації експертів щодо уникнення в подальшому таких пожеж.

Четверта таблиця містить в собі найбільш повну інформацію про об'єкт: схеми приміщень елеватора, основних будівель, інформацію про енергопостачання, комунікації, аналіз пожежної небезпеки приміщень, пристроїв і агрегатів, стан під'їздів до об'єкта тощо.

В п'яту таблицю заноситься динамічна інформація на кшталт погодних умов, стану транспортного завантаження доріг, оптимальних маршрутів до об'єкту тощо [2].

Для того, щоб результати розв'язання динамічної задачі АСППР відповідали реальному перебігу подій на об'єкті, мають бути враховані додаткові параметри, такі як:

відповідність конструктивних елементів вказаним ступеням вогнестійкості,

врахування додаткових умов, що ускладнюють процес гасіння пожежі, як наприклад, вторинні вибухи пилу у виробничих будівлях,

ступінь зношення будівельних конструкцій,

споруд, агрегатів тощо,

наявність легкозаймистих рідин, статичної електрики, кабельних тунелів,

особливості внутрішньої та зовнішньої архітектури,

можливі шляхи поширення пожежі з вказуванням швидкості та напрямків тощо.

Вся інформація в базі даних АСППР має бути представлена так, щоб доступ до неї був максимально автоматизованим і вимагав мінімальної присутності експертів; існувала б можливість оперативного внесення даних у випадку, якщо проміжний результат буде відрізнятись від очікуваного; розроблена структура бази даних має бути такою, щоб передбачати внесення нечітких даних.

Порядок дій керівника при використанні АСППР у випадку виникнення надзвичайної ситуації на зерновому елеваторі можна подати у вигляді наступної схеми. Повноцінна робота АСППР має розгляда-

тись на трьох ієрархічних рівнях [7]. Верхній рівень управління має бути рівнем планування дій та розпізнавання образів, враховувати основні завдання проведення пожежно-рятувальних робіт:

рятування людей,

ліквідацію надзвичайної ситуації,

обмеження поширення негативних наслідків пожежі тощо.

Його також можна назвати стратегічним рівнем управління.

Середній (тактичний) рівень є рівнем вибору необхідних заходів для вирішення завдань верхнього рівня:

моніторинг об'єкта,

класифікація цілей,

діагностика стану об'єкта та прогнозування подій.

Цей рівень є більш динамічним і варіативним, ніж попередній, тому він потребує постійного контролю оператором за перебігом подій.

Нижній рівень управління є оперативним рівнем, який відповідає за коригування вхідних даних у випадку відхилень від запланованого сценарію. Він також передбачає вибір керівника критеріїв управління, вибір моделі управління динамічною системою та роботу з інформаційно-аналітичною системою для вироблення та коригування сценаріїв перебігу надзвичайної ситуації.

Використання в такій динамічній системі парадигми сценаріїв, планів і прецедентів передбачає управління нею на всіх трьох рівнях сценарно-прецедентного підходу.

Кожен з пожежно-рятувальних підрозділів, які беруть участь у ліквідації надзвичайної ситуації, може бути представлений як динамічний об'єкт [6] для побудови загальної динамічної системи з n-управліннями (n – кількість динамічних об'єктів) та безперервним часом. Тут вводиться перехідна функція f(n), яка задає закон зміни станів динамічної системи у довільний момент часу. Усі можливі ситуаційні відхилення розглядаються крізь призму системних станів з пошуком найбільш відповідних стратегій поведінки динамічного об'єкта для вироблення дій щодо компенсації відхилень.

Наведемо рекомендації з використання АСППР на прикладі борошномельного цеху ПАТ "Миргородський елеватор": визначення параметрів пожежі та розрахунок сил та засобів для її гасіння, розрахунок температурного режиму пожежі та умов повітряного обміну та висоти нейтральної зони, пропозиції щодо організації гасіння пожежі, евакуації матеріальних цінностей, рекомендації керівнику гасіння по-

жежі (КГП), начальнику оперативного штабу, Н Б Д, начальнику тилу, представнику адміністрації, по безпеці праці;

Приймаємо 2 ствола "Б"на захист. Враховуючи особливості гасіння пожежі в реаліях, приймаємо, що гасіння пожежі здійснюємо одним стволом "А" та одним стволом "Б", а захист будівельних конструкцій здійснюємо двома стволами "Б" (один з стволів подаємо з суміжного приміщення, інший – на другий поверх).

Для ліквідації умовної пожежі необхідно 4 відділення на основних пожежних автомобілях, при чому всі прилади для гасіння можна подати від одного пожежного автомобіля. Відповідно до оперативного плану пожежегасіння на даний об’єкт при виникненні пожежі виїжджають також 4 відділення на основний пожежних автомобілях: 2 відділення самостійної державної пожежної частини (СДПЧ-18), відділення добровільної пожежної дружини (ДПД) ЗАТ "Миргородський елеватор", ДПД КХП-1. При виникненні пожежі одночасно з гасінням організовується евакуація матеріальних цінностей з використанням обслуговуючого персоналу підприємства. Майно евакуюється на ділянку, яка знаходиться в 30 м від борошняного цеху.

В неробочий час для забезпечення робіт і евакуакції матеріальних цінностей викликається особовий склад військових підрозділів через чергового по гарнізону.

Рекомендації керівнику гасіння пожежі (КГП):

1. Провести розвідку та оцінити обстановку на пожежі;
2. Встановити наявність людей, яким загрожує небезпека, встановити напрямки та способи евакуації;
3. Прийняти рішення по гасінню пожежі, поставити бойові завдання підрозділам, організувати їх взаємодію і забезпечити виконання поставлених завдань;
4. Призначити керівників бойових ділянок;
5. Підтримувати безперервний зв´язок з Оперативно-диспетчерською службою оперативно-координаційного центру (ОДС ОКЦ), періодично повідомляти прийняті рішення та про обставини на пожежі;
6. Забезпечити згрупування сил резерву та організувати їх зустріч та розташування;
7. Постійно слідкувати за зміною обставин на пожежі і прийняти відповідні рішення;

8. При прибутті на пожежі старшого начальника доповісти про обставини на пожежі, які сили та засоби є на місці, і які з них введені в дію;

9. Організувати взаємодію зі службами міста;

10. Прийняти міри по встановленню причин пожежі та при наявностя слідів підпалу або інших ознак по можливості зберегти місце виникнення в недоторканості;

11. Після ліквідації пожежі обійти місце пожежі та проконтролювати відсутність горіння;

12. Встановити порядок відбуття з місця пожежі підрозділів та служб взаємодії.

Рекомендації начальнику оперативного штабу:

1. Провести розташування сил та засобів;

2. Вивчити обстановку на пожежі шляхом організації безперервної розвідки та отримання данних від начальників бойових ділянок (НБД);

3. Викликати при необхідності додаткові сили та засоби, передавати накази КГП керівникам підрозділів;

4. Організувати зв´язок;

5. Забезпечити контроль за виконанням наказів КГП та штабу;

Рекомендації начальнику бойової ділянки:

1. Вести постійну розвідку та доповідати КГП про обставини на бойовій дільниці;

2. Забезпечити взаємодію між підрозділами, що працюють на його дільниці, та з підрозділами сусідніх дільниць;

3. Приймати самостійні рішення по перестановці сил та засобів, що забезпечують швидке гасіння пожежі на дільниці, та доповідати КГП або начальнику штабу (НШ);

Рекомендації начальнику тила:

1. Провести розвідку водопостачання;

2. Зустріти та розташувати на вододжерела машини, що забезпечують подачу води та інших вогнегасних засобів;

3. Доповісти начальнику оперативного штабу пр необхідну кількість машин для постачання води підвозом або перекачкою;

4. Забезпечити найбільш ефективне використання пожежної техніки та безпосередню подачу води до місця пожежі;

5. Забезпечити своєчасну заправку техніки паливо-мастильними матеріалами та вогнегасними засобами спеціального призначення;

6. Забезпечити охорону рукавних ліній та взаємодію з ДАІ по регулюванню транспорту на дільницях тилу;

7. Вести облік роботи пожежної техніки, використання вогнегасячих засобів, скласти схему розташування машин на вододжерелах та прокладки магістральних ліній;

8. Організувати взаємодію зі службами водопостачання міста;

Рекомендації представнику адміністрації:

1. Прийняти заходи щодо відключення електромережі;

2. При виклику підрозділів пожежної охорони організувати їх зустріч, вказати місце пожежі, пояснити особливості планування будівлі, вказати місце розміщення пожежних гідрантів та пожежних водоймищ;

3. З моменту прибуття підрозділів пожежної охорони негайно встановити зв´язок з ними, з´ясувати які заходи прийняті з евакуації людей та матеріальних цінностей;

4. Допомогти працівникам пожежної охорони в діях з евакуації та захисту матеріальних цінностей;

Рекомендації з безпеки праці:

1. Розвідку пожежі проводять силами особового складу не менше ніж з 3-х чоловік;

2. При роботі ланок газодимозахисної служби (ГДЗС) організувати пост безпеки і підтримувати постійний зв’язок з ланками;

3. Забезпечити відключення електричної енергії, при необхідності викликати для цього службу електронагляду;

4. Всі рукавні лінії, які подаються на висоту, повинні закріплятися рукавними затримками з розрахунку одна затримка на кожний рукав;

5. При проведенні робіт на висоті слідкувати за станом працюючих, обов’язково використовувати страхувальні пристрої;

7. Слідкувти за тим, щоб розібрані конструкції при скиданні не потрапляли на лінії електропередач та пожежну техніку, а також особовий склад, який перебуває поряд;

8. Місце скидування конструкцій загородити, виставити наглядачів.

**Висновки:** 1. Проаналізовано основні проблеми, з якими стикаються керівник під час ліквідації надзвичайних ситуацій на зернових елеваторах, які пов’язані з нечіткою, суперечливою, недостатньою чи надлишковою інформацією про перебіг пожежі, а також з слабкою структурованістю поставленої задачі.

2. Розроблена принципова структура АСППР під час гасіння пожеж на зернових елеваторах, визначені її складові елементи, окреслені їх пріоритети та порядок взаємодії.

3. Апробація АСППР на прикладі борошномельного цеху ПАТ "Миргородський елеватор" дала позитивний результат.

**Література**

1. Джулай А.Н. Структуризация задач и функциональных модулей системы поддержки принятия решений при пожаротушении на основе принципа информационного единства / А.Н. Джулай, А.А. Быченко // International Book Series «Information Science and Computing». – Варна. – 2008. – № 3. – С. 139-144.

2. Джулай А.Н. Структурный анализ информационной технологии автоматизированной поддержки принятия решений при пожаротушении / А.Н.Джулай // Искусственный интеллект. – 2005. – № 3. – С. 392-398.

3. Корнійчук В.В. Вибухонебезпека елеваторного пилу та вибухозахист елеваторів / В.В. Корнійчук, Ю.І. Грицюк // Пожежна безпека: зб. наук. праць. – Львів : Вид-во ЛДУ БЖД. – 2011. – № 19. – С. 55-61.

4. Корнійчук В.В. Особливості розроблення системи підтримки прийняття рішень під час ліквідації надзвичайних ситуацій на зернових елеваторах / В.В. Корнійчук, Ю.І. Грицюк // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності : зб. наук. праць. – Львів : Вид-во ЛДУ БЖД. – 2011. – № 5. – С. 113-118.

5. Нечипоренко О.А. Использование технологии Case-Based Reasoning в проектирова- нии программных систем / О.А. Нечипоренко // Перспективные информационные технологии и информационные среды. – Таганрог. – 2002. – № 3. – С. 27-32.

6. Шерстюк В.Г. Сценарно-прецедентный поход к управлению динамическими объек- тами в стесненных навигационных условиях / В.Г.Шерстюк // Штучний інтелект. – 2011. –№ 1. – С. 113-123.

7. Шерстюк В.Г. Формальная модель гибридной сценарно-прецедентной СППР / В.Г. Шерстюк // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – Херсон. – 2004. – №1(13). – С. 134-142.

8. Корнійчук ВВ. Концепція розроблення автоматизованої підтримки прийняття рішень для гасіння пожеж на зернових елеваторах / В.В. Корнійчук, Ю.І. Грицюк, Т.Г. Бережанський. – Пожежна безпека, № 22, 2013. – С. 135-139.

**УДК 614.2 – 631.3**

# СИСТЕМА ОХОРОНИ ПРАЦІ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

**Заболотній О.А.**[1]

[1] к. п. н, доцент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, Україна

**Анотація:** у роботі показано систему охорони праці в агропромисловому комплексі України та структуру організації робіт з розробки впровадження СУОП на сільськогосподарському підприємстві.

**Ключові слова:** агропромисловий комплекс, система управління охороною праці, безпека життєдіяльності, сільськогосподарське підприємство.

**Постановка проблеми.** Агропромисловий комплекс є на сьогоднішній день однією з найбільш травмонебезпечних галузей національної економіки (після вугільної галузі). За перше півріччя 2015 року в агропромисловому комплексі стався 251 випадок виробничого травматизму, в тому числі 40 смертельних. [4]. Хоча це й більше, ніж за аналогічний період 2014 року (у 2014 році за цей же період трапилося 305 нещасних випадків, в тому числі 35 зі смертельним наслідком), проте такий високий рівень виробничого травматизму в аграрній галузі не може не турбувати керівництво міністерства, і тому дане питання постійно перебуває на особливому контролі у Міністра (сектором охорони праці та пожежної безпеки щотижнево готуються відповідні аналітичні довідки щодо випадків виробничого травматизму, які трапилися на підприємствах галузі за звітний період).

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Треба відмітити, що дослідженнями різних аспектів зазначеної проблематики на сучасному етапі займаються такі вчені, як К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний, Д.В. Зеркалов, Р.В. Сабарно, О.І. Полукаров, В.С. Козяков, Л.О. Митюк, М.В. Грищук [3].

**Мета дослідження.** Показати систему охорони праці в агропромисловому комплексі України.

**Виклад основного матеріалу.** Відповідно до Закону України "Про центральні органи виконавчої влади",[5] Положення про Міністерство аграрної політики та продовольства України [6], затвердженого наказом Президента України від 23 квітня 2011 року №500/2011, Положення про Державну інспекцію сільського господарства України [6], затвердженого наказом Президента України від 13 квітня 2011 року №459/2011, Положення про Державне агентство лісових ресурсів [7], затвердженого наказом Президента України від 13 квітня №458, Положення про Державне агентство земельних ресурсів України [7], затвердженого наказом Президента України від 8 квітня2011 року №445, Положення про Державне агентство рибного господарства України [8], затвердженого наказом Президента України від 16 квітня 2011 року №484/2011 та Положення про Державну ветеринарну та фітосанітарну службу України [7], затвердженого наказом Президента України від 13 квітня 2011 року 464/2011, Кабінетом Міністрів України здійснюється спрямування і координація діяльності зазначених центральних органів виконавчої влади через Міністра аграрної політики та продовольства України, в тому числі й з питань охорони праці.

Ключову роль у зазначеній системі стала відігравати Держсільгоспінспекція України, яка входить до системи органів виконавчої влади і забезпечує реалізацію державної політики у сфері нагляду (контролю) в агропромисловому комплексі.

Відповідно до покладених на неї завдань, Держсільгоспінспекція України організовує розроблення галузевих програм і оперативних заходів з питань охорони праці, пожежної безпеки і безпеки дорожнього руху в галузях агропромислового виробництва.

Крім цього, Держсільгоспінспекція України та її посадові особи в межах своїх повноважень мають право забороняти експлуатацію машин та інших технічних засобів для агропромислового комплексу, якщо їх технічний стан не відповідає вимогам нормативних документів щодо показників якості, технологічності та безпечності, охорони праці та охорони навколишнього природного середовища, загрожують життю і здоров'ю працюючих або створюють можливість виникнення аварії.

Регулювання управлінської діяльності в галузі АПК базується на "Положенні про систему управління охороною праці у сільському господарстві".

Метою системи управління охороною праці на рівні управлінь агропромислового комплексу рай- і облдержадміністрацій, структурних підрозділів Мінагрополітики України, комітетів, добровільних об'єднань підприємств та інших формувань, що перебувають у безпосередньому віданні Міністерства, є забезпечення підготовки, прийняття, реалізації економічно та соціально обґрунтованих рішень, що сприяють здійсненню підприємствами організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на забезпечення здоров'я та працездатності людини у процесі праці.

Рис. 1. Структура органів управління безпекою життєдіяльності на регіональному рівні

Склад суб'єктів управління охороною праці в агропромисловому комплексі України наведено на рис. 2. [2]

Рис. 2. Склад суб'єктів управління охороною праці в агропромисловому комплексі України

1. Основним змістом (за розділами) нормативного акта є:
2. Порядок введення в дію системи управління охороною праці.
3. Матеріальне забезпечення.
4. Фінансове забезпечення.
5. Контроль за станом охорони праці та функціонування СУОП.
6. Облік, звіт, аналіз та оцінка стану умов і безпеки праці. Заохочення працівників до роботи з охорони праці.
7. Пропаганда передового досвіду роботи з поліпшення стану охорони праці.
8. Інформація про стан охорони праці.

Структурну схему організації робіт з розробки впровадження СУОП на сільськогосподарському підприємстві подано на рис.3.

Рис. 3. Структурна схема організації робіт з розробки впровадження СУОП на сільськогосподарському підприємстві.

Схема організації робіт з розробки і впровадження системи управління охороною праці на сільськогосподарському підприємстві [1]

Головний бухгалтер:

– забезпечує фінансування виконання заходів (робіт) щодо поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на робочих місцях і на підприємстві в цілому;

– забезпечує соціальне страхування працівників підприємства від нещасних випадків і професійних захворювань та медичного страхування;

– забезпечує надання працівникам пільг і компенсацій, передбачених законодавством;

– здійснює облік надходження і витрачення коштів фонду охорони праці.

Інженер-будівельник:

– забезпечує проведення експертиз проектів та кошторисів на будівництво (реконструкцію) підприємства, будівель і споруд на предмет їх технічного рівня, надійності, безпечності і відповідності до вимог охорони праці та виробничої санітарії;

– організовує безпечне виконання будівельних робіт та введення об'єктів в експлуатацію.

Керівники виробничих дільниць (цехів):

– проводять інструктаж працівників з питань охорони праці та їх страхування після первинного інструктажу;

– забезпечують необхідний рівень стану охорони праці на дільниці (цеху);

– контролюють дотримання працівниками вимог безпеки праці;

– видають наряди-допуски на виконання робіт підвищеної небезпеки.

Координаційна група (головний інженер, заступники керівників підприємства, начальники цехів, інженер з охорони праці, юрист, інженер з кадрів, головні спеціалісти підприємства, голова профкому — 6—10 осіб):

– визначає перелік державних міжгалузевих і галузевих нормативних актів з охорони праці, що стосуються господарської діяльності підприємства. Аналізує наявність на підприємстві зазначених нормативних документів, організує їх доукомплектування;

– розробляє Положення про СУОП підприємства;

– організовує вибори на загальних зборах колективу підприємства (дільниці, цеху) уповноважених з питань охорони праці. Розробляє Положення про їх роботу;

– за дорученням керівника підприємства спільно з профкомом готує повідомлення загальним зборам колективу підприємства про доцільність створення, кількість та персональний склад комісії з питань охорони праці підприємства. Розробляє Положення про їх роботу;

– готує керівнику підприємства пропозиції (проект наказу, рішення правління):

“Про призначення відповідальних осіб з техніки безпеки при роботах по галузях господарства, по окремих виробничих дільницях, при роботі котлів і посудин, що працюють під тиском, транспортних засобів, вантажопідіймальних машин, електрообладнання, у газовому господарстві, з пестицидами, тваринами”;

“Про створення постійно діючої комісії з перевірки знань з охорони праці працівників підприємства”. Розробляє Положення про її роботу. Організовує навчання і перевірку знань членів цієї комісії;

“Про порядок атестації робочих місць щодо їх відповідності нормативним актам про охорону праці, паспортизації підприємства та створенню постійно діючої комісії з експертними групами по атестації робочих місць і паспортизації підприємства”;

“Про створення добровільної пожежної дружини (команди) та пожежно-технічної комісії”. Розробляє Положення про їх роботу та Положення про організацію проведення спеціального навчання, інструктажів та перевірки знань з питань пожежної безпеки працівників підприємства;

“Про порядок забезпечення працівників підприємства спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту, організацію їх належного зберігання” та “Про організацію безплатної видачі молока працівникам підприємства, зайнятим на роботах з важкими та шкідливими умовами праці”;

“Про створення комісії з безпеки дорожнього руху“.

**Висновки.** Отже, вирішення проблем охорони праці вимагає взаємодії відповідних органів влади та громадськості. Реалізація відповідних державних програм, спрямованих на покращення умов і охорони праці, дозволить розробити і впровадити науково обґрунтовану державну систему наглядової, навчально-методичної та контрольної діяльності у сфері охорони праці; адаптувати нормативно-правову базу з питань охорони праці до вимог Європейського Союзу; вирішити питання науково-методичного та інформаційного забезпечення з питань охорони праці на національному та регіональному рівні та багато іншого, що дозволить здійснити комплексне вирішення задач охорони праці, забезпечити пріоритет життя і здоров’я працюючих по відношенню до результатів виробничої діяльності і створити безпечні та здорові умови праці на підприємствах і в організаціях усіх форм власності.

## Список використаних джерел

1. Пестун І.П. Безпека життєдіяльності. — К., 2000.
2. Положення про СУОП у сільському господарстві / Мінагропром України. — К., 1998.
3. Ткачук К.Н. Основи охорони праці : підручник.– 2-ге видання, доповнене та перероблене . / К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний, Д.В. Зеркалов, Р.В. Сабарно, О.І. Полукаров, В.С. Коз'яков, Л.О. Мітюк; за ред. К.Н. Ткачука і М.О. Халімовського. – К.: Основа, 2006. – 448 с.
4. http://otipb.at.ua/load/stan_virobnichogo_travmatizmu_u_i_pivrichchi_2015_roku/24-1-0-5024
5. http://pravo.ligazakon.ua/document/view/T113166?edition=2014_03_27
6. http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1119-2015-п
7. http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/464/2011
8. http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/521-2014-п

**Abstract**: This paper shows the system of labor in the agricultural sector of Ukraine and the structure of the organization works to develop implementation SOUP farmer.

**Keywords**: agriculture, system safety management, safety, agricultural enterprise.

**Zabolotniy O.A**

**Аннотация**: в работе показано систему охраны труда в агропромышленном комплексе Украины и структуру организации работ по разработке внедрения СУОТ на сельскохозяйственном предприятии.

**Ключевые слова**: агропромышленный комплекс, система управления охраной труда, безопасность жизнедеятельности, сельскохозяйственное предприятие.

Заболотний А.А.

**© Заболотній О.А., 2016**

# ПОКАЗНИК ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ ПРАЦІ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

**Лукач В.С.[1], Жигулін О.А.[2]**

[1] кандидат педагогічних наук, доцент, Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів та природокористування України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, Україна

[2] кандидат технічних наук, доцент, Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів та природокористування України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, Україна

**Актуальність**. На сільськогосподарських підприємствах України діє система управління охороною праці. Для можливості модернізації є потреба в оцінюванні її реалізації за допомогою кількісних показників.

**Огляд літератури**. В літературі існують статистичні показники оцінки рівня травматизму (частота та тяжкість):

$$П_{чт} = A \times \frac{1000}{T}, \quad (1.1)$$

$$П_{тт} = \frac{Д}{A}, \quad (1.2)$$

де Пчт — показник частоти травматизму;

А — кількість випадків травматизму за звітний період; Т — середньоспискова чисельність працівників; Птт — показник тяжкості травматизму; Д — кількість днів непрацездатності.

Показник непрацездатності — це число людиноднів непрацездатності, що припадає на 1000 працівників:

$$П_{нт} = 1000 \times \frac{Д}{T} \quad (1.3)$$

Для професійних захворювань розрахунок проводиться аналогічно (відмінність – не на 1000, а на 100 працюючих). Окрім статистичного методу існують монографічний (комплексне обстеження), економічний (аналіз витрат) методи та метод анкетного опитування робітників щодо умов праці.

Ці показники і методи дозволяють вивчати динаміку травматизму на підприємстві, порівнювати його з іншими підприємствами, але не вказують на ефективність системи управління охороною праці для її оперативної модернізації. Отже, в науковій літературі відсутній по-

казник ефективності системи управління охороною праці на сільськогосподарському підприємстві.

**Метою** дослідження, результати якого наведені в статті, є розробка показника ефективності системи управління охороною праці на сільськогосподарському підприємстві.

**Основний матеріал дослідження**. Згідно з Законом України "Про охорону праці" працедавець створює систему управління охороною праці:

відповідні служби і призначає посадових осіб;

реалізує комплексні заходи для досягнення нормативів;

забезпечує виконання профілактичних заходів;

впроваджує прогресивні технології, досвід з охорони праці тощо;

забезпечує належне утримання будівель і споруд, обладнання;

забезпечує усунення причин нещасних випадків;

організовує проведення аудиту охорони праці;

розробляє і затверджує положення, інструкції з охорони праці;

здійснює контроль за поводженням з машинами, механізмами;

організовує пропаганду безпечних методів праці.

вживає термінових заходів для допомоги потерпілим [1].

Принциповим недоліком даної системи є пасивність (починає активно функціонувати тільки після виникнення нещасного випадку та не допускає невідворотне травмування робітника в наслідок аварії) та невмотивованість (не мотивує до створення нешкідливих і небезпечних умов підприємця та робітника). В країнах ЄС враховують, що 8-12 % робітників ведуть себе у кризових ситуаціях (аварії) неадекватно, що на 100% може закінчитися нещасним випадком. Важливим є зменшення наслідків аварії (рівня травматизму).

В результаті дослідження для оцінки ефективності системи управління охороною праці рекомендований показник:

$$П = Г/100 \qquad (1.4)$$

де Г – це готовність підприємства до запобігання нещасним випадкам та захворюванням (розраховується як % відповідності системи охорони праці нормованому стану, а також наявності у посадових інструкціях інформації про наслідки захворювань та травм);

100 – нормативна вимога до сто відсоткової готовності системи охорони праці до запобігання травматизму та професійним захворюванням.

Значення показника $0 \leq П \leq 1$ тим більше, наскільки гарантовано система охорони праці готова до запобігання травматизму або професійним захворюванням.

У роботі рекомендовано використання даних планових перевірок сільськогосподарських підприємств органами державного нагляду з охорони праці (СЕС – санітарно-епідеміологічна служба, Державний пожежний нагляд – служба з надзвичайних ситуацій), а також результати внутрішнього аудиту посадових інструкцій і інструкцій з охорони праці.

Наведемо приклади з пожежної безпеки. Форма з планової перевірки підприємств пожежним інспектором (декларація відповідності матеріально-технічної бази вимогам законодавства з питань пожежної безпеки) складається з 10 пунктів (стан утримання: 1)території, 2) будівель. 3) евакуаційних виходів, 4) електрогосподарства, 5) систем опалення, 6) систем вентиляції, 7) газового обладнання, 8) автоматичних установок захисту та раннього оповіщення. 9) систем водопостачання, 10) пожежної техніки та засобів пожежогасіння) [2]. Тобто, їх відповідність нормативам складає 100% готовності підприємства до запобігання нещасному випадку при пожежі. Реальний їх стан Г оцінюється у % в ході перевірки.

Управління охороною праці без функції “мотивування” є безперспективним. У коло зацікавлених сторін окрім держави (інженер з охорони праці, інспектор, представник Дирекції Фонду соціального страхування) треба залучити підприємця та робітника. У посадові інструкції та інструкції з охорони праці робітника та роботодавця треба включити інформацію про те, що ними не буде досягнутий стан самовираження через певні професійні хвороби та травми. Перші втратять можливість самовиражатися через трудовий процес, а другі – через неконкурентоспроможний розвиток бізнесу із хворим персоналом. Складова Г показника оцінки ефективності системи управління охороною праці повинна враховувати відсоток інструкцій з такою інформацією.

**Висновки**:

1.Розроблено показник оцінки ефективності системи управління охороною праці на сільськогосподарському підприємстві;

2.Напрямком подальших досліджень може бути визначення критичного рівня показника по відношенню до різних контрольованих небезпечних та шкідливих факторів охорони праці.

**Література**

1.ЗУ Про охорону праці. – Режим доступу: http://www.osvitacv.com/index.php/2011-01-11-15-03-48/health/2013-09-18-07-22-54/2013-09-18-07-24-55/25649

2.Декларація відповідності підприємства вимогам пожежних нормативних актів (Додаток в редакції Постанови КМ № 311 від 20.05.2015).

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВХОДЯЩИХ КОМПОНЕНТОВ В ОГНЕЗАЩИТНУЮ КОМПОЗИЦИЮ НА ВЕЛИЧИНУ ВСПУЧИВАНИЯ ПОКРЫТИЯ И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

**Твердохлеб В.Р.[1], Шаломов В.А.[2], Беликов А.С.[3]**

[1] студент гр. ОП-12, ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», г. Днепропетровск, Украина
[2] кандидат технических наук, доцент кафедры БЖД, ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», г. Днепропетровск, Украина
[3] доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой БЖД, ГВУЗ «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», г. Днепропетровск, Украина

Согласно проведенных раннее исследований /1/ «чистое» жидкое стекло (без наполнителей) обладает значительной величиной вспучивания К=15. В процессе вспучивания в жидком стекле протекают процессы перехода от начальной плотной структуры покрытия в пористую дисперсную комбинированную систему с изменением физических и теплофизических свойств. При этом выявлено, основной процесс вспучивания покрытия протекает в результате испарения свободной и кристаллизационной воды. Исследования показали, что начало вспучивания покрытия отмечено при температуре 100-125$^0$С, а при достижении температуры 170-210$^0$С происходит переход жидкой фазы в вязко-пиропластическое состояние с интенсификацией вспучивания. Особенно интенсивное вспучивание покрытия отмечается в интервале температур 210-370$^0$С (испарение кристаллизационной воды). Область деструкции вспученного жидкостекольного покрытия составляет 580-600$^0$С с переходом в жидко-пластическое состояние и стекание с поверхности. Согласно исследований /1/ в жидкое стекло для увеличения границы температурного применения вводятся различные наполнители, которые позволяют за счет армирования каркаса снизить температурное влияние на покрытие.

В табл.1 приведены результаты исследования по эффективности вспучивания и максимальной температуры при которой происходит

вспучивание покрытия ВЗП-2А. Анализ исследований показал, что с увеличением содержания в композиции асбестоцементных отходов и алюмокальциевого синтетического шлака и уменьшения содержания жидкого стекла коэффициент вспучивания снижается с 15,0 до 6,0. В области рационально подобранных составов он составляет 10,0-8,0. Увеличение содержания наполнителей позволяет увеличить интервал применения композиции до 900-920$^0$С, а максимальную температуру при которой обеспечивается вспучивание покрытия 540-680$^0$С.

На рис.1 представлена зависимость изменения вспучивания покрытия от температуры при стандартном развитии пожара.

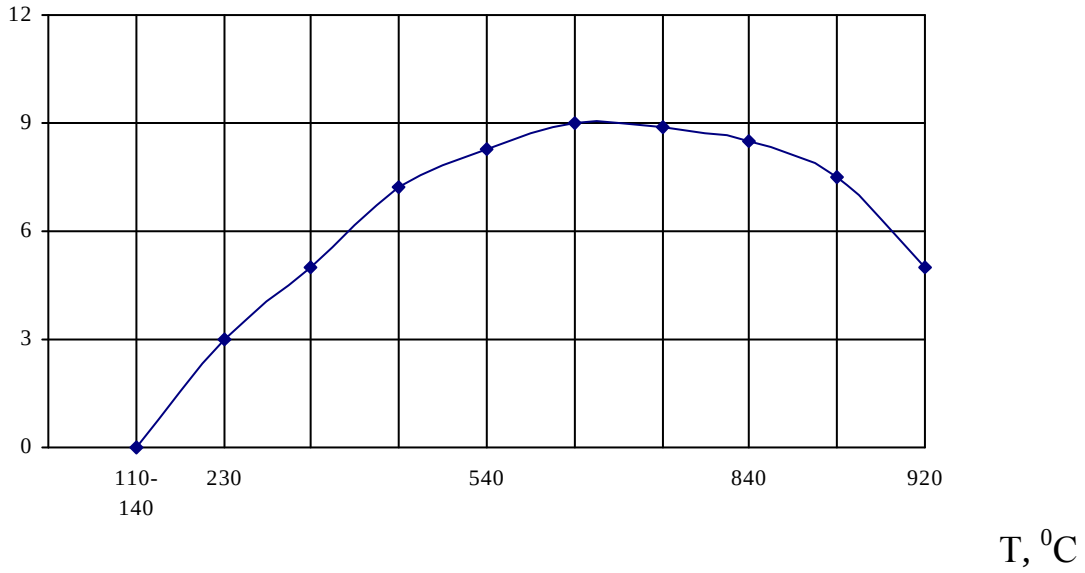



**Рисунок 1 - Изменение величины вспучивания покрытия ВЗП-2А при развитии пожара по стандартному режиму (соотношение асбестоцементных отходов: алюмокальциевого шлака – 20,0:10,0).**

В начальной стадии температурного воздействия до 110-140$^0$С в покрытии отмечены незначительные изменения структуры, а в дальнейшем с повышением температуры до 230$^0$С происходит значительное парообразование с испарением влаги (К=3,0).

Увеличение температуры ведет к росту вспучивания, которое, практически, заканчивается в интервале 540-680$^0$С. Дальнейший нагрев покрытия ведет, начиная с интервала 840$^0$С к частичному уплотнению структуры и разрушению структурного пористого каркаса. При достижении температуры 920$^0$С отмечен переход в вязкопластическое состояние, что резко сказывается на теплозащитных

свойствах покрытия. Это подтверждают исследования изменения плотности и коэффициента теплопроводности покрытия от температурного воздействия. Так, согласно рис.2 при изначальной плотности 905кг/м$^3$ и коэффициенте теплопроводности 0,126Вт/м*град покрытие претерпевает в результате температурного воздействия значительные структурные изменения, что приводит к понижению плотности до 200-190кг/м$^3$, а коэффициента теплопроводности до 0,11-0,113Вт/м*град (температура 580-680$^0$С).

Установлено, что в начальный период прогрева (температура 110-140$^0$С) при снижении плотности покрытия до 880кг/м$^3$ происходит некоторое увеличение теплопроводности (коэффициент теплопроводности возрастает до 0,229Вт/м*град). Объясняется это значительной миграцией влаги при температурном воздействии, что увеличивает теплопроводность. В дальнейшем при прогреве наблюдается общая закономерность для изменения плотности и теплопроводности. Особенно резкое понижение плотности и теплопроводности отмечено в интервале 230-440$^0$С, в дальнейшем этот процесс стабилизируется. Минимальные значения плотности и теплопроводности отмечены в интервале температур 580-660$^0$С (j=190кг/м$^3$, $\lambda$=0,110Вт/м*град). Это хорошо сочетается с максимальной величиной вспучивания покрытия (К=9,0).

Частичное уплотнение структуры при повышении температуры более 840$^0$С ведет к повышению плотности и теплопроводности покрытия (j=217-310кг/м$^3$, $\lambda$=0,114-0,120Вт/м*град). Полученные результаты исследований (табл.1, рис.1 и 2) хорошо согласуются с результатами исследований огнезащитной эффективности покрытия ВЗП-2А.

Так, согласно исследований наибольшая огнезащитная эффективность покрытия достигается при содержании в композиции асбестоцементных отходов от 15,0 до 22,5%, алюмокальциевого шлака от 7,5 до 10,0%. При этом достигается снижение плотности покрытия до 190-174кг/м$^3$, а коэффициента теплопроводности до 0,114-0,110Вт/м*град. По-видимому, высокие теплотехнические свойства вспученного покрытия позволяют снизить тепловой удар на предохраняемую поверхность защищаемого металла.

После математической обработки полученных данных (рис.1 и 2) на ЭВМ установлены следующие зависимости:

$\lambda$, Вт/м*град

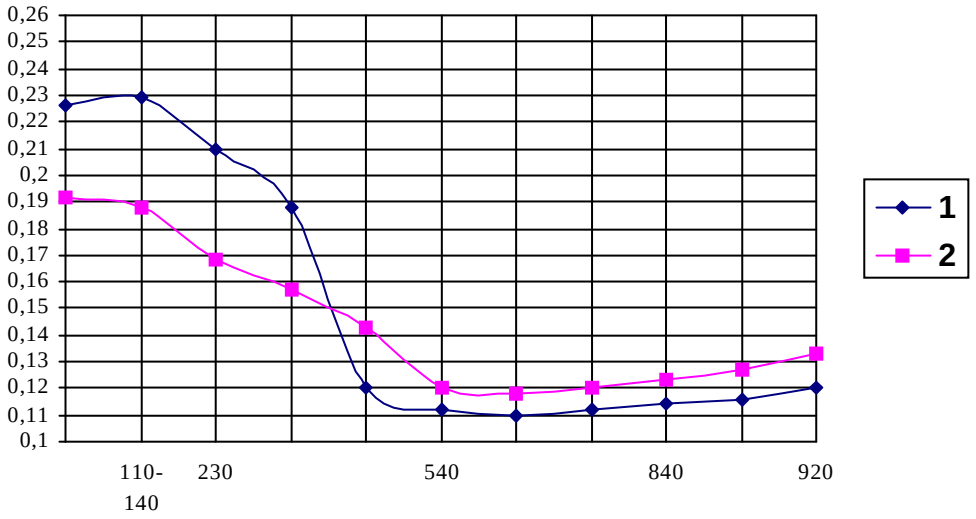



**Рисунок 2 - Изменение плотности и коэффициента теплопроводности покрытия ВЗП-2А при развитии пожара по стандартному режиму (соотношение асбестоцементных отходов: алюмокальциевого шлака – 20,0:10,0).**

**1 – изменение коэффициента теплопроводности;**

**2 – изменение плотности.**

Изменение коэффициента вспучивания покрытия ВЗП-2А от температуры огневого воздействия:

$$K = -0{,}0298T^3 + 0{,}0876T^2 + 2{,}4793T - 2{,}3643 \qquad (1)$$

Изменение плотности покрытия ВЗП-2А от температуры огневого влияния, кг/м$^3$:

$$j = 3{,}2601T^3 - 37{,}071T^2 - 12{,}212T + 968{,}36 \qquad (2)$$

Изменение коэффициента теплопроводности покрытия ВЗП-2А от температуры огневого влияния, Вт/м*град:

$$\lambda = 0{,}0009T^3 - 0{,}011T^2 + 0{,}015T + 0{,}2282 \qquad (3)$$

где: Т – температура развития стандартного пожара, $^0$С.

Высокие значения полученных коэффициентов корреляции позволяют судить о высокой значимости полученных зависимостей.

Полученные зависимости позволяют определять заранее на стадии проектирования изменения теплофизических свойств, что позволяет прогнозировать огнезащитную эффективность покрытия.

Исследования показали, что почти аналогично ведет себя покрытие в очаге пожара и огнезащитной композиции ВЗП-3А с применением в качестве второго связующего наполнителя глиноземистого

цемента. Только максимальная температура при которой возможно еще вспучивание покрытия несколько ниже и составляет 520-660$^0$С. Коэффициент вспучивания покрытия для рациональной области композиции составляет К=8,5-10,5 (табл.1). При этом плотность снижается до 216-170кг/м$^3$, коэффициент теплопроводности составляет 0,113-0,105 Вт/м*град. Как показали исследования огнезащитная эффективность такого покрытия за счет более высоких значений теплозащиты несколько выше, чем ВЗП-2А, однако из-за высокой трещиноватости покрытия отмечено повышение теплопроводности покрытия при температуре 750$^0$С и выше, что и определяет огнезащитную способность покрытия до 63мин.

Введение в огнезащитную композицию ВЗП-4А сульфитно-спиртовой бражки в значительной степени улучшает сцепление покрытия с предохраняемой поверхностью, что сказывается и на огнезащитной способности покрытия, она возрастает до 76,0-81,0мин. При этом, несмотря на более высокую плотность вспученного покрытия (j=260-270кг/м$^3$), коэффициент теплопроводности составляет 0,098-0,108Вт/м*град. По-видимому, за счет введения в композицию СДБ (от 1,0 до 2,0%) это способствует образованию замкнутой мелкодисперсной пористости покрытия с сохранением плотной структуры в зоне контакта (при сохранении коэффициента вспучивания К=9,0-10,5).

В табл.1 и рис.3 приведены исследования влияния введения технической буры в огнезащитную композицию ВЗП-5А на основные теплофизические свойства покрытия.

Как видно из рис.3 по мере увеличения технической буры от 0 до 8,0% происходит в значительной степени увеличение коэффициента вспучивания. Так, для композиции при соотношении наполнителей – асбестоцементных отходов и алюмокальциевого шлака 17,5:7,5 коэффициент вспучивания возрастет от 8,5 до 14,0. Это объясняется высокой деструкцией в составе композиции буры, а также жидкого стекла за счет удаления при высокотемпературном воздействии воды. По мере увеличения жесткости каркаса (увеличение процентного содержания наполнителей) происходит снижение вспучивания, однако его величина остается значимой К=9,5-13,2.

При этом плотность покрытия снижается с 920кг/м$^3$ до 215-347кг/м$^3$, а коэффициент теплопроводности составляет 0,086-0,131Вт/м*град. С учетом наиболее достижимой для данного покры-

тия огнезащитной эффективности 79,0-81,0мин для рациональной области принято граничное значение технической буры от 4,0 до 6,0%. При этом, как показали исследования (табл.1) плотность покрытия составляет от 215-256кг/м$^3$, а теплопроводность 0,086-0,091Вт/м*град, что хорошо согласуется с установлением оптимального соотношения входящих компонентов.

$h/h_0$

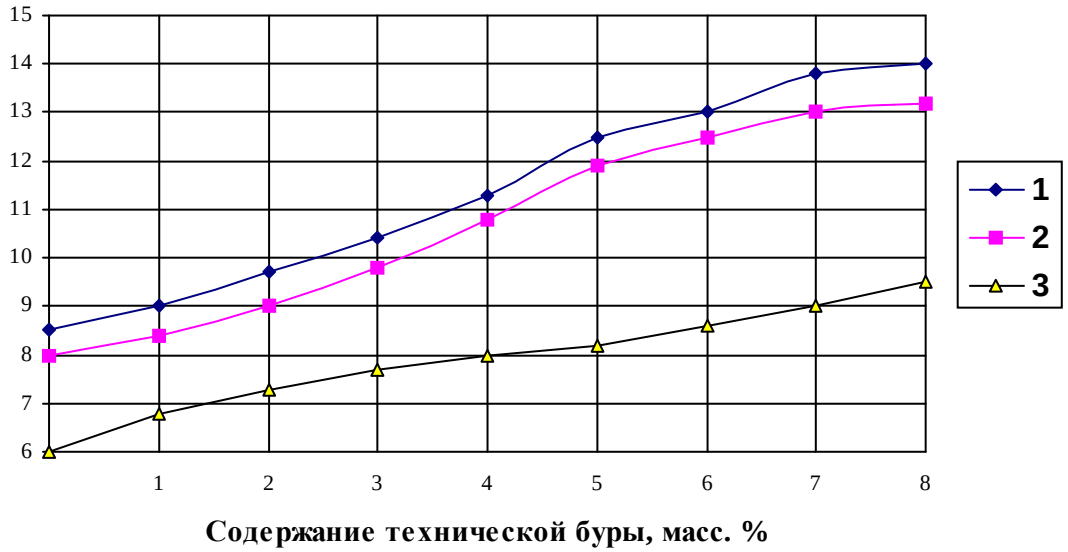



**Рисунок 3 - Влияние содержания технической буры на величину вспучивания покрытия.**
**1 – соотношение компонентов: асбестоцементные отходы: алюмокальциевый шлак – 17,5:7,5;**
**2 – соотношение компонентов: асбестоцементные отходы: алюмокальциевый шлак – 20,0:7,5;**
**3 – соотношение компонентов: асбестоцементные отходы: алюмокальциевый шлак – 20,0:15,0.**

Исследования показали, что максимальная температура при которой возможно вспучивание покрытия составляет 520-600$^0$С. Так, отмечено, что введение буры понижает температуру вспучивания покрытия на 35-70$^0$С. Установлено, что интервал применения такого покрытия составляет 920-930$^0$С, в дальнейшем наблюдается повышение теплопроводности покрытия и его размягчение со стеканием с поверхности.

После обработки полученных данных рис.3 на ЭВМ получены следующие зависимости:

Изменение коэффициента вспучивания покрытия от содержания технической буры при соотношении наполнителей – асбестоцементные отходы: алюмокальциевый шлак – 17,5:7,5):

$$K = -0{,}0155x^3 + 0{,}2244x^2 - 0{,}1482x + 8{,}4746 \qquad (4)$$

Изменение коэффициента вспучивания покрытия от содержания технической буры при соотношении наполнителей – асбестоцементные отходы: алюмокальциевый шлак – 20,0:7,5):

$$K = -0{,}02x^3 + 0{,}2859x^2 - 0{,}3917x + 8{,}146 \qquad (5)$$

h/h$_0$

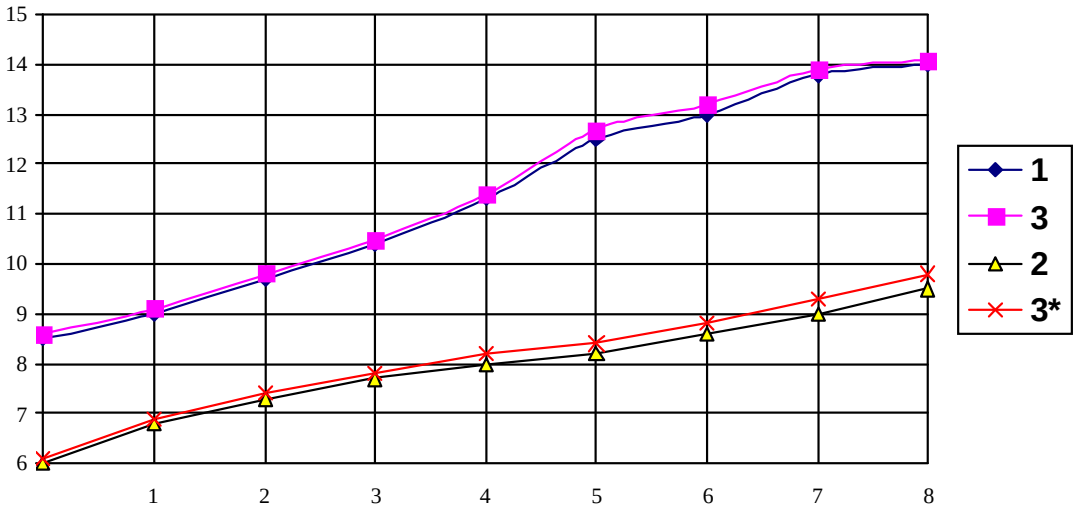



**Рисунок 4 - Влияние содержания входящих компонентов на величину вспучивания огнезащитной композиции ВЗП-6А.**
**1 – соотношение компонентов: асбестоцементные отходы: алюмокальциевый шлак – 17,5:7,5 (без СДБ);**
**2 – соотношение компонентов: асбестоцементные отходы: алюмокальциевый шлак – 20,0:15,0 (без СДБ);**
**3, 3* – с содержанием сульфитно-дрожжевой бражки 1,5%.**

Изменение коэффициента вспучивания покрытия от содержания технической буры при соотношении наполнителей – асбестоцементные отходы: алюмокальциевый шлак – 20,0:15,0):

$$K = 0{,}0103x^3 - 0{,}168x^2 + 1{,}1836x + 4{,}9913 \qquad (6)$$

где: х – содержание технической буры, %.

Высокие значения полученных коэффициентов позволяют судить о значимости полученных моделей.

Полученные модели 1-6 позволяют на стадии выбора компонентов оценить огнезащитную способность покрытия. Введение в огнезащитную композицию ВЗП-6А совместно технической буры и сульфитно-дрожжевой бражки позволяет в значительной степени улучшить не только технологические свойства композиции, но и огнезащитную способность покрытия. На рис.4 приведены результаты исследования влияния содержания технической буры на величину вспучивания покрытия. Исследования показали, что введение сульфитно-дрожжевой бражки до 1,5% не оказывает существенного влияния на величину вспучивания и, в основном, вспучивание покрытия зависит от процентного содержания остальных компонентов.

Проведенные исследования показали табл.1, что плотность покрытия в рациональной области введения компонентов понижается до 220-230кг/м$^3$, коэффициент теплопроводности составляет 0,08-0,083Вт/м*град.

**Таблица 1 Влияние входящих компонентов на величину вспучивания и теплофизические свойства огнезащитных покрытий**

| Содержание входящих компонентов, % по массе | | | | | | Коэф. вспучивания покрытия, $h/h_0$ | Макс. температура при которой происходит вспучивание, $^0$C | Плотность покрытия, кг/м$^3$ | Коэф. теплопроводности, Вт/м*град |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Жидкое стекло | Асбестоцементные отходы | Алюмокальциевый шлак | Глиноземистый цемент | Техническая бура | Сульфитно-дрожжевая бражка | | | | |
| ВЗП-2А | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 82,5 | 15,0 | 2,5 | - | - | - | 11,0 | 540-650 | 150 | 0,118 |
| 80,0 | 15,0 | 5,0 | - | - | - | 10,5 | 540-670 | 155 | 0,116 |
| 77,5 | 15,0 | 7,5 | - | - | - | 10,0 | 540-680 | 174 | 0,114 |
| 75,0 | 15,0 | 10,0 | - | - | - | 10,0 | 540-650 | 197 | 0,112 |
| 72,5 | 15,0 | 12,5 | - | - | - | 9,6 | 540-650 | 243 | 0,117 |
| 70,0 | 15,0 | 15,0 | - | - | - | 8,5 | 540-650 | 286 | 0,122 |
| 67,5 | 15,0 | 17,5 | - | - | - | 7,8 | 540-650 | 332 | 0,127 |
| 65,0 | 15,0 | 20,0 | - | - | - | 7,5 | 540-650 | 375 | 0,131 |
| 77,5 | 20,0 | 2,5 | - | - | - | 10,5 | 570-680 | 160 | 0,118 |
| 75,0 | 20,0 | 5,0 | - | - | - | 9,8 | 570-680 | 167 | 0,115 |
| 72,5 | 20,0 | 7,5 | - | - | - | 8,7 | 570-680 | 176 | 0,112 |
| 70,0 | 20,0 | 10,0 | - | - | - | 9,0 | 570-680 | 190 | 0,11 |
| 67,5 | 20,0 | 12,5 | - | - | - | 8,6 | 570-680 | 232 | 0,114 |
| 65,0 | 20,0 | 15,0 | - | - | - | 7,0 | 570-680 | 274 | 0,119 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62,5 | 20,0 | 17,5 | - | - | - | 7,0 | 570-680 | 320 | 0,124 |
| 60,0 | 20,0 | 20,0 | - | - | - | 6,8 | 570-680 | 358 | 0,128 |
| 75,0 | 22,5 | 2,5 | - | - | - | 10,0 | 570-680 | 170 | 0,119 |
| 72,5 | 22,5 | 5,0 | - | - | - | 9,0 | 570-680 | 174 | 0,118 |
| 70,0 | 22,5 | 7,5 | - | - | - | 8,5 | 570-680 | 187 | 0,116 |
| 67,5 | 22,5 | 10,0 | - | - | - | 8,0 | 570-680 | 200 | 0,114 |
| 65,0 | 22,5 | 12,5 | - | - | - | 7,6 | 570-680 | 246 | 0,119 |
| 62,5 | 22,5 | 15,0 | - | - | - | 6,8 | 570-680 | 291 | 0,124 |
| 60,0 | 22,5 | 17,5 | - | - | - | 6,4 | 570-680 | 337 | 0,129 |
| 57,5 | 22,5 | 20,0 | - | - | - | 6,2 | 570-680 | 382 | 0,134 |
| ВЗП-3А | | | | | | | | | |
| 85,0 | 12,5 | - | 2,5 | - | - | 11,0 | 520-660 | 158 | 0,119 |
| 80,0 | 15,0 | - | 5,0 | - | - | 10,8 | 520-660 | 162 | 0,117 |
| 77,5 | 15,0 | - | 7,5 | - | - | 10,0 | 540-660 | 170 | 0,113 |
| 75,0 | 17,5 | - | 7,5 | - | - | 9,8 | 540-660 | 179 | 0,109 |
| 72,5 | 17,5 | - | 10,0 | - | - | 10,0 | 540-660 | 188 | 0,105 |
| 70,0 | 20,0 | - | 10,0 | - | - | 9,5 | 540-660 | 216 | 0,110 |
| 67,5 | 20,0 | - | 12,5 | - | - | 9,0 | 540-660 | 244 | 0,117 |
| 65,0 | 22,5 | - | 12,5 | - | - | 8,5 | 540-660 | 252 | 0,120 |
| 60,0 | 25,0 | - | 15,0 | - | - | 8,4 | 540-660 | 359 | 0,131 |
| 58,0 | 27,5 | - | 17,5 | - | - | 7,6 | 540-660 | 415 | 0,141 |
| ВЗП-4А | | | | | | | | | |
| 84,5 | 12,5 | 2,5 | - | - | 0,5 | 11,0 | 540-670 | 178 | 0,115 |
| 79,0 | 15,0 | 5,0 | - | - | 1,0 | 10,5 | 540-670 | 260 | 0,095 |
| 73,5 | 17,5 | 7,5 | - | - | 1,5 | 10,1 | 540-690 | 265 | 0,097 |
| 68,0 | 20,0 | 10,0 | - | - | 2,0 | 9,0 | 570-690 | 270 | 0,098 |
| 63,0 | 22,5 | 12,5 | - | - | 2,0 | 8,0 | 570-690 | 286 | 0,108 |
| 62,5 | 22,5 | 12,5 | - | - | 2,5 | 7,6 | 570-690 | 301 | 0,119 |
| ВЗП-5А | | | | | | | | | |
| 81,5 | 15,0 | - | 2,5 | 1,0 | - | 11,0 | 540-600 | 197 | 0,118 |
| 79,0 | 17,5 | - | 2,5 | 1,0 | - | 10,5 | 540-600 | 205 | 0,118 |
| 76,5 | 20,0 | - | 2,5 | 1,0 | - | 10,0 | 540-600 | 200 | 0,115 |
| 80,0 | 15,0 | - | 5,0 | 1,5 | - | 11,5 | 540-600 | 239 | 0,11 |
| 77,5 | 17,5 | - | 5,0 | 1,5 | - | 11,0 | 540-600 | 240 | 0,12 |
| 75,0 | 20,0 | - | 5,0 | 1,5 | - | 10,0 | 540-600 | 240 | 0,12 |
| 75,5 | 15,0 | - | 7,5 | 2,0 | - | 12,0 | 620-750 | 240 | 0,098 |
| 73,5 | 17,5 | - | 7,5 | 2,0 | - | 11,5 | 620-750 | 245 | 0,099 |
| 70,5 | 20,0 | - | 7,5 | 2,0 | - | 11,0 | 620-750 | 248 | 0,099 |
| 72,0 | 15,0 | - | 10,0 | 3,0 | - | 12,5 | 620-750 | - | - |
| 69,5 | 17,5 | - | 10,0 | 3,0 | - | 12,0 | 620-750 | - | - |
| 67,0 | 20,0 | - | 10,0 | 3,0 | - | 11,5 | 520-660 | - | - |
| 76,0 | 15,0 | - | 5,0 | 4,0 | - | 12,5 | 520-660 | 260 | 0,091 |
| 73,5 | 17,5 | - | 5,0 | 4,0 | - | 12,0 | 520-600 | 259 | 0,090 |
| 71,0 | 20,0 | - | 5,0 | 4,0 | - | 11,5 | 520-600 | 248 | 0,090 |
| 72,5 | 15,0 | - | 7,5 | 5,0 | - | 13,0 | 520-600 | 215 | 0,089 |
| 70,0 | 17,5 | - | 7,5 | 5,0 | - | 12,5 | 520-600 | 220 | 0,086 |
| 67,5 | 20,0 | - | 7,5 | 5,0 | - | 12,0 | 520-600 | 218 | 0,086 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 69,0 | 15,0 | - | 10,0 | 6,0 | - | 12,5 | 580-600 | 252 | 0,09 |
| 66,5 | 17,5 | - | 10,0 | 6,0 | - | 12,0 | 580-600 | 245 | 0,088 |
| 64,0 | 20,0 | - | 10,0 | 6,0 | - | 11,5 | 580-600 | 245 | 0,089 |
| 65,5 | 15,0 | - | 12,5 | 7,0 | - | 11,5 | 580-600 | 256 | 0,091 |
| 63,0 | 17,5 | - | 12,5 | 7,0 | - | 11,5 | 580-600 | 270 | 0,10 |
| 60,5 | 20,0 | - | 12,5 | 7,0 | - | 10,5 | 580-600 | 296 | 0,11 |
| 62,0 | 15,0 | - | 15,0 | 8,0 | - | 10,5 | 580-600 | 258 | 0,12 |
| 59,5 | 17,5 | - | 15,0 | 8,0 | - | 10,0 | 580-600 | - | - |
| 57,6 | 20,0 | - | 15,0 | 8,0 | - | 9,5 | 580-600 | 347 | 0,131 |
| ВЗП-6А | | | | | | | | | |
| 83,5 | 2,5 | - | 7,5 | 5,0 | 1,5 | 14,5 | 570-600 | 162 | 0,118 |
| 81,0 | 5,0 | - | 7,5 | 5,0 | 1,5 | 14,0 | 570-600 | 170 | 0,109 |
| 78,5 | 7,5 | - | 7,5 | 5,0 | 1,5 | 13,8 | 570-600 | 190 | - |
| 76,0 | 10,0 | - | 7,5 | 5,0 | 1,5 | 13,6 | 500-600 | - | 0,099 |
| 73,5 | 12,5 | - | 7,5 | 5,0 | 1,5 | 13,5 | 570-610 | 215 | 0,86 |
| 71,0 | 15,0 | - | 7,5 | 5,0 | 1,5 | 13,0 | 600-610 | 220 | 0,08 |
| 68,5 | 17,5 | - | 7,5 | 5,0 | 1,5 | 12,5 | 600-610 | 226 | 0,081 |
| 66,0 | 20,0 | - | 7,5 | 5,0 | 1,5 | 12,0 | 600-620 | 229 | 0,083 |
| 63,5 | 22,5 | - | 7,5 | 5,0 | 1,5 | 11,5 | 600-620 | 262 | 0,09 |
| 61,0 | 25,0 | - | 7,5 | 5,0 | 1,5 | 11,0 | 600-620 | 293 | 0,107 |
| 58,5 | 27,5 | - | 7,5 | 5,0 | 1,5 | 10,5 | 600-620 | - | - |
| 56,0 | 30,0 | - | 7,5 | 5,0 | 1,5 | 10,0 | 600-620 | 358 | 0,128 |
| 53,5 | 32,5 | - | 7,5 | 5,0 | 1,5 | 9,0 | 600-620 | - | 0,138 |
| 51,0 | 35,0 | - | 7,5 | 5,0 | 1,5 | 8,0 | 600-620 | 440 | 0,147 |
| 47,5 | 37,5 | - | 7,5 | 5,0 | 1,5 | 7,5 | 600-620 | - | 0,155 |
| 45,0 | 40,0 | - | 7,5 | 5,0 | 1,5 | 7,0 | 600-620 | 520 | 0,162 |

Как показали исследования увеличение содержания наполнителей и технической буры за рациональную область снижает теплозащитную способность покрытия и снижает огнезащитную эффективность покрытия. Так, увеличение содержания в композиции асбестоцементных отходов до 40,0% снижает коэффициент вспучивания до 7,0, при этом, плотность возрастает до 520кг/м$^3$, а теплопроводность до 0,161Вт/м*град. Увеличение содержания технической буры до 6,0% ведет к увеличению вспучивания с 8,5 до 14,0, но при этом образуется рыхлая не прочная структура с открытыми порами, что в значительной степени отрицательно сказывается на теплофизические свойства покрытия и его защитные свойства. Поэтому при приготовлении предложенных огнезащитных композиций необходимо соблюдать качественную дозировку компонентов.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Беликов А.С. Теоретическое и практическое обоснование снижения горючести и повышения огнестойкости строительных конструкций за счет применения огнезащитных покрытий.- Днепропетровск: Gaudeamus, 2000.- 196 с.

2. Баженов С. В. Определение срока службы огнезащитных покрытий по результатам натурных и ускоренных климатических испытаний / С. В. Баженов, Ю. В. Наумов // Пожаровзрывобезопасность. — 2005. — № 6. — С. 59-67.

3. Баратов А.Н., Корольченко А.Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов: Справочник.- М.: Стройиздат, 1990.- 361 с.

4. Беликов А.С. Теоретическое и практическое обоснование снижения горючести и повышения огнестойкости строительных конструкций за счет применения огнезащитных покрытий.- Днепропетровск: Gaudeamus, 2000.- 196 с.

5. Зыбина О. А. Проблемы адгезии огнезащитных вспучивающихся тонкослойных покрытий по металлу / О. А. Зыбина // Химическая промышленность. — 2003. — № 9. — С. 38—39.

6. Корольченко А. Я. Средства огнезащиты: справочник / А. Я. Корольченко, О. Н. Корольченко. — М.: Пожнаука, 2006. — 258 с.

7. Мосалков И. Л. Огнестойкость строительных конструкций / И. Л. Мосалков, Г. Ф. Плюснина, А. Ю. Фролов. — М.: ЗАО «Спецтехника», 2011. — 496 с.

8. Романенков И.Г., Левитес Ф.А. Огнезащита строительных конструкций.- М.: Стройиздат, 1991.- 320 с.

УДК 331,45. 631.145.614.8:331.103.253

# МОДЕЛЮВАННЯ РИЗИКІВ НА ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСАХ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

**Шейко Н.В.**[1]

[1] к.і.н., доцент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, Україна

*Описано моделювання професійних ризиків на виробничих процесах АПК у показниках теорії множин та ймовірностей.*

***Небезпека, ризик, небезпечна ситуація, логічна модель, небезпечний фактор.***

Аграрний сектор економіки протягом останніх років займає одне з перших місць серед інших галузей щодо важкого травмування працюючих. Основними причинами такого стану є те, що в галузі до цього часу не створена ефективна система запобігання аварійності і травматизму, на підприємствах не здійснюється оцінка виробничих небезпек, немає досконалих методик для аналізу професійних та індивідуальних ризиків працівників.

Значний інтерес мають дослідження, в яких пропонуються методи оцінки професійного та індивідуального ризику, методологічні підходи до їх досліджень та розробки систем управління ризиками [1, 2, 3, 4].

Оскільки у будь-якому виробничому процесі беруть участь люди, застосовуються різні технічні засоби, матеріали, будівлі тощо, то при дослідженні подій-небезпек доцільно розглядати систему, утворену з таких елементів як "людина", "машина" та "середовище" (об’єкт, на який спрямована дія "машини"). Зазначені сукупності у теорії систем прийнято називати ергатичними системами, бо одним з її елементів є людина.

Кожен з елементів зазначеної системи, включаючи і людину, є джерелом виробничих небезпек. Людина у процесі роботи з різних причин може допускати професійні помилки, які можна оцінювати як небезпечні дії. Різні технічні несправності чи недосконалості конструкцій машин, несправність або відсутність технічних засобів безпеки, недоліки в організації виробничих процесів, природні явища та інші небезпеки можна віднести до небезпечних умов.

У процесі експлуатації машин як системи будь-яка подія-небезпека, яка існує, або така, що може виникнути через певний час, незалежно від джерела, логічно поєднуючись з наступною подією (умовою чи дією), утворює нову подію-небезпеку. Так процес триває аж до виникнення останньої події, що є наслідком, а подію первинну небезпеку, з якої розпочинається процес, умовно можна назвати подією- причиною.

Для проведення якісної оцінки виробничих небезпек застосовується метод логічного моделювання процесів зародження, формування та виникнення небезпечних ситуацій та їх можливих наслідків.

На рис. 1 показана логічна модель процесу формування небезпечної ситуації та її наслідку у вигляді пошкодження органів зору механізатора при обприскуванні посівів пестицидами.

З рис. 1 видно, що досліджуваний процес розпочинається з первинної- події небезпеки А, яка характеризує пошкодження сітки фільтра заливної горловими обприскувача. За умови відсутності контролю за станом агрегату (подія В) і забрудненні робочого розчину пестицидів механічними домішками (подія С) вони можуть потрапити у бак обприскувача (подія D), що завдяки особливостям конструкції розпилювачів (подія Е) призведе до їх забивання (подія F). Якщо при цьому механізатор при зупинці трактора не знизить тиску в обприскувачі (подія G), при намаганні очистити розпилювачі спеціальними пристроями (подія К) може виникнути їх спрацювання (подія L) і при незахищеності засобами індивідуального захисту (подія М) в його органи зору може потрапити розчин пестициду, що призведе до виникнення наслідку (подія Т).

Усі позначені на рис. 1 події А, В, С, Е, G, К, і М належать до однієї сукупності, які при послідовному логічному поєднанні між собою утворюють відповідні стани досліджуваної системи: D, F, L і Т. Це складні статистично залежні між собою події-ситуації, які характеризують процес послідовного переходу одного небезпечного стану в інший, аж до його завершення.

Встановлено, що у правильно побудованих логічних ідентифікаційних моделях усі події, що утворюють відповідні небезпечні стани, є ординарними і статистично незалежними між собою. За цією ознакою їх можна віднести до певної множини і застосувати відповідні операції над ними. Якщо прийняти до уваги те, що усі події сукупності А, В, С, Е, G, К, М (рис. 1) мають одну

спільну ознаку (вони є подіями-небезпеками), то відповідні стани досліджуваної системи можна визначити за операціями логічних перетинів. Позначивши при цьому операцію перетину подій відповідним символом (∩), отримаємо формули для визначення відповідних станів досліджуваної системи.

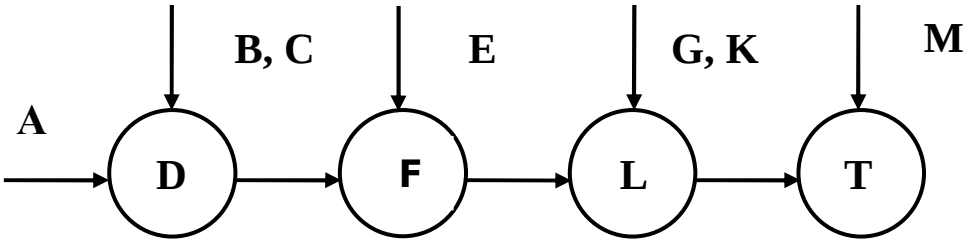



Рисунок 1 – Логічна модель процесу утворення небезпечних ситуацій та їх наслідків при обприскуванні посівів пестицидами

$$D = A \cap B \cap C \quad (1)$$

$$F = A \cap B \cap C \cap E \quad (2)$$

$$L = A \cap B \cap C \cap E \cap G \cap K \quad (3)$$

$$T = A \cap B \cap C \cap E \cap G \cap K \cap M \quad (4)$$

Формулу (4) можна використати для визначення імовірності $P_T$ наслідку:

$$P_T = P_A \cdot P_B \cdot P_C \cdot P_E \cdot P_G \cdot P_K \cdot P_M , \quad (5)$$

де $P_A \cdot P_B \cdot P_C \cdot P_E \cdot P_G \cdot P_K \cdot P_M$ – імовірності відповідних подій.

Виходячи з концепції "порожньої множини" [6], будь-яку з подій формули (5), що перетинаються між собою, можна штучно привести до такого стану, що вона як підмножина не матиме жодної складової. Такі множини називають порожніми. Тоді можливість виникнення такої події становитиме 0. Нехай, наприклад, подія G буде порожньою (G = Ø), тоді значення її імовірності дорівнюватиме нулю ($P_G = 0$). Так, внаслідок штучного усунення зазначеної події G, подія-наслідок T не відбудеться.

Слід зауважити, що кожну логічну модель (рис. 1) можна перевести в логіко-ситуаційну (операторну) модель, у якій крім логічної послідовності вже визначених подій вказуються логічні оператори і більш конкретно позначаються проміжні і базові події.

Запропоновані методи аналізу виробничих небезпек, як критеріїв оцінки різних ризиків, можна застосувати у системах управління охороною праці (професійними ризиками) на всіх рівнях галузі, при розробці конструкцій нових технічних засобів механізації та визначенні страхових ризиків.

## Список літератури

1. Бондарь В.А. Риск, надежность и безопасность. Система понятий и обозначений / В.А.Бондарь, Ю.П.Попов. - М.: Безопасность труда в промышленности. - 1997. - №10. - С. 39-42.

2. Варення Г.А. Управління ризиками на виробництві як метод профілактики травматизму / Г.А.Варення. - К.: БЖД, 2003. - № 1. - С. 33-36.

3. Лехман С.Д. Система управління професійними ризиками на сільськогосподарському підприємстві при експлуатації машин і виробничого устаткування / С.Д.Лехман // Зб. праць третьої Міжнародної науково-технічної конференції МОТРОЛ.- Люблін: 2001. - Т. 4. - С. 198-206.

4. Лехман С.Д. Метод оцінки біоекотехнологій за небезпечністю та ризиками / С.Д.Лехман // Науковий вісник НАУ. - К.: 2004. - №73. - Ч. 1. - С. 57-62.

5. Диллон Б., Инженерные методи обеспечения надежности систем / Б.Диллон, Ч.Сингх. - М.: Мир, 1984. - 318 с.

*Описано моделирование профессиональных рисков на производственных процессах АПК в показателях теорий множеств и вероятностей.*

***Опасность, риск, опасная ситуация, логическая модель, опасный фактор.***

*Modelling of professional risks in Agro-Manufacturing Complex in figures in theories of sets and probabilities is described.*

***Danger, hazard, dangerous situation, logical model, dangerous factor.***

УДК 331,45. 631.145.614.8:331.103.253

# ЗАПОЧАТКУВАННЯ СИСТЕМИ БЕЗПЕЧНОГО ВИПРОБОВУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

**Шейко Н.В.[1], Прокопович П.І.[2]**

[1] к.і.н., доцент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, Україна

[2] студент, ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, Україна

*Викладено послідовний опис подій по започаткуванню системи безпечного випробовування сільськогосподарської техніки.*

***Безпечні випробування, прилади, випробувальні станції, сільськогосподарська техніка, дослідження.***

Історична епоха на межі XIX і XX століть потребувала фахівця, який дав би поштовх у розв'язанні ряду суспільно важливих питань у галузі землеробських машин і знарядь, котрі не втратили актуальності й нині. Такою людиною в історії сільськогосподарської науки і техніки став професор К.Г. Шіндлер.

У 1900 році при Київському політехнічному інституті була створена станція випробування землеробських машин і знарядь, що входила до складу лабораторій Інституту, керівником та ідейним натхненником якої був К.Г. Шіндлер. Йому належала і пальма першості в обґрунтуванні функцій випробувальної станції, в системному підході до її організації та у невтомній, кропіткій роботі з реалізації наукових і практичних задумів.

Незважаючи на те, що на облаштування цієї станції не було цільових асигнувань, професор К.Г. Шіндлер зумів завдяки своїм організаторським здібностям і цілеспрямованості побудувати за рік приміщення станції та з 1901 року розпочати заплановані випробування. За проектами Камілла Гавриловича руками студентів у майстернях КПІ за перші роки існування були виготовлені прилади, устаткування, динамометри, необхідні для безпечного випробування техніки, якими згодом були оснащені інші дослідні станції та навчальні заклади. Всі установи, що мали тяглові динамометри, щорічно присилали їх на випробувальну станцію КПІ для повірок та корегування на сконструйованому тут контрольному динамометрі.

Станція стала першим осередком науково-дослідної роботи в Україні, узагальнюючим центром започаткування теорії землеробських машин і знарядь і майже 10 років була єдиною діючою станцією в країні.

В основу діяльності станції було покладено вирішення проблем сільськогосподарського машинознавства й машинобудування шляхом експериментального вивчення та безпечного випробування землеробських машин і знарядь. Станція надавала можливість вихованцям інституту ознайомитися з існуючими типами та конструкціями сільськогосподарських машин і знарядь, спостерігаючи їх у роботі, а також засвоювати методи і технології їх дослідження, з'ясовувати відносну досконалість машин і визначати значення чинників, які забезпечують їх правильну роботу.

Дані всебічних досліджень давали цінний матеріал для обґрунтування подальшої розробки теорії землеробських машин і знарядь, яка на той час ще не була сформована.

Завдяки результатам випробовувань, які доводили переваги і недоліки засобів сільськогосподарського виробництва, а також виявляли зв'язок і взаємозалежність між технологічним процесом, машиною, рослиною та грунтом, станція стала посередником між споживачем і виробником землеробських машин і знарядь, що сприяло господарствам у правильному підборі машин і відпрацюванню безпечної конструкції техніки виробниками.

Функціями випробувальної станції, вперше відпрацьованими професором К.Г. Шіндлером, були:

- пошук методів і вдосконалення техніки, проведення аналізів, створення вимірювальних приладів, необхідних для якісного та кількісного обліку роботи машин;
- систематичне проведення безпечних порівняльних випробувань груп машин і знарядь, однорідних за призначенням;
- проведення експериментів з детального дослідження окремих органів машин;
- виконання (на замовлення) випробувань машин і знарядь великої продуктивності: плугів, що приводяться в дію механічними двигунами, снопов'язалок збільшеного захвату, складних молотарок тощо;
- складання програм безпечних випробувань, надання вимірювальних приладів і рекомендацій з техніки досліджень для конкурсів землеробських машин і знарядь;

- активна участь у проведенні безпечних випробувань за пропозиціями їх організаторів;
- організація філій станції на периферії за почином та при сприянні приватних осіб, товариств і установ, зацікавлених у вирішенні питань застосування, розповсюдження і виготовлення землеробських машин та знарядь.

У справі дослідження сільськогосподарських машин Київської випробувальної станції, керованої професором К.Г. Шіндлером, переважав агрономічний напрям. Такого спрямування не поділяли інші дослідні установи та науковці дослідники-машинознавці. Ні створена пізніше Московська випробувальна станція на чолі з професором В.П. Горячкіним, ні Бюро по сільськогосподарській механіці при Вченому комітеті Головного управління Міністерства землеустрою і землеробства агрономічного напряму не підтримували, в їх роботі переважав інженерний підхід.

7-13 січня 1909 року при Бюро по сільськогосподарській механіці було проведено Нараду з питань сільськогосподарського машинобудування, на першому засіданні якої за участю 30 присутніх, у тому числі професора К.Г. Шіндлера, розглядалося питання про організацію мережі машиновипробувальних станцій у країні та приєднання її до загальних дослідницьких сільськогосподарських установ, вузів і Бюро. З питання підготовки керівників проведення безпечних випробувань сільськогосподарської техніки. були розглянуті пропозиції К.Г. Шіндлера і В.П. Горячкіна. В інтересах розвитку мережі випробувальних установ К.Г. Шіндлер запропонував організувати окремі інститути при вищих технічних і сільськогосподарських навчальних закладах для підготовки спеціалістів випробувальної справи, для збагачування практично-виробничих знань спеціалістів новими, прогресивними теоретичними знаннями, і для озброєння технічними знаннями агрономів, а агрономічними - механіків. Ця пропозиція пізніше знайшла своє втілення в організації курсів, факультетів та інститутів підвищення кваліфікації фахівців-аграріїв.

Відпрацьовані К.Г. Шіндлером ще на початку століття функції випробувальної станції стали орієнтиром багатьом поколінням випробувачів сільськогосподарської техніки. У наш час змінились лише обсяги випробувань. Нині випробувана техніка є більш енергонасиченою, автоматизованою, для її роботи почала використовуватись космічна навігаційна система. Різко збільшилась

кількість розробок машин, в яких використовуються новітні досягнення науки та технології. Але принципи, закладені К.Г. Шіндлером, актуальні й тепер.

**Список літератури**

1. Витоки вчення про землеробські машини і знаряддя професора К.Г.Шиндлера. До 100-річчя видання атласу "Поліпажі, ескізи і креслення машин-знарядь сучасного сільського господарства" / Д.Г.Войтюк, З.А.Шквира, В.А.Вергунов, О.С.Мудрук // Науковий вісник НАУ. - К.: - 2003. – Вип. 60. - С. 119-128.

2. Известия станции испытания земледельческих машин и орудий при Киевском политехническом институте Императора Александра II. - К.: 1907. – Вып. 1. - 8 с.

3. Из истории Киевского политехнического института // Сборник документов и материалов. - К.: Издательство КГУ, 1961. – Т. 1 (1898-1017). - 387 с.

4. Погорілий Л.В. Історія зародження системи випробовування сільськогосподарської техніки в Україні. / Л.В.Погорілий, О.С.Мудрук, З.А.Шквира // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробовування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Збірник наукових праць УкрНДПВТ.- Дослідницьке: - 2003. – Вип. 6 (20). - Т. 1. - С. 43-50.

*Изложено последовательное описание событий по закладыванию системы безопасного испытания сельскохозяйственной техники.*

***Безопасные испытания, приборы, испытательные станции, сельскохозяйственная техника, исследование.***

*The consecutive description of events on закладыванию systems of safe test of agricultural machinery is stated.*

***Tests, devices, test stations, agricultural machinery, research.***

Наукове видання

# ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБАЛАНСОВАНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ (24-25 БЕРЕЗНЯ 2016 РОКУ, М. НІЖИН)

**ДЛЯ НОТАТОК**