

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



**АГРАРНИЙ ВІСНИК
ПРИЧОРНОМОР'Я**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Випуск 90

Одеса 2018

РЕДАКЦІЙНА РАДА
"АГРАРНОГО ВІСНИКА ПРИЧОРНОМОР'Я" ОДЕСЬКОГО
ДЕРЖАВНОГО АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

- МАЗУРЕНКО І. К. - доктор технічних наук, професор (голова Ради)
- ЮРКЕВИЧ С.О. - доктор сільськогосподарських наук, професор
(заступник голови Ради)
- СМОЛЯНІНОВ Б. В. - доктор біологічних наук, професор
(заступник голови Ради)
- ХРЕНОВСЬКОВ Е. І. - доктор сільськогосподарських наук, професор
- ЩЕРБАКОВ В.І. - доктор сільськогосподарських наук, професор
- МІЛКУС Б.Н. - доктор біологічних наук, професор
- ГАРМАШОВ В.І. - доктор сільськогосподарських наук, професор
- ПИЛЬНЕВ В.В. - доктор біологічних наук, професор (РГАУ- МСХА імені
К.А.Тімірязєва)
- МАЧУК В. - доктор сільськогосподарських наук, професор (Університет
Аграрних наук і ветеринарної медицини, Яси, Румунія)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

АГРАРНИЙ ВІСНИК ПРИЧОРНОМОР'Я

Збірник наукових праць

Технічні науки

Випуск 90

Одеса 2018

АГРАРНИЙ ВІСНИК ПРИЧОРНОМОР'Я

Технічні науки. Вип. 90. Одеса, 2018- 223 с.

УДК 636.577.1.612

ББК 4Я4

A252

Містить статті з актуальних питань підвищення рівня механізації в сільськогосподарському виробництві та організації фермерських господарств.

Для наукових працівників, фахівців агропромислового комплексу, викладачів та студентів сільськогосподарських ВНЗ і технікумів.

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради університету від 29 листопада 2018 року, протокол № 4.

Включено до переліку фахових видань. Наказ МОН № 241 від 9 березня 2016 р.

Відповідальність за достовірність даних та зміст статей несуть автори.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

В.П.ЧУЧУЙ – кандидат технічних наук, доцент, відповідальний редактор;

І.І.ДУДАРЕВ – кандидат технічних наук, доцент ;

І.П.ПАЛАМАРЧУК – доктор технічних наук, професор;

Л.Ф.ВІКУЛІНА – доктор технічних наук, професор;

Г.М. СТАНКЕВИЧ – доктор технічних наук, професор;

В.П.ЛАРШИН – доктор технічних наук, професор;

В.І.ПАСТУХОВ – доктор технічних наук, професор;

С.М.УМИНСЬКИЙ – кандидат технічних наук, доцент, відповідальний секретар.

Одеський державний аграрний університет 2018 р.

Підписано до друку 4.12.2018 р. формат 60х84/16

Папір офсетний. Ум. друк. арк. 12.75.

Тираж 300 прим. Замовлення №

Видавництво та друкарня «ТЄС» (свідоцтво ДК № 771)

Одеса, Канатна 81/2. Тел 42-90-98

Зміст

І.Дударев, В.П. Чучуй, В.В. Лірник	
ОБРОБКА ЗВОЛОЖЕНОЇ ПОВЕРХНІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ.....	3
П. І. Осадчук, С.М. Перетяка, В. В. Гриб	
ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ХВИЛЬ У ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИСТКИ	
РОСЛИННОЇ ОЛІЇ	15
І. В. Москалюк, В. М. Пуріч	
ДИНАМІКА ЛУЖНОЇ ЕКСТРАКЦІЇ ПЕКТИНОВИХ РЕЧОВИН ЗІ СВІЖИХ	
ЯБЛУЧНИХ ВИЧАВОК ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ З ЛУГАМИ	21
І.Дударев, М.В. Ісаєв, І.Г. Плачинта	
СТІЙКІСТЬ ТА ЗБЕРІГАННЯ КОМБИКОРМІВ.....	28
Д. П. Домущі, О.С. Яворський, А. П. Ліпін	
ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ МАШИННО –ТРАНСПОРТНИХ КОМПЛЕКСІВ	
З УРАХУВАННЯМ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВИТРАТ.....	42
Е.В.Мартынова, N.V.Savchenko	
SELECTION OF OPTIMAL TECHNICAL MEANS DURING THE PROCESSING OF	
WHEAT AGAINST AGRICULTURAL PESTS	49
І.Дударев, О.І. Паскалов, В.А.Пірожков	
РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ КОМПОНЕНТИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОРМІВ.....	56
Е.В.Мартынова, А.О. Studzinsky	
THE STUDY OF THE HEAT INTO NON-HEATED CULTIVATIVE CONSTRUCTIONS	
OF THE CLOSED SOIL.....	65
Д. П. Домущі, В.О. Захаренко, А. П. Ліпін	
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ТА	
УДОСКОНАЛЕННЯ ІХ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ.....	75
С.М. Перетяка, П. І. Осадчук	
ПЕЛЕТІ ІЗ ВІДХОДІВ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ	84
І.І.Дударев, Г.К. Урсулов, Р.В.Слівка	
ПОВЕРХНЕВА ОБРОБКА ЗЕРНА ЗЛАКОВИХ КУЛЬТУР.....	92
S. M. Uminskij, O.V.Kahparov	
MANUFACTURE BIOGAS ORGANIC FERTILIZERS FOR POWER APC.....	102
В.Г.Ільїна, Г.М.Вовкодав	
ОЦІНКА СТУПЕНЮ ЗАБРУДНЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ	
ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ В УМОВАХ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	109
S. M. Uminsky, D.S. Uminsky	
INSTALLATION FOR PREPARATION LIQUID FORAGES	114
В.Г.Ільїна, К.Р.Шпатар	
ОЦІНКА СТУПЕНЮ ВПЛИВУ ЗАСОЛЕННЯ ТА ОСОЛОНЦЮВАННЯ ҐРУНТУ НА	
РОЗВИТОК РОСЛИН ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ.....	123
S.V. Konev, S.S. Zhitskov, D.V.Tsankov	
INCREASE EFFICIENCY USE MOTOR OILS IN CONDITIONS AMC.....	127
G.N Vovkodav	
EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE AGRICULTURAL ACTIVITY ON THE	
QUALITY OF WATERS IN THE KREMENCHUG WATER SUPPLY.....	133
Л.М. Петров, П.М. Павлішин, О.А. Шостаковський	
ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ З РОЗШИРЕННЯМ ІХ	
ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ.....	137
Р.О. Мацей, О.А.Оргіян, Г.В. Баланюк, В.Д. Юргачов	
ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАКТОРНОЇ ТЕХНІКИ	
НА КООРДИНАТНО-РОЗТОЧУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ.....	143
S. M. Uminsky, D.S. Uminsky	
TECHNOLOGY OF REGENERATION OF EMPLOYED MASTS.....	151
С.Г.Чабан, О.В.Ковра	
ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛІВ ДЛЯ	
АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ.....	164

Л.М. Петров, П.М. Павлішин, М. Ю. Вишневий УДОСКОНАЛЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОБРОБІТКИ ГРУНТУ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНИХ МТА.....	173
B. V. Lebedev, L. V. Knaub, E. V. Lebedeva IMPROVING ENERGY EFFICIENCY OF REFRIGERATION SYSTEMS WITH DESIGN AND TECHNOLOGICAL METHODS.....	178
S.V.Konev , S.S. Zhitskov, V.A.Kishchenko TECHNOLOGY RESTORATION DETAILS AGRICULTURAL MACHINERY METHOD ELECTROSPARK PROCESSING.....	185
V.G.Ilina, V.O.Nikolishen EVALUATION OF INFLUENCE OF GROWTH ON GROUND-PLANT	192
O.O. Yakimov, S.M. Umyskyi, L.V. Bovnegra, S.V. Beznos, V.V. Dobrovolskyi TO THE QUESTION OF REDUCING THE RELATIVE WEARING OF THE INTERRUPTED GRINDING CIRCULARS FROM SUPERHARD MATERIALS.....	196
В.М. Петров, О.О. Жданов СТРУКТУРА ВАЛЬЦЬОВИХ ПОДРІБНЮВАЧІВ.....	205
Д. П. Домущі, О.Я. Пожар, А. П. Ліпін ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПО ВИЗНАЧЕННЮ ВИРОБНИЧИХ УМОВ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ТЕХНОЛОГІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ.....	213

УДК 636.085.55.4

ОБРОБКА ЗВОЛОЖЕНОЇ ПОВЕРХНІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ**І.І.Дударев , В.П. Чучуй , В.В. Лірник***Одеський державний аграрний університет*

Зерно злакових культур є джерелом значного потенціалу енергії, і містить практично всі речовини, необхідні для нормального функціонування організму людини, тварин, і птиці. Вологість характеризує кількість поживних речовин в зерні, а також його придатність до зберігання та переробки. Врахування розподілу вологи в зернах злакових культур дозволяє обирати раціональні режими зволоження. Волога в зерні знаходиться у вигляді: хімічно зв'язаної води (зв'язана вода); фізико-хімічно зв'язаної води (зв'язана вода); механічно зв'язаної води (вільна вода). Хімічно зв'язана вода входить до складу білків, вуглеводів, жирів і інших з'єднань. Її можна виділити, лише порушивши структуру цих речовин. Молекули фізико-хімічно зв'язаної води втрачають властивості розчинника й виявляються пов'язаними з гідрофільними речовинами. Така вода може бути видалена із зерна шляхом висушування. Вільна вода знаходиться в капілярах зерна, і легко піддається сушінню. Саме ця волога бере активну участь у фізіологічних, біохімічних і мікробіологічних процесах у зерні. Дослідження розподілу вологи в анатомічних структурах оболонок зерна пшениці з урахуванням кінетики дифузійної вологості приділяється встановленню кількісних закономірностей зміни вологості двох верхніх шарів плодової оболонки, що підлягають відділенню в процесі шелушення, а також визначення тривалості волопереносу, при якій досягнута їх рівноважна вологість. Урахування вологості плодової оболонки та решти структурних часток зерна злакових культур, необхідне для вибору раціонального режиму зволоження для ефективного відокремлення квіткових плівок з поверхні. Для виконання процесу луцення зерна, як підготовчої операції у загальній обробці, використовують зволоження поверхневої оболонки з метою покращення коефіцієнту технологічної ефективності загального показника, тобто коефіцієнту луцення який є кількісним показником ефективності роботи машини. При обробці в луцильній машині зволоженого зерна відділення оболонок відбувається по поверхнях із найменшою міцністю зв'язку. Такою умовною поверхнею розділу в першу чергу слід рахувати межу двох подовжніх шарів. Кондиціювання та гідротермічна обробка полегшує процес луцення зерна, що також підвищує коефіцієнт луцення, коефіцієнт цілісності зерна і загальну ефективність луцення.

Ключові слова: зерно, оболонки, тертя, руйнування, луцення, вологість.

Вступ. Зерно є основним продуктом сільського господарства. Зернові культури використовують для виробництва та отримання крохмалю, патоки, спирту, до продуктів переробки зерна відносять борошно, макаронні вироби, крупу, хліб. Зернові продукти є основними постачальниками засвоюваних вуглеводів - головного енергетичного компонента їжі. При споживанні 500 г пшеничного хліба з борошна якісних сортів в організм споживача надходить від 21 до 64 % добової

потреби життєво необхідних кислот. крупу виробляють з овса, ячменя, пшениці, кукурудзи та горошини. Можливо також перероблення в крупу та інших зернових культур. Доля круп'яних продуктів у харчовому раціоні людини від загального споживання зернових малих в порівнянні з продукцією мукомольних мілків і в середньому становить по різних оцінках від 7 до 13%. Сучасний огляд існуючих технологічних процесів спрямованих на виробництво крупи може бути здійснений на основі оптимального вибору машин, які є складовими частинами усього технологічного процесу. Обладнання яке існує в господарстві задовольняє потребам споживачів частково, так для оптимального складу обладнання, яке використовується для виготовлення крупи, нами виконані відповідні розрахунки та зроблено склад технологічної лінії, яка забезпечить задовільнення споживачів як власного району, так і других районів в Україні. На вихід й якість крупи впливають багато показників якості зерна. Насамперед велике значення мають зміст плівок, крупність, вологість зерна й зміст домішок у ньому. Вміст плівок - плівчатість - визначають у зерні, очищеному від домішок. Чим вище плівчатість, тим менше вміст ядра, тим менше крупи одержують із такого зерна. Як правило, плівчатість крупного зерна менше, ніж дрібного. Саме дрібні фракції практично в зерна всіх круп'яних культур мають дуже високу плівчатість. Тому відокремлення квіткових плівок є важливішою операцією обробки зерна злакових культур. Вологість зерна дуже впливає на його технологічні властивості в процесі лущення, а також на кінцеву вологість крупи. Зайву вологу можна виділити, лише порушивши структуру цих речовин. Молекули фізико-хімічно зв'язаної води втрачають властивості розчинника і виявляються пов'язаними з гідрофільними речовинами. Така вода може бути видалена із зерна шляхом висушування. Вільна вода знаходиться в капілярах зерна і легко піддається сушінню. Ця волога впливає на фізіологічні, біохімічні та мікробіологічні процеси в зерні. Але для виконання процесу лущення зерна, як підготовчої операції у загальній обробці, використовують зволоження поверхневої оболонки для покращення коефіцієнту технологічної ефективності загального показника.

Проблема. Доцільність і необхідність усунення квіткових, плодових та насіннєвих оболонок зерна досягається за допомогою використання лущильних машин у складі технологічних ліній з урахуванням властивостей зерна, а саме його вологи. Закономірність процесу переносу вологи в зовнішні шари оболонок характеризується високою інтенсивністю насичення вологою, яка зі збільшенням глибини шару знижується що суттєво впливає на процес його обробки лущенням.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. При організації і проведенні післязбиральної обробки зерна необхідно враховувати специфічні біологічні і технологічні властивості компонентів оброблюваної зернової маси. На практиці дуже часто вологість свіже збираного зерна вимагає використання однієї з трьох технологічних схем обробки: - при вологості зерна менш 17 % достатньо застосувати первинну і повторну очистки; - при вологості зерна в межах 17...20 % застосовується попередня очистка, сушка, первинна і повторна очистки; - при вологості зерна вище 20 % необхідні попередня очистка, не однократна сушка, первинна і повторна очистки. Повторну очистку зерна застосовують при необхідності доведення зірнового матеріалу до насінних кондицій. Післязбиральну

обробку зерна виконують так, щоб зернова маса відповідала вимогам стандарту по кількості повноцінних насінин у виділенному зразку основної культури, інших рослин (в тому числі бур'яну), вологості, відсотку подрібнених і травмованих зерен і т. п. Зернівка будь-якої культури – це живий організм, якому притаманні властивості живих об'єктів: дихання, розвиток, старіння і інше. Частинами зернівки є плівка, оболонки (плодові і насінні), алейроновий шар, зародок, ендосперм. Різні частини зернівки по різному чутливі до теплових умов. Зерна злакових відносяться до колоїдних капілярно-пористих тіл, окремі частини яких (оболонки, зародок) мають різну структуру, різні фізичні і хімічні характеристики. Що становить основну масу зернових крохмалів, так само як і клітковина, є речовина кристалічної структури. Білкові речовини мають аморфну структуру. Зерновим, у відмінність від ідеально твердих тіл, властива просторова анізотропія, тобто їх механічні властивості в різних напрямках неоднакові. Нарешті, зерна злакових відносяться до органічних тіл і відрізняються складною конфігурацією. Вказані особливості структури зерна значно впливають на механічні властивості і на його поведінку в процесі деформації і подрібнення. У залежності від характеру і величини, прикладених до зерна зовнішніх сил його лінійні розміри і форма змінюються, тобто в зерні виникають деформації. Вони можуть бути пружними (оборотними) і пластичними (необоротними). Якщо зовнішні сили не перевищують деякої межі, то зсув частинок з рівноважних положень і виникаючі деформації будуть оборотними. При пружній деформації після зняття зовнішніх сил зерно під дією сил міжатомної взаємодії повертається в первинний стан. Пластичні деформації виявляються при навантаженнях, що перевищують межу пружності. Пластична деформація супроводжується «перебігом» речовини без порушення його цілісності. Пластичні деформації у відмінність від інших є деформаціями великого масштабу і розвиваються з дуже маленькою швидкістю. Розвиток пружних, а потім пластичних деформацій в зерні при дії на нього зовнішніх сил закінчується руйнуванням. настає при виникненні в ній напруги, що перевищує деяку межу, звану межею міцності, або критичною напругою. У механіці руйнування доведена особлива роль тріщин, які є в будь-якому тілі, зокрема в зерні. На кінчиках тріщин відбувається концентрація напруги, що обумовлює руйнування зернових при нижчій напрузі. У теорії руйнування доводиться, що є деяка критична напруга σ^* для даної довжини тріщини m , при перевищенні якої вона росте:

$$\sigma = \sqrt{\frac{2E\lambda}{\pi l}}, \quad (1)$$

де E – модуль пружності матеріалу; λ – питома робота руйнування на одиницю приросту поверхні продукту (константа матеріалу).

На рисунку 1 як приклад наведені криві, що характеризують процес руйнування пшениці при вологості $W = 12,5 \%$ і швидкості вантаження 437 і 223 г/с. З кривих видно, що перша фаза деформації (ділянка ОА), на якій величина деформації прямо пропорційна часу і навантаженню. При пружною стадією слідує стрибкоподібне збільшення деформації (ділянка АБ) із-за крихкого руйнування оболонок і верхніх шарів ендосперму. Третя стадія характеризується поступовим збільшенням пластичної деформації, яка перед руйнуванням різко зростає. При повільному

вантаженні зернові проявляють більшою мірою пластичні властивості: міцність такого зерна нижче, а деформація вище. Істотно також те, що вплив швидкості вантаження на зміну механічних характеристик зерна більшою мірою виявляється на вологому зерні, чим на сухому. Аналіз даних твердості поверхні цілого зерна

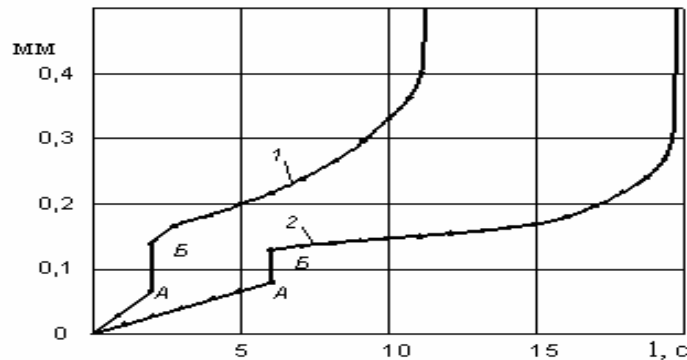


Рис. 1. Криві деформації зерна пшениці в часі при швидкості навантаження: 1-437 г/с; 2-223 г/с (по І.А.Наумову).

пшениці дозволив встановити, що локальна величина її залежить від показників вологості $W_{об}$, скловидності C та частини виміру ξ . Залежність мікротвердості H_o^n плодових оболонок зерна пшениці Українка, рядова м'яка. Одеська 16, Одеська 26, Новомічуринка різної скловидності відповідно 46, 42, 70, 96, 93 % при значеннях коефіцієнта k_n , рівних 156, 162, 246, 324, 330, визначена емпіричним вираженням

$$H_o^n = k_n \exp(-0,05 W_{об}), \quad (2)$$

де: $k_n = 3C_i + 12\xi$ - коефіцієнт, що враховує сумарні дані скловидності зерна, при середньому значенні $\xi = 3$.

Встановлено, що підвищення вологості зерна досліджених пшениць в арифметичній прогресії обумовлює зниження твердості всіх шарів за законом геометричної прогресії. Найбільшу твердість має алейроновий шар, а найменшу - насінна оболонка. Доведено, що при підвищенні вологості від 10 до 50 % спостерігалось відносне зниження мікротвердості алейронового шару в 6...10 разів; для плодових і насінних оболонок зниження було приблизно однаковим і становило 0,3...0,5 від їхніх величин у повітряно-сухому стані [1,].

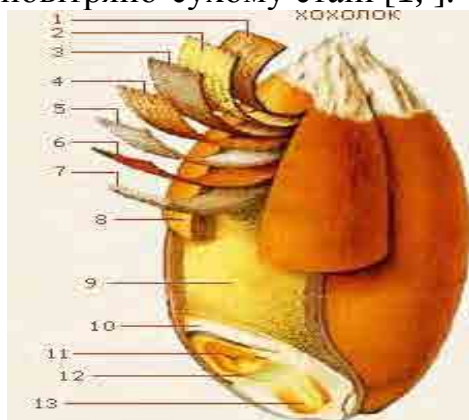


Рис. 2. Будова зерна: 1,2,3 – плодові оболонки; 4,5,6 – насінні оболонки; 7 – алейроновий шар; 8 – шари клітин плодової оболонки пшениці з поверхні; 9 – ендосперм; 10 – щиток; 11 – нирка; 12 – осьова частина зародка; 13 – корінець.

Зерно пшениці і іржі складається з декількох анатомічних частин - оболонки, ендосперму і зародка та інших, які характеризуються різними фізіологічними функціями і у зв'язку з цим мають різну будову і хімічний склад (рис 2). Зі зростанням скловидності зерна спостерігається підвищення твердості його анатомічних частин. Дослідженнями встановлена різна твердість попередньо відділених оболонки з їх зовнішньої й внутрішньої сторони. Для низько скловидних пшениць мікротвердість із зовнішньої сторони менше, ніж із внутрішньої, у високо скловидних - зовнішня частина оболонки має підвищену твердість [2]. Значення твердості ендосперму H_e перебуває у прямої залежності від крупності зерна кукурудзи, що характеризується масою 1000 зерен, а оболонки H_o - у зворотній. При цьому для зерна кукурудзи $H_o = (1,5..7,5) H_e$, а для пшениці, навпаки, $H_e = (1,1...2,5) H_o$. Така залежність визначена для зразків пшениці різних сортів і районів при $W = 9...12\%$ і загальної скловидності 40... 100 %. Співвідношення між значеннями твердості оболонки й ендосперму у зернішках пшениці й кукурудзи істотно різні. Більша твердість оболонки зерна кукурудзи дозволяє створювати в робочій зоні луцильних машин підвищені динамічні напруження в порівнянні із зерном пшениці. Оцінюючи міцність одиничних зерен величиною руйнуючої напруги, встановили, що для ячменю вона складає в середньому $7,03 \pm 1,02$ Мпа в статичних випробуваннях проти $12,73 \pm 0,4$ Мпа, отриманих в динамічному режимі. На підставі цих даних С.В. Мірошників уклав, що «властивість більшості матеріалів підвищувати свою міцність із збільшенням швидкості занурення властиво і зерну». Із зернових культур найбільшою міцністю володіє ячмінь, який, будучи основною фуражною культурою, може бути прийнятий за еталон для порівняльної оцінки. Про співвідношення показників міцності зерна різних культур можна судити з наступних даних С.В. Мельникова (міцність зерна ячменю прийнята за 100%): - ячмінь – 100%; - пшениця – 91%; - жито – 83%; - горох – 65%;

Вологе зерно містить менше поживних речовин і нестійке при зберіганні. Зволоження активізує фізико-хімічні та фізіологічні процеси (дихання, проростання, розщеплення високомолекулярних біополімерів, активізація ферментів, набухання), все це ускладнює його зберігання та переробку. На поверхні вологого зерна починають швидко розвиватися мікроорганізми, також в зерновій масі збільшується число комах, кліщів та інших шкідників. Сукупність перерахованих процесів в зерні призводить до погіршення його якості і до його псування при зберіганні. Змінюються фізичні властивості вологого зерна. Воно значно набухає, поверхня стає гладкою. Знижується сипкість і натура зерна. Також підвищується еластичність оболонки і зменшується опір стискуванню. В результаті при переробці збільшуються витрати енергії на дроблення зерна, знижується вихід і якість продукції. В деяких випадках переробка зерна стає неможливою. Найважливіший спосіб поліпшення якості зерна при зберіганні і переробці, сушку, виконують з обов'язковим урахуванням стану зерна по вологості. Вологість зерна визначають у навішення разом з домішками, так як їх вологість відрізняється від вологості зерна. Волога в зерні знаходиться у вигляді: хімічно зв'язаної води (зв'язана вода), фізико-хімічно зв'язаної води, та вільної води. Для однаковості оцінки вмісту води розрізняють сухе, середньої сухості, вологе і сире зерно. Наприклад, у пшениці, жита, ячменю сухе зерно має вологість до 14%, зерно середньої сухості - від 14,1%

до 15,5%, вологе - від 15,6% до 17%, сире - від 17,1% і більше. У насіння олійних рослин показники вологості ще менше, а у насіння деяких бобових культур, навпаки, більше. Сухе насіння соняшнику містять не більше 7%, а квасолі - не більше 15% вологості. Зерно добре зберігається «в сухому» стані. При цьому в ньому практично відсутня вільна волога, вся вода пов'язана з гідрофільними колоїдами зерна. Межа вологості, при якій в зерні з'являється вільна вода, залежить від хімічного складу, культури, і від її анатомічної будови. Більш низькі показники вологості у олійних пов'язані з великим вмістом жиру, який не утримує воду і, отже, вона у великих кількостях зосереджується в гідрофільній частини зерна, що призводить до активізації біохімічних процесів. Зазвичай це пов'язано з величиною критичної вологості, яка лежить зазвичай в зоні «середньої сухості» зерна. Зволоження зерна під час підготовки його до помелу має значний вплив на процеси відокремлення оболонок. Одним з напрямів удосконалення цього етапу є його інтенсифікація з метою зменшення тривалості відлежування і прискорення проникнення вологи в середину зернівки. Дослідниками доведено, що лущення зерна пшениці сприяє кращому «захопленню» вологи при його зволоженні на початковому етапі. За рахунок видалення оболонок зерна відбувається більш інтенсивне проникнення вологи у внутрішні частини зерна, що сприяє скороченню тривалості відволоження. На рис. 1 наведено лінійну залежність зміни індексу лущення від тривалості обробки в голендрі УЛЗ-1. На основі даних цього рисунку було обрано тривалість лущення 20 с, при цьому досягається індекс лущення 10,1%. Тривалість лущення 20 с обрано на основі відомостей, які наведено у ряді літературних джерел, з яких відомо, що тривалість перебування зерна в лущильних машинах безперервної дії типу А1-3ШН становить 12...18 с. Таким чином були створені умови, наближені до виробничих.

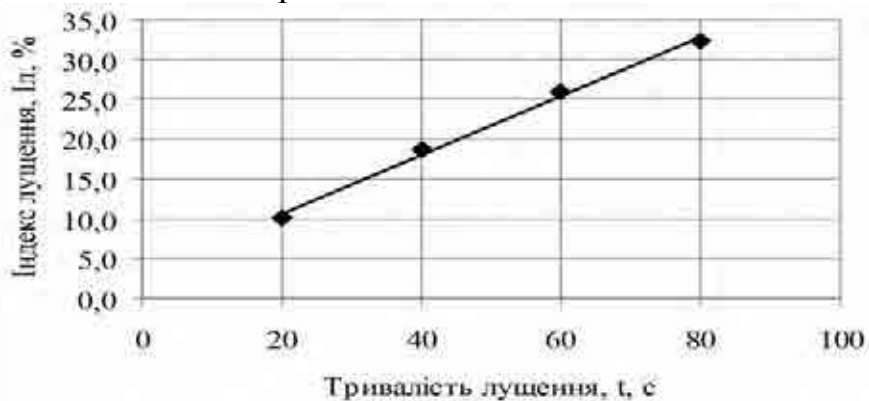


Рис. 3. Залежність індексу лущення від тривалості обробки в голендрі.

Індекс лущення при тривалості обробки в голендрі 20 с становив 10,1%, при тривалості 40 с – 18,7%, при 60 с – 26,0% і при 80 с – 32,3%. Зі збільшенням індексу лущення більше 10% помітно збільшується кількість мучки, яка утворена стертими частинками ендосперму.

На рис. 4 наведено узагальнену залежність приросту вологи в лущеному зерні пшениці в залежності від індексу лущення.

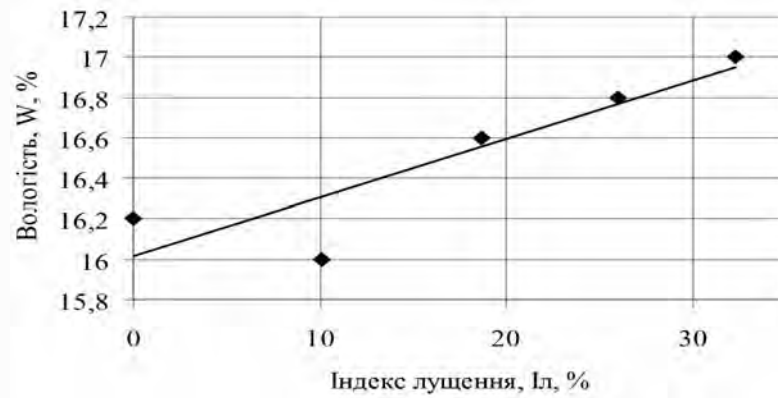


Рис. 4. Залежність зміни вологості зерна пшениці при різних значеннях індексу лушення.

Із даних рис. 2 видно, що збільшення індексу лушення пшениці призводить до підвищення вологості зерна при інших однакових умовах. Найбільша вологість зерен 17,0% спостерігалася при індексі лушення 32,3%. Коефіцієнт кореляції досліджуваних ознак становив 0,89, що свідчить про тісний зв'язок між досліджуваними змінними. Дані рис. 2 підтверджують збільшення поглинання вологи лушеним зерном пшениці протягом періоду відволожування. На рис. 5 наведено кінетику зміни вологості зерна лущеного та нелущеного зерна пшениці, що є результатом третього етапу досліджень. Із даних рис. 5. можна побачити, що перші 10 хв. вологість лущеного зерна досягала 17,1%, а нелущеного – 16,3%. Через 70 хв. відлежування вологість зерна як лущеного, так і нелущеного знижувалася і відповідно становила 16,5% та 15,8%.

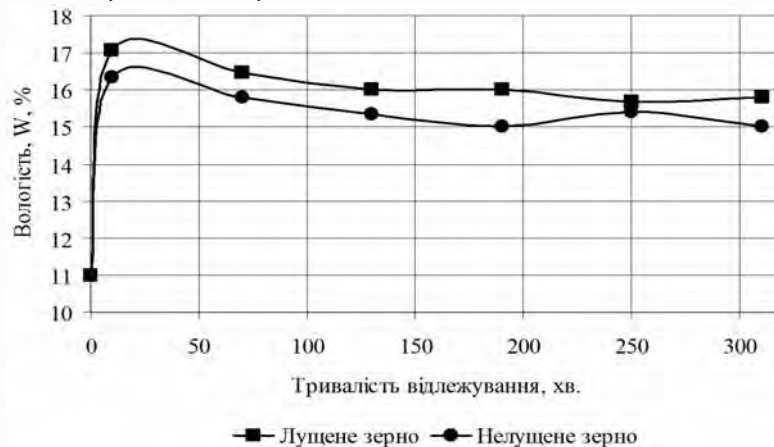


Рис. 5. Кінетика зміни вологості лущеного ($I_{л} = 10,1\%$) та нелущеного зерна пшениці.

Через 190 хв. відлежування вологість зерна також зменшилась і становила для лущеного зерна – 16,0%, а для нелущеного – 15,0%, а при подальшому відлежуванні лущеного та нелущеного зерна вологість суттєво не змінювалася і прямувала до постійної величини. Індекс лушення зерна пшениці становив 10,1%. Після 310 хв. відлежування різниця між вологістю лущеного та нелущеного зерна становила 0,8%. Отримані дані є експериментальним підтвердженням того, що лущене зерно пшениці поглинає більше вологи, ніж нелущене, під час основного етапу відлежування при усіх інших однакових умовах. Додатково були проведені аналогічні дослідження з іншою партією зерна пшениці, яке мала натуру 780 г/л, скловидність 61% та початкову вологість 11,6%. Зерно аналогічно очищали перед

проведенням досліджень. Відмінною особливістю цих досліджень було те, що індекс лушення було зменшено – він становив 3,2%. Результати досліджень наведено на рис. 6.

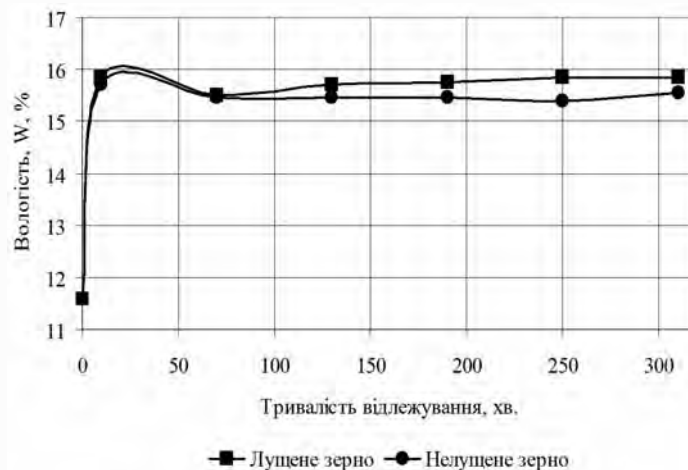


Рис. 6. Кінетика зміни вологості лущеного ($I_L = 3,2\%$) та нелущеного зерна пшениці. Як видно із даних рис. 6 характер кривих аналогічний тим, що наведено на рис. 3. Порівнюючи дані рис. 3 та 4 можна побачити, що із зменшенням індексу лушення вологість зерна під час відлежування зменшилась. Через 10 хв. відлежування різниця між вологістю лущеного та нелущеного зерна становила всього 0,15%, а через 310 хв. – 0,3%. Ці дані також є підтвердженням того, що із збільшенням кількості відокремлених оболонок від зерна приріст вологи в зерні під час відлежування збільшується.

Сучасні переробні підприємства для зволоження використовують гідротермічну обробку зерна. Кондиціонування та гідротермічна обробка полегшує процес лушення зерна, що підвищує коефіцієнт лушення зерна, коефіцієнт цілісності зерна і загальну ефективність лушення.

Мета дослідження. Визначення насиченості вологою оболонок зерна для забезпечення ефективного лушення.

Результати досліджень. На основі експериментальної оцінки геометричних розмірів і фізико-механічних властивостей зернівок пшениці різних сортів з урахуванням радіуса зовнішньої ділянки зернівки прийнятого рівним чверті її ширини $R = 0,76$ мм, а коефіцієнт дифузії вологи в оболонках $D = 0,03$ мм²/с; товщина двох верхніх поздовжніх шарів плодової оболонки 0,05 мм, величина їх пористості $C_0 = 0,8$; рівноважна початкова вологість повітряно-сухого зерна $W = 14\%$ і вологість вологонасичення оболонок $W_R = 55\%$. Для визначення величини W_R підготовлені зразки оболонок пшениць з різною стекловидністю C поміщали в ексікатор між шарами фільтрувального паперу, кінці якої були опущені в воду ($t_b = 18$ °C), налиту в піддон. Створювана в ексікаторі пароповітряна середовище повного вологонасичення і вільний доступ вологи до оболонок забезпечували їх максимальне насичення. Після закінчення 48 годин визначали вологість зразків за стандартною методикою (табл.1). Як впливає з наведених даних, величина експериментально певної вологості вологонасичення поздовжніх шарів плодової оболонки знаходиться в межах 46%. Однак, з огляду на, що при виготовленні зразків відбувається порушення цілісності структури шарів оболонок (розрив стінок пір і пустот), величина W_R є дещо заниженою. Це побічно підтверджується

експериментальними даними по вологості оболонки, відокремлених в процесі лущення, величина якої при зволоженні зерна на в 8 ... 11% досягала 60% при незначному наявності непоглиненої поверхневої вологи. У зв'язку з цим була прийнята величина $W_R = 55\%$. При обробці в лущильній машині зволоженого зерна відділення оболонки відбувається по поверхнях із найменшою міцністю зв'язку. Такою умовною поверхнею розділу в першу чергу слід рахувати межу двох подовжніх шарів плодової оболонки щодо її поперечних кліток. Кількість вологи, що вводиться в поверхневі шари, і час її проникнення в оболонки повинні вибиратися із забезпечення найбільшого послаблення міцності зв'язків, що особливо важливе для машини, основаної на фрикційному принципі дії. В умовах надмірного зволоження, коли на поверхні зерна залишається механічно волога, виникають умови, значно погіршуючи відокремлення оболонки унаслідок дії її як своєрідного мастила, що знижує величину сили тертя, превалює в процесі лущення. Операція лущення зволоженого зерна відбувається при одночасному транспортуванні його в обмеженому кільцевому об'ємі робочої зони машини.

Таблиця 1. **Вологість вологонасичення оболонки зерна пшениці.**

Сорт зерна пшениці Оболонки	Українка (C= 40%)	Одеська 16 (C= 70%)	Одеська 26 (C=96%)	Новомічу- ринка (C=98%)	Середнє значення
Сукупність усіх оболонки з алейроновим шаром	53,5	54,5	55,1	54,2	54,4
Сукупність плодової насіневої	49,4	50,6	48,7	51,3	50,0
Насіннєва з поперечними клітинами	49,5	45,5	49,1	48,4	48,5
Плодова без поперечних клітин	46,4	46,0	45,7	45,9	46,0

Конструктивні параметри машини, які включають її робочий діаметр, довжину, розміри, загальна кількість та кути атаки лопаток, величину радіального зазору між верхньою кромкою лопаток і внутрішньою поверхнею циліндрової обичайки. Ураховуючи високу динамічність процесу "захоплення" вологи плодовими оболонками, були проведені розрахунки для зменшених інтервалів часу й побудовані графічні залежності при $t=0,1...1,0$ с; $\Delta t = 0,15$ с; $t = 0,001...0,1$; $\Delta t = 0,0165$ с. Із залежностей виходить, що через 0,05 с зовнішній шар оболонки (0,76 мм) досягає вологості, близької до граничної, а у внутрішньому (0,71 мм) процес зволоження знаходиться в початковій стадії. Інтенсивність поглинання вологи зовнішніх шарів в інтервалі до 0,1 с знижується, а внутрішніх підвищується, і лише після закінчення цього періоду вона починає знижуватися для всіх шарів. Зовнішній шар через 15 с насичається вологою. Внутрішній шар має вологість на 4 % менше, у порівнянні із зовнішнім, проте через 55... 70 с вологість усіх шарів досягає граничного рівноважного стану. З аналізу графічних залежностей виходить, що при $t > 0,55$ с, вологість оболонки змінюється прямо пропорційно величині їх радіусу. Для кожного шару зі збільшенням t , інтенсивність поглинання вологи знижується. Слід мати на увазі, що розрахована тривалість переносу вологи в шарах плодової оболонки характеризує мінімальний час зволоження зерна, після закінчення якого

відбувається послаблення адгезійної міцності їх зв'язку з іншою частиною зернівки.

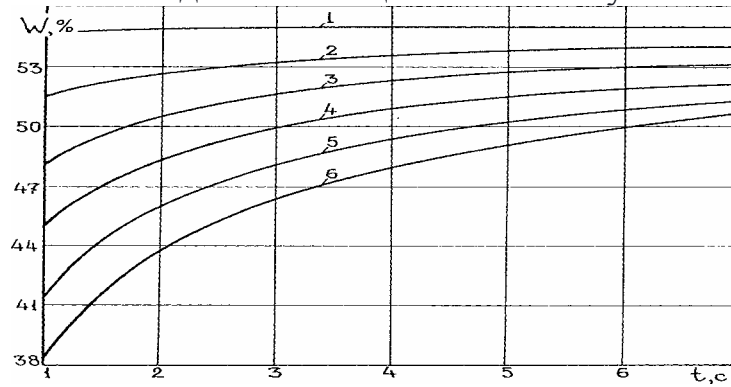


Рис. 7. Залежність вологості шарів плодової оболонки від тривалості переносу вологи $t=1...7$ с: 1- $S=0,76$ мм; 2- $S=0,75$ мм; 3- $S=0,75$ мм; 4- $S=0,73$ мм; 5- $S=0,72$ мм; 6- $S=0,71$ мм.

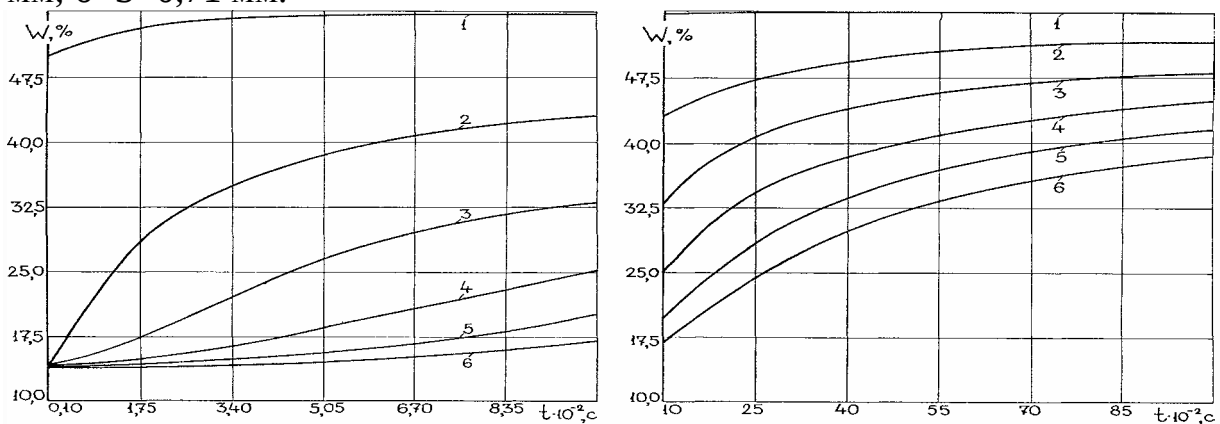


Рис. 8. Залежність вологості шарів плодової оболонки S , від тривалості переносу вологи $t = 0,001...1,0$ с: 1 - $S = 0,76$; 2 - $0,75$; 3 - $0,74$ мм; 4 - $0,73$ мм; 5 - $0,72$ мм; 6 - $0,71$ мм

При цьому волога на кордоні розділу поздовжніх і поперечних шарів з насіннєвий оболонкою починає виробляти розклинюючу дію, а не проникає далі внаслідок високої гідрофільності насінної оболонки. Тому раціональне значення тривалості зволоження зерна перед лущенням слід встановлювати за результатами обробки його в машині при варіюваних параметрах підготовки з оцінкою ефективності процесу по комплексу технологічних і енергетичних параметрів.

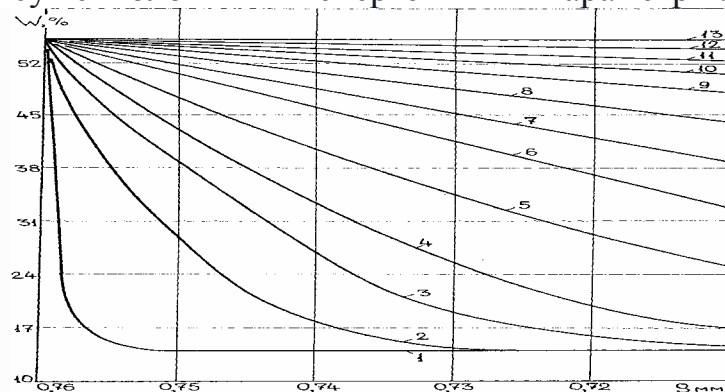


Рис. 9. Зміна вологості оболонок за їх товщиною при різних тривалості переносу вологи: 1- $t = 0,001$; 2- $0,018$; 3- $0,051$; 4- $0,1$; 5- $0,25$; 6- $0,55$ с; 7- 1 с; 8- 2 с; 9- 4 с; 10- 7 с; 11- 10 с; 12- 25 с; 13- 100 с.

Висновки. Урахування вологості плодової оболонки та решти структурних часток зерна різних культур, необхідне для вибору раціонального режиму зволоження. Рекомендованими параметрами величини зволоження зерна може бути збільшення від загальної вологості на 2...4%. Раціональний термін відволоження до операції лущення може бути рекомендованим на рівні 10...20 хв. Вологість відокремлених оболонок внаслідок лущення з попереднім зволоженням на 8% та з відволоженням протягом 5 хв. відповідає технологічним вимогам та може бути застосованим з використанням певного обладнання.

ЛІТЕРАТУРА

- 1.Брасалин С.Н. Методические аспекты определения коэффициента технологической эффективности шелушения плёчатого зерна / С.Н Брасалин//Хлебопродукты. – 2013.– №5.– С.48–49.
- 2.Дударев І.І.Волога зерна / Дударев І.І. // Аграрний вісник Причорномор'я. Збірник наукових праць. Технічні науки.- Одеса:2014 Вип. 74. - С . 129-132.
- 3.Дударев І.І. Лущення зволоженого зерна / Дударев І.І. // Аграрний вісник Причорномор'я. Збірник наукових праць. Технічні науки.- Одеса:2015 Вип. 78. - С . 141-145.

ОБРАБОТКА УВЛАЖНЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ

Дударев И.И., Чучуй В.П, Лирник В.В.

Ключевые слова: зерно, оболочка, трение, разрушение, лущение, влажность.

Резюме

Зерно злаковых культур является источником значительного потенциала энергии, и содержит практически все вещества, необходимые для нормального функционирования организма человека, животных, и птицы. Влажность характеризует количество питательных веществ в зерне, а также его пригодность к хранению и переработке. Учет распределения влаги в зернах злаковых культур позволяет избирать рациональные режимы увлажнения. Влага в зерне находится в виде: химически связанной воды (связанная вода); физико-химической связанной воды (связанная вода); механически связанной воды (свободная вода). Химически связанная вода входит в состав белков, углеводов, жиров и других соединений. Ее можно выделить, лишь нарушив структуру этих веществ. Молекулы физико-химически связанной воды теряют свойства растворителя и оказываются связанными с гидрофильными веществами. Такая вода может быть удалена из зерна путем высушивания. Свободная вода находится в капиллярах зерна, и легко поддается сушению. Именно эта влага активно участвует в физиологических, биохимических и микробиологических процессах в зерне. Исследование распределения влаги в анатомических структурах оболочек зерна пшеницы с учетом кинетики диффузионной влажности сводится к установлению количественных закономерностей изменения влажности двух верхних слоев плодовой оболочки, которые подлежат отделению в процессе лущения, а также определения длительности переноса влаги, при которой достигнута их равновесная влажность. Учет влажности плодовой оболочки и остальных структурных частей зерна злаковых культур, необходим для выбора рационального режима увлажнения для эффективного отделения пленок цвetoв

из поверхности. Для выполнения процесса лущения зерна, как подготовительной операции в общей обработке, используют увлажнение поверхностной оболочки с целью улучшения коэффициента технологической эффективности общего показателя, то есть коэффициента лущения, который является количественным показателем эффективности работы машины. При обработке в лущильной машине увлажненного зерна отделение оболочек происходит по поверхностям с наименьшей прочностью связи. Такой условной поверхностью раздела в первую очередь следует считать предел двух продольных слоев. Кондиционирование и гидротермическая обработка облегчает процесс лущения зерна, которое также повышает коэффициент лущения, коэффициент целостности зерна и общую эффективность лущения.

TREATMENT OF THE MOISTENED SURFACE OF WHEAT GRAIN

Dudarev I.I., Chucui V.P., Lirnyk V.V.

Key words: grain, shell, friction, fracture, peeling, humidity.

Summary

Grains of cereals are a source of significant energy potential and contain almost all substances necessary for the normal functioning of the human body, animals and poultry. Humidity characterizes the amount of nutrients in the grain, as well as its suitability for storage and processing. Taking into account the distribution of moisture in the grains of cereals allows you to choose the optimum humidification regimes. Moisture in the grain is in the form of: chemically bound water (bound water) physico-chemically bound water (bound water) mechanically bound water (free water). Chemically bound water is a part of proteins, carbohydrates, fats and other compounds. It can be distinguished only by violating the structure of these substances. Molecules of physico-chemically bound water lose the properties of the solvent and are associated with hydrophilic substances. Such water can be removed from the grain by drying. Free water is in the grain capillaries, and it is easy to be dried. It is this moisture that actively participates in physiological, biochemical and microbiological processes in the grain. The study of the distribution of moisture in the anatomical structures of the shells of wheat grain, taking into account the kinetics of diffusion moisture, is devoted to establishing the quantitative patterns of moisture change in the two upper layers of the fruit shell, to be separated during peeling, and determining the duration of moisture transfer at which their equilibrium moisture is reached. Taking into account the moisture of the fruit shell and other structural grain particles of cereal crops, which is necessary for choosing the optimum moistening regime for effective separation of floral films from the surface. To perform the process of grain peeling as a preparatory operation in the general processing, humidification of the surface shell is used to improve the coefficient of technological efficiency of the total index, that is, the peeling coefficient which is a quantitative indicator of the machine's efficiency. When machining a moistened grain in a Lush Machine, the separation of the shells occurs over surfaces with the lowest bond strength. Such a conditional interface is, in the first place, the boundary of two longitudinal layers. The conditioning and hydrothermal treatment facilitates the process of grain peeling, which also increases the peeling coefficient, the grain integrity coefficient and the overall peeling efficiency.

УДК 62229.316.002.51/52:665.3

ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ ХВИЛЬ У ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИСТКИ РОСЛИННОЇ ОЛІЇ

П. І. Осадчук

Одеський державний аграрний університет

С.М. Перетяка

Одеський національний морський університет

В. В. Гриб

Одеський державний аграрний університет

Створено комплекс технічних засобів, що включає обладнання і блоки пресування насіння, адсорбентної рафінації, гідратації і коагуляції, центрифугування і дезодорації, очищення і мікрофільтрації олії. Конструкції технічних засобів дозволяють komponувати окремі складові частини поблочно (модульно), враховуючи умови їх розміщення у мало контурних цехах. У технологічному процесі, за необхідності використовується ультразвуковий кавітатор для зниження кислотності олії. Наведені теоретичні та експериментальні дослідження впливу ультразвукового поля на процес очищення соняшникової олії. Аналізуючи які можна зробити висновки про позитивний вплив даного фізичного поля. За рахунок якого спостерігається інтенсифікація процесу очистки і також покращення якості кінцевого продукту. Сформований за цим принципом комплекс забезпечує одержання екологічно чистої рослинної олії за безвідхідною технологією, що актуальна для фермерських господарств. Олія такої якості відноситься до категорії кошерних продуктів.

Ключові слова: агровиробництво, олія рослинна, технологія, обладнання, ультразвукове поле, кавітатор, показники якості.

Вступ. На сьогодні в міні-цехах агровиробництва і фермерських господарств широко розповсюджена спрощена технологія отримання соняшникової олії, що базується на простому і не дорогому обладнанні. Однак, ця технологія не включає в себе наступну очистку олії, яка відповідала би діючим стандартам якості продукту щодо вмісту механічних домішок та канцерогенних речовин.

Аналіз останніх досліджень та літературних джерел. Левова частка всіх показників якості олії припадає на процес очищення. Отож чим краще очищена олія – тим вона якісніша, в певній мірі. Отриманні рослинні олії містять різні механічні домішки, супутні речовини, білкові, слизисті, ароматичні речовини, пігменти, можуть містити продукти розпаду жирів (вільні жирні кислоти і продукти їх окислення) та інші. Багато з них забезпечують специфічний запах, смак і колір олій. Використовувані для харчових цілей рослинні олії мають бути нейтральними. Тому актуальним є визначення оптимального режиму проведення технологічного процесу очистки соняшникової олії з використанням фізичних полів. З метою отримання скорочення часу очистки та зменшення енерговитрат при отриманні продукції вищої якості. У процесі вилучення олії утворюються умови, які сприяють переходу у нього супутніх речовин, визначаючих у подальшому вибір режимів, апаратури та схеми

очистки олії в залежності від подальшого його використання. К таким речовинам відносяться фосфатиди, віск, вільні жирні кислоти, пігменти та інш. Ці речовини присутні в олії у невеликій кількості, але деякі з них істотно впливають на її якість та технологічні властивості [7,8]. Крім того аналіз інтернет ресурсу та літературних джерел, дозволив дійти висновку, що дана проблема досить актуальна, однак наукові пошуки відносно використання фізичних полів для очистки олій рослинного походження практично відсутні.

Мета досліджень. Для отримання високоякісних харчових олій їх необхідно максимально очистити від супутніх речовин, тобто механічних домішок, фосфатидів, восків, мильних речовин та гідрофобних фракцій. Цей процес можливо реалізувати за розробленою нами технологією на базі фізичних методів із допомогою спеціальних відцентрованих апаратів, керамічних мікрофільтрів, гідратаційного способу очистки фосфатидного концентрату із наступною бельтинг-фільтрацією одно-двохосновних ненасичених кислот 1-6 .

Результати експериментальних досліджень. Технологічна модель доочистки соняшникової олії фізичними методами включає в себе використання ультразвукового поля з метою інтенсифікації процесу очистки. Відомо, що при збільшенні частот довжина хвилі ультразвуку наближається до величини, порівнянної з міжмолекулярними відстанями, що впливає на структуру та енергетику середовища, а отже змінює її фізико-механічні властивості. Ці зміни поширюються в просторі нерівномірно, тому що інтенсивність ультразвукових хвиль зменшується внаслідок поглинання в середовищі. Так виникає проблема неоднорідності оброблюваного ультразвуком матеріалу, що вирішується оптимальним розташуванням джерела ультразвуку відповідно до форми та розмірів робочого простору, а також вибором оптимального часу дії ультразвуку. Оптимізацію вібраційної обробки за допомогою ультразвуку можна науково обґрунтувати, якщо знати закон коливання в кожній крапці робочого простору. Такі завдання вирішуються методами математичної фізики на основі хвильового рівняння

$$\Delta^2 \Phi - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial t^2} = 0, \quad (1)$$

де c - швидкість розповсюдження хвилі

Для поперечних коливань завдання приводиться до інтегрування рівняння

$$\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}, \quad (2)$$

Для поздовжніх коливань завдання приводиться до рішення рівняння (2) при умовах:

$$\begin{aligned} U(0, t) &= 0, \quad \frac{\partial U(l, t)}{\partial x} = \frac{A}{E} \sin \omega t; \\ U(x, 0) &= 0, \quad \frac{\partial U(x, 0)}{\partial t} = 0 \end{aligned} \quad (3)$$

Отже, віссесиметрична задача поширення ультразвуку представляється функцією $\varphi(r, z, t) = G(r)H(z)\Gamma(t)$, яка визначається рішенням рівнянь:

$$\phi(r, z, t) = \sum_{n=1}^{\infty} b_n I_0(K_n r) \left(\sin \sqrt{\lambda_n^2 + K_n^2 z} \right) \sin K_n c t,$$

$$b_n = (-1)^{n-1} \frac{2 \alpha c}{El \gamma_n},$$

$$\lambda_n = \sqrt{\frac{1}{l} \arcsin \frac{\sin \gamma_n l}{\omega^2 - \alpha^2 \gamma_n^2}}.$$
(4)

Рішення (4) містить модуль пружності вібратора та швидкість поширення хвиль пружності в його матеріалі, а також швидкість поширення ультразвуку в рослинній олії. Геометричні параметри h, l і R ємності з рослинною олією варто вибирати залежно від критерію оптимальності відповідно до вимоги технології обробки ультразвуком, у якій оптимальний час можна знаходити, використовуючи функцію $\phi(r, z, t)$. Існування оптимального часу обробки рослинного масла можна пояснити тим, що дія ультразвуку, викликає як коагуляцію дрібних твердих часток так і здрібнювання твердих часток. Завдяки тому, що здрібнювання та коагуляція протилежні за результатами їхньої дії, обробка ультразвуком зважених у соняшниковій олії часток має оптимальний час дії. У результаті проведення експериментальних досліджень впливу ультразвуку на процес очищення олії отримали наступні результати:

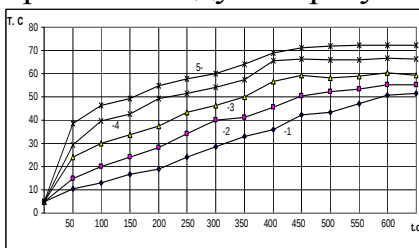


Рис.1. Визначення часу нагріву олії при зміні частоти ультразвукових коливань опромінювача: 1 - 24 кГц, 2 – 50 кГц, 3 – 75 кГц, 4 – 115 кГц, 5 – 130 кГц.

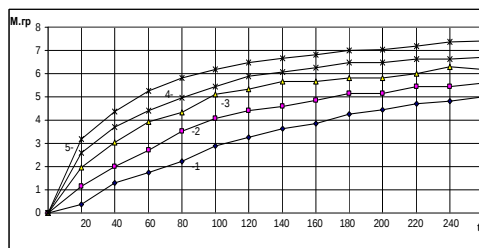


Рис.2. Визначення кількості осаду при потужності опромінювача 1,3 кВт, та різної температурі олії: 1 – 20 °C, 2 – 30 °C, 3 – 40 °C, 4 – 50 °C, 5 – 60 °C.

Проаналізувавши експериментальні дані, можна зробити висновки, що досягнення максимального ефекту по видаленню зважених речовин відбувається при наступних технологічних параметрах: потужність ультразвукових коливань 1,3 кВт, частота ультразвукових коливань 120 кГц, час обробки 450 секунд, температура олії 50 °C. Погрішність теоретичного та практичного експерименту не перебільшує 10 відсотків. В порівнянні зі звичайною фільтрацією, при обробці ультразвуковим полем видалення домішок збільшилось на 12%. Для реалізації технології одержання рослинної олії пропонується комплекс технічних засобів, який містить:

1. Блок пресування (серійного виготовлення).
2. Блок коагуляції і гідратації.
3. Блок центрифугування.
4. Блок вакуумного сушіння.
5. Блок суперочищення (мікрофільтрації).

Конструкції технічних засобів дозволяють компонувати окремі складові частини побочно (модульно), враховуючи умови їх розміщення у малоконтурних цехах. При наявності обладнання для пресування (п.1), необхідно виготовити і впровадити у виробництво тільки устаткування по п. п. 2-5. Комплекс технічних засобів забезпечує пресування олійного насіння, очищення від механічних домішок центрифугуванням, видалення води під вакуумом, суперочищення (освітлення), коагуляцію й гідратацію олії. Призначений для одержання екологічно чистої олії з насіння соняшника. Технологічний процес виконується в такій послідовності. Олійне насіння підлягає пресуванню, потім неочищена олія подається на центрифугу для очищення від механічних домішок. Очищена олія потрапляє до вакуумної камери для видалення води і легкокиплячих фракцій, потім подається в блок суперочищення для мікрофільтрації і освітлення. В технологічному процесі, при необхідності використовується ультразвуковий кавітатор для зниження кислотності олії. Сформований за цим принципом комплекс забезпечує одержання екологічно чистої рослинної олії по безвідхідній технології і в умовах фермерських господарств. Технічна характеристика комплексу:

Номінальне виробництво, л/год – 150-450.

1. Залишковий вміст механічних домішок, не більш 0,005 % масових. Залишковий вміст води в олії – відсутня.
2. Споживча потужність, кВт – 9,5
3. Сировина – насіння соняшника.
4. Персонал – один оператор.

Ефективність методу одержання освітленої екологічно чистої рослинної олії при повному збереженні органолептичної якості і поживній цінності продукту. Такий ефект досягається застосуванням при виробництві олії тільки фізично-механічних процесів, без хімічної обробки. Технологія реалізується компактним малогабаритним технічним комплексом, виконаним по модульно-блочному типу, яким легко керувати. Він зручний та компактний. Сформована за таким принципом технологія і розроблене обладнання впроваджені в ТОВ “Прогрес” (с. Кремидівка, Одеської області). Отримано позитивні результати, 100 г рослинної олії в середньому містить: жирів – 99,9 г; холестерину – нуль г; вітамінів А – 27 мг., Е – 125 мг.; жирні кислоти – насичені – 11,1 г.; мононасиченні – 59,3 г. Калорійність олії 3693 кДж (898 ккал), зберігає смак і аромат свіжевіджатої олії за своєю якістю відноситься до кошерних продуктів. Показники якості олії приведені у таблиці 1. Показники якості олії з насіння соняшника відповідають діючому стандарту ДГСТ 1129-93 “Олія соняшника”.

Таблиця 1. Показники якості олії.

№ п/п	Найменування показників	Показники
1	Сорт	Дезодорована
2	Масова доля вологи та летючих речовин, %	0,1
3	Ступінь прозорості, фен.	25
4	Кислотне число, мгКОН/г	0,35
5	Перекисне число, мМоль/кг	5,0
6	Кольорове число, мг йоду	10

Висновки. Сформована прогресивна технологія і створено комплекс технічних засобів для здійснення процесу отримання якісної рослинної олії з насіння соняшника. Ефективність запропонованої технології і технічного комплексу обладнання для її реалізації – отримання екологічно чистої олії при повному збереженні органолептичної якості і поживної цінності продукту.

ЛІТЕРАТУРА

- 1.Осадчук П.І., Вітковський Я. О. Основні процеси у виробництві рослинних олій. //Аграрний вісник причорномор'я, Технічні науки – Одеса, 2014 - № 74 – С.176-179
- 2.Ф. Велдкамп, С. Домина. Новые технологии фильтрации отбелного масла /Масла и жиры, 2008. – №9. – с. 6–7; №10. – с. 28–30.
- 3.Осадчук П. І. Вивчення впливу ультразвукового та надвисокочастотного полів на процес очистки соняшникової олії. //Аграрний вісник причорномор'я, Технічні науки – Одеса, 2015 - № 78 – С.128-137
4. Киншаков, К.Д. Совершенствование технологии гидратации фосфолипидов подсолнечного масла / О.С. Восканян, А.Ю. Кривова, О.Н. Беляева //Хранение и переработка сельхозсырья.-2011.-№10.-С.11-13.
5. Киншаков, К.Д. Совершенствование технологии нейтрализации свободных жирных кислот подсолнечного масла /О.С. Восканян, А.Ю. Кривова, О.Н. Беляева // Хранение и переработка сельхозсырья.-2011.-№11.-С.20-22.
- 6.Осадчук П. І., Третяк О. О. Удосконалення технології очищення рослинних олій в умовах мініцехов агровиробництва. //Аграрний вісник причорномор'я, Технічні науки – Одеса, 2016 - № 80 – С.167-170.
- 7.Осадчук П. І., Бондарчук Д. К. Використання ультразвуку з метою інтенсифікації процесу гідратації при очистці олій. //Аграрний вісник причорномор'я, Технічні науки – Одеса, 2017 - № 85 – С.194-197.
8. Osadchuk P. I. Introduction of magnetic hydrodynamic resonators when cleaning vegetable oils.. // Agrarian Bulletin of the Black Sea Region, Engineering - Odessa, 2017 - No. 85 - P. 96-100.
- 9.Технология производства растительных масел. В. М. Копейковский, С. И. Данильчук, Г. И. Гарбузова и др. под ред. В. М. Копейковского. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 416 с.
- 10.Жири и масла. Производство, состав и свойства, применение. /Р. О' Брайен: пер. с англ. 2-го изд. В. Д. Широкова, Д. А. Бабеякеной, Н. С. Селивановой, Н. В. Маглы – СПб: Профессия, 2007. – 752 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН В ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА

Осадчук П. И, Перетяка С.М., Гриб В. В.

Ключевые слова: агропроизводство, масло растительное, технология, оборудование, ультразвуковое поле, кавитатор, показатели качества.

Резюме

Создан комплекс технических средств, включая оборудование и блоки прессования семян, адсорбентной рафинации, гидратации и коагуляции, центрифугирования и

дезодорации, очистки и микрофльтрации масла. Конструкции технических средств позволяют компоновать отдельные составные части поблочно (модульно), учитывая условия их размещения в мало контурных цехах. В технологическом процессе, при необходимости используется ультразвуковой кавитатор для снижения кислотности масла. Приведены теоретические и экспериментальные исследования влияния ультразвукового поля на процесс очистки подсолнечного масла. Анализируя которые можно сделать выводы о положительном влиянии данного физического поля. За счет, которого наблюдается интенсификация процесса очистки и также улучшение качества конечного продукта. Сформированный по этому принципу комплекс обеспечивает получение экологически чистого растительного масла по безотходной технологии, что актуально для фермерских хозяйств. Масло такого качества относится к категории кошерных продуктов.

USE OF ULTRASOUND WAVES IN THE TECHNOLOGY OF CLEANING OF PLANT OIL

Osadchuk P.I., Peretiaka S. M., Gryb V.V.

Key words: agricultural production, vegetable oil, technology, equipment, ultrasonic field, cavitator, quality indices.

Summary

To obtain high-quality edible oils, these should be as much as possible cleaned from concomitant substances, mechanical impurities, phosphatides, waxes, soap and hydrophobic fractions. This process can be realized on the basis of physical methods developed by us with the help of special centrifugal devices, ceramic microfilters, hydration means for purifying phosphatidic concentrate with subsequent belting filtration of mono-dibasic unsaturated acids A complex of technical means was developed, including equipment and blocks for pressing the seed, adsorbent refinement, hydration and coagulation, centrifugation and deodorization, cleaning and microfiltration of oils. Structures of technical means allow to compose separate components of a unit (modular), taking into account the conditions of their placement in small contour workshops. In the technological process, if necessary, an ultrasonic cavitator is used to reduce the acidity of the oil. The complex formed on this principle ensures the production of ecologically pure vegetable oil in the non-waste technology and in the conditions of the farms. Oil of this quality belongs to the category of casserole products. The technological process involves pressing the seeds, then feeding to a centrifuge for purification from mechanical impurities, for removing water and lightly flowing fractions into a vacuum chamber and microfiltration and lighting in the super-cleaner unit, an ultrasonic cavitator is used to reduce the acidity of the oil. The vegetable oil retains its organoleptic qualities and the nutritional value of the product. Such an effect is achieved by the use of only the production of oils, physical and mechanical processes, without chemical treatment. The technology is implemented by a compact small-scale technical complex, executed in a modular-block type, which is easy to control.

УДК 634.11/.12:66.061.3:664.29:613.63

**ДИНАМІКА ЛУЖНОЇ ЕКСТРАКЦІЇ ПЕКТИНОВИХ
РЕЧОВИН ЗІ СВІЖИХ ЯБЛУЧНИХ ВИЧАВОК ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ
РОБОТІ З ЛУГАМИ****І. В. Москалюк***Одеський державний аграрний університет***В. М. Пуріч***Одеський національний політехнічний університет*

Проблеми, пов'язані з раціональним використанням сировинних ресурсів, засновані на комплексній переробці рослинної сировини, а також вдосконаленням існуючих і розробкою нових прогресивних технологій є актуальними. Виникає питання необхідності проведення досліджень щодо поліпшення охорони праці та техніки безпеки при роботі з лугами та вдосконалення протипожежних заходів у приміщеннях, де використовуються хімічні речовини. На соки і напої в Україні переробляється більше за 500 тис. т. яблук, при цьому утворюється біля 150 тис. т. вичавок із вмістом пектинових речовин 1...2%. Розробка дієтичних і лікувально-профілактичних продуктів харчування, які спроможні підвищувати опір організму до впливу негативних факторів навколишнього середовища, особливо для населення, що проживає в регіонах з підвищеним рівнем забруднення радіонуклідами і важкими металами, відноситься до актуальних задач сучасної науки про харчування. Пектинові речовини здатні утворювати комплекси з важкими металами і радіонуклідами та виводити їх з організму. В теперішній час пектинові речовини отримують з сухих яблучних вичавок методом кислотного і ферментативного гідролізу. Застосування цих технологій дозволяє вилучити пектинові речовини, що містяться в міжклітинниках рослинної тканини, не торкаючись протопектину серединних пластинок. Перехід від кислотного та ферментативного гідролізу протопектину до лужного значно спростить технологічну схему виробництва, апаратурне оформлення, підвищить ефективність виробництва, дозволить переробляти свіжі яблучні вичавки безпосередньо на консервних заводах з метою використання їх при виробництві консервованої продукції. В даній роботі розглянута динаміка лужної екстракції пектинових речовин зі свіжих яблучних вичавок при різних значеннях рН (9...12), наведена характеристика отриманих препаратів пектинових речовин. Виявлено оптимальне співвідношення вичавок та води, встановлено вихід пектинового екстракту при різних гідромодулях, наведена технологічна схема отримання пектинового екстракту з свіжих яблучних вичавок. Також приведена техніка безпеки при роботі з лужениною.

Ключові слова: охорона праці, техніка безпеки, пожежна безпека, пектин, лужний гідроліз, екстракт, в'язкість, желеутворююча здатність.

Вступ. Пектинові речовини являються важливими полісахарідними компонентами в продуктах харчування, які забезпечують нормальний обмін мікро- і макроелементів, холестерину в організмі людини. Пектинові речовини здатні утворювати комплекси з важкими металами і радіонуклідами та виводити їх з організму. Раціональне використання відходів рослинної сировини дає можливість збільшити виробництво

якісних, біологічно цінних харчових продуктів. Дотримання техніки безпеки при роботі зі шкідливими речовинами збереже здоров'я працівників та збільшить продуктивність праці.

Проблема. Переробка вичавок як вторинної сировини для отримання пектину пов'язана з їх сушінням, транспортуванням на спеціалізовані підприємства заради вилучення пектинових речовин, що призводить до значних енерговитрат, пожежної небезпеки, шкідливою дією технологічних операцій на здоров'я людини, а також підвищення вартості вироблюваної продукції з їх використанням. У зв'язку з цим, розробка технологій отримання пектинових речовин з відходів переробки яблук безпосередньо на консервних підприємствах з метою використання їх при виробництві консервованої продукції є актуальною.

Аналіз останніх досліджень за темою. Пропонуєма технологія відноситься до харчової промисловості, зокрема до отримання пектинового екстракту з відходів рослинної сировини та використання його в консервній, кондитерській промисловостях з метою отримання драгледодібних продуктів. Відомий спосіб отримання пектинового екстракту з відходів рослинної сировини використанням мацеруючих ферментних препаратів, які отримують з фільтратів мікроскопічних грибів, продуцируючих полігалактураназу та протопектиназу [1,2,3]. Відомий спосіб отримання пектинових речовин від діяльності мікробних ферментних препаратів, які мають активний комплекс екзоцеллобіогідролази, ендотак екзоглюканаз, глюкозидаз та ксиланаз [4,5,6]. Відомий спосіб отримання пектинових речовин з свіжих яблучних вичавок за рахунок теплової обробки при температурі 45-50°C, гідромодулі 1:10 протягом 20 хв [7]. Наведені способи виробництва желе з застосуванням високометоксильованого пектину мають ряд недоліків: 1) використання значної кількості цукру – до 60-65%; 2) процес драгледутворення відбувається тільки при певному рН середовища; 3) уварення продукції до вмісту сухих розчинних речовин 65-68%; 4) вміст пектину повинен бути коло 1%. Питання удосконалення охорони праці, техніки безпеки при роботі з лугами, хімічними речовинами недостатньо висвітлюються у літературних джерелах.

Мета досліджень: обґрунтувати та розробити енергозберігаючу, нешкідливу для здоров'я людини технологію отримання пектинових речовин із свіжих яблучних вичавок у вигляді пектинового екстракту, які можливо отримувати безпосередньо на консервних підприємствах з метою використання їх при виробництві консервованої продукції.

Результати досліджень. В основу технології покладений такий спосіб отримання пектинових речовин з відходів рослинної сировини, в наслідок якого шляхом зміни параметрів лужного гідролізу поліпшуються якісні та кількісні показники пектинового екстракту, а також зменшується час гідролізу. Поставлена мета вирішується тим, що в способі отримання пектинового екстракту з відходів рослинної сировини, вилучення пектинового екстракту проводять методом лужного гідролізу, який дозволяє екстрагувати протопектин срединних пластинок. Пектинові речовини срединних пластинок являють собою Ca(Mg)-солі пектинових кислот, які нерозчинні у розчинах кислот і легко розчинні у слабких розчинах лугів. У лужних розчинах добре розчинні також пектинові речовини

клітинних стінок. Механізм дії лугів на пектинові речовини проявляється в кількох напрямках: деетерифікація пектина з утворюванням пектинових кислот (пектинатів) та розпад високополімерної молекули з утворюванням низькомолекулярних продуктів [4,5]. Основа технології базується на властивостях протопектину вичавок переходити в розчинний стан в лужному середовищі (рН 8-12). При температурі 15-30°C протягом 1-100 хвилин в розчинах лугів (NaHCO₃; NaOH) відбувається розпад складноефірних зв'язків полігалактуронана-основного полісахариду пектинових речовин рослинної сировини. Пропонуємий спосіб дозволяє отримати низькометаксильований пектиновий екстракт з відходів рослинної сировини з ступеню етерифікації 10-50%, що відкриває можливість при використанні їх на виробництві консервованої продукції знизити вміст цукру до 30-45%. Експериментально встановлені параметри отримання пектинових речовин: гідромодуль (ГМ), температура (t), рН, тривалість обробки. Переваги пропонованої технології зрозумілі з подальшого ретельного опису способу виділення пектинового екстракту з відходів рослинної сировини. Свіжі яблучні вичавки отримані після вилучення соку, направляються в реактор з мішалкою, де їх змішують з водою у співвідношенні 1:0,5-1:2. Далі в екстрактор додається 20%-вий розчин гідрокарбоната натрію до рН середовища 8-12. Лужний гідроліз проводять при температурі 15-30°C протягом 1-100 хвилин при постійному перемішуванні. Далі мезга відпресовується на шнековому пресі та отриманий пектиновий екстракт нейтралізується 50%-вим водним розчином лимонної кислоти до рН 4,0-7,0. З метою встановлення гідромодулю екстракції пектинових речовин з відходів рослинної сировини проводили лужний гідроліз при температурі 20°C, рН 9, протягом 60 хвилин при гідромодулі 1:0,5-1:2. При гідромодулі менше 1 утворюється густа маса, яка погано віджимається за рахунок високої в'язкості. При гідромодулі більше 1, збільшується вихід пектинового екстракту з одночасним зниженням вмісту сухих речовин, що з практичної точки зору недоцільно. На основі проведених досліджень визначено, що оптимальним співвідношенням яблучних вичавок та води є гідромодуль 1. Оптимальне рН та подовження лужної екстракції пектинових речовин з відходів рослинної сировини встановлювали, змінюючи подовження екстракції від 1 до 100 хвилин. Отримані дані наведені в табл. 1,2,3,4,5. З наведених даних (табл. 4) при рН 12 через 3 хвилини вміст пектинових речовин в вичавках досягає 0,95%, при рН 10 через 5 хвилини – 1,1%, при рН 9 через 60 хвилин – 1,02%, при рН 8 через 100 хвилин – 1,02%. Дослідження якості екстрактів пектинових речовин показало, що найменшій декструкції піддаються пектинові речовини, отримані обробкою лугів при рН9 протягом 60 хвилин. Скорочення подовження обробки вичавок з збільшенням рН середовища до 10 та 12 призводить до зниження молекулярної маси, від якої залежить желуюча здатність пектинових речовин. Однією з важливих технологічних характеристик пектинових речовин є їх ступінь етерифікації та молекулярна маса, від яких залежить драглеутворююча здатність пектинових речовин. Вихід пектинових речовин (ПР) з певними структуроутворюючими властивостями наведені в таблиці 5. Для вилучення пектинових речовин використовували яблучні вичавки з загальним вмістом пектину $1,6 \pm 0,1\%$. Отриманий пектиновий екстракт з відходів рослинної сировини має наступну характеристику: ступінь етерифікації 46%, вміст сухих речовин 8%,

в'язкість 5,7 Па·с, драглеподібна здатність 107°Т-Б, вміст пектинових речовин 1,4%, молекулярна маса 4600Да. Отриманий низькометаксильований пектиновий екстракт з відходів рослинної сировини можливо використовувати при виробництві желе.

Таблиця 1. Динаміка лужної екстракції пектинових речовин з свіжих яблучних вичавок при рН 8.

Час, хв	Вільні карбоксильні групи, %	Метаксильовані карбоксильні групи, %	Загальна кількість карбоксильних груп, %	Ступінь етерифікації, % (СЕ)	Загальна кількість ПР, %	Молекулярна маса, Да
0	4,00	9,80	13,80	71,5	0,25	50500
20	4,57	9,23	13,80	66,5	0,42	49800
30	5,14	8,66	13,80	63,0	0,75	49200
60	5,70	8,10	13,80	56,0	0,95	48000
100	6,27	7,53	13,80	44,5	1,02	45750

Таблиця 2. Динаміка лужної екстракції пектинових речовин з свіжих яблучних вичавок при рН 9.

Час Хв	Вільні карбоксильні групи, %	Метаксильовані карбоксильні групи, %	Загальна кількість Карбоксильних груп, %	Ступінь етерифікації, % (СЕ)	Загальна кількість ПР, %	Молекулярна маса, Да
0	4,00	9,80	13,80	71,5	0,25	50500
10	4,40	9,40	13,80	65,5	0,58	49100
20	4,86	8,94	13,80	59,0	0,82	48000
30	5,15	8,65	13,80	53,5	0,98	47100
60	6,23	7,57	13,80	46,0	1,02	46000

Таблиця 3. Динаміка лужної екстракції пектинових речовин з свіжих яблучних вичавок при рН 10.

Час, Хв.	Вільні карб. гр., %	Метаксил. карб. гр., %	Загал. кіл карб. гр., %	С.Е., %	Загал кіл. ПР, %	Молекулярна маса, Да
0	4,00	9,80	13,80	71,5	0,25	50500
1	4,33	9,47	13,80	65,2	0,55	48500
2	4,65	9,15	13,80	59,0	0,78	47800

Подовження таблиця 3. Динаміка лужної екстракції пектинових речовин з свіжих яблучних вичавок при рН 10.

ЧасХв.	Вільні карб. гр., %	Метаксил. карб. гр., %	Загал. кіл карб. гр., %	С.Е., %	Загал кіл. ПР, %	Молекулярна маса, Да
3	5,20	8,60	13,80	55,0	0,9	47300
4	5,60	8,20	13,80	51,0	1,025	46400
5	6,30	7,50	13,80	45,0	1,1	46800

Таблиця 4. Динаміка лужної екстракції пектинових речовин з свіжих яблучних вичавок при рН 12.

ЧасХ в.	Вільні карб. гр., %	Метаксил. карб. гр., %	Загал. кіл. карб. гр., %	С.Е.,%	Загал кіл. ПР,%	Молек улярна маса, Да
0	4,10	9,70	13,80	71,0	0,25	50500
1	5,20	8,60	13,80	60,25	0,60	46000
2	6,30	7,50	13,80	49,50	0,77	41060
3	7,80	6,00	13,80	38,40	0,95	39600
4	9,30	4,50	13,80	27,30	0,98	35500
5	10,10	3,70	13,80	21,80	1,00	31400

Таблиця 5. Характеристика препаратів пектинових речовин, отриманих з свіжих яблучних вичавок при різних значеннях рН

Показники	рН 8, 100хв	рН 9, 60 хв	рН 10, 5 хв	рН 12, 3 хв
Масова доля ПР,%	1,02	1,02	1,1	0,95
Масова доля,% -вільних груп -COOH	6,27	6,23	6,30	7,80
-метаксильованих груп -COOCH ₃	7,53	7,57	7,50	6,00
Ступінь етерифікації,%	44,50	46,00	45,00	38,40
Молекулярна маса	45750	46000	45800	39600

Отриманий низькометаксильований пектиновий екстракт з відходів рослинної сировини можливо використовувати при виробництві желе. Гідроксид натрію це їдка, токсична, корозійне активна речовина. За ступенем впливу на організм відноситься до речовин 2-го класу небезпеки. Тому при роботі з ним потрібно дотримуватись техніки безпеки. При потраплянні на шкіру, слизові оболонки та в очі утворюються сильні хімічні опіки. Потрапляння лугу в очі викликає незворотні зміни зорового нерву (атрофію) и, як наслідок, втрату зору. При контакті слизових оболонок з їдким лугом, необхідно промити вражену частину струменем води, а при потраплянні на шкіру — слабим розчином оцтової або борної кислоти. При потраплянні їдкого натрію в очі слід негайно промити їх спочатку слабим розчином борної кислоти, а потім водою [8,9]. При роботі з їдким натром рекомендуються наступні захисні засоби: хімічні бризгозахисні окуляри для захисту очей, гумові рукавички чи рукавички з прогумованою поверхнею для захисту рук, для захисту тіла — хімічно стійкий одяг, просочений вінілом або прогумовані костюми. Гранично допустима концентрація гідроксид натрію у повітрі 0,5 мг/м³. Рекомендується їсти та зберігати їжу тільки в спеціально відведених місцях; зберігати харчові продукти, у тому числі й молочні, що видаються на підприємстві, у холодильниках, які використовуються тільки для зберігання продуктів. Перед тим, як вийти на технологічну перерву (для відпочинку, паління або з інших причин), потрібно вимити з милом руки, обмити обличчя та прополоскати ротову порожнину питною водою; після закінчення роботи вимити з милом забруднені частини тіла або

прийняти душ, прополоскати ротову порожнину питною водою. Також працюючі робітники повинні виконувати вимоги правил пожежної безпеки, знати місця розташування засобів пожежогасіння, знати порядок їх використання та вміти ними користуватися відповідно до інструкції з пожежної безпеки [8,9]. На основі проведених досліджень розроблена нова технологія отримання пектинового екстракту з свіжих яблучних вичавок з технологічними властивостями, які дозволяють його використовувати при виробництві драглеутворюючих продуктів. Також наведено рекомендації щодо безпечного використання лугів.

Висновки. Отриманий пектиновий екстракт з відходів рослинної сировини може бути використаний у харчовій промисловості для отримання харчових продуктів загального використання та лікувально-профілактичного призначення. При виконанні вимог щодо охорони праці, техніки безпеки при роботі з лугами, правил пожежної безпеки у працівників будуть створені здорові та безпечні умови праці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Драганова Е. И., Колесниченко А. И., Левинца Ю. А. Применение ферментативного катализа в производстве пюреобразной продукции из растительного сырья // Пищ. пром-сть.-1997.-№12.-с.15-17.
2. Салманова Л. С., Филонова Г. Л., Соболевская Т. Н. Применение ферментативного катализа в производстве плодово-ягодных, овощных соков и экстрактов из растительного сырья // Хранение и перераб. сельхозсырья.-1995.-№2.-с.38-40.
3. Гребешова Р. Н., Виноградова Г. Л. Гнатенко А. Г. Эффективность ферментативного гидролиза в технологии получения пектина // Хранение и перераб. сельхозсырья.-1996.-№1.-с.34-35.
4. Редько А. В. Основы фотографических процессов. — 2-е изд.. — СПб.: «Лань», 1999. — 512 с. — (Учебники для ВУЗов. Специальная литература). — 3000 экз. — ISBN 5-8114-0146-9.
5. Мала гірнича енциклопедія: у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. — Д.: Східний видавничий дім, 2004—2013.
6. Ачмиз А.Д. Осаждение пектина из раствора вращающимся электрическим полем / А.Д. Ачмиз, А.М. Богус // Вестник РАСХН. 2003.- № 3. -С.78-79.
7. Бакирь В.Д. Извлечение пектина из яблочных выжимок / В.Д. Бакирь, А.А. Поезжаева, Л.Д. Корнеева // Пищевая промышленность. 1994. - №11. -С.9-10.
8. Охорона праці в галузях сільського господарства: Навч. Посіб./ І. П. Осадчук, М. М. Сакун, П. І. Осадчук, Т. В. Столярова: ОДАУ/ Кафедра БЖД.-Одеса: «Видавництво Барбашин», 2007.-480 с.
9. Докторов А. В. Охрана труда в сфере общественного питания: Учебное пособие / А. В. Докторов, Т. И. Митрофанова, О. Е. Мышкина.- М.: Альфа-М, НИЦ ИНФРА-М, 2013.-272 с.

ДИНАМИКА ЩЕЛОЧНОЙ ЭКСТРАКЦИИ ПЕКТИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ СВЕЖИХ ЯБЛОЧНЫХ ВИЖИМОК И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ЩЕЛОЧАМИ.

Москалюк И. В., Пурич В. Н.

Ключевые слова: охрана труда, техника безопасности, пожарная безопасность, пектин, щелочной гидролиз, экстракт, вязкость, желеобразующая способность.

Резюме

Проблемы, связанные с рациональным использованием сырьевых ресурсов, основанные на комплексной переработке растительного сырья, а также совершенствованием существующих и разработкой новых прогрессивных технологий являются актуальными. Возникает вопрос о необходимости проведения исследований по улучшению охраны труда и техники безопасности при работе с щелочами и совершенствованию противопожарных мероприятий в помещениях, где используются химические вещества. Ежегодно на соки и напитки в Украине перерабатывается более 500 тыс. т. яблок. При этом образуется около 150 тыс. т. отходов в виде яблочных выжимок с содержанием пектиновых веществ от 1 до 2%. Разработка продукции диетического и лечебно-профилактического назначения, которая способна повышать сопротивляемость организма к воздействию негативных факторов окружающей среды, особенно для населения, проживающего в регионах с повышенным уровнем загрязнения радионуклидами и тяжелыми металлами, относится к актуальным задачам современной науки о питании. Пектиновые вещества способны образовывать комплексы с тяжелыми металлами и радионуклидами и выводить их из организма. В настоящее время пектиновые вещества получают из сухих яблочных выжимок методом кислотного и ферментативного гидролиза. Применение этих технологий позволяет удалить пектиновые вещества, содержащиеся в межклетниках растительной ткани, не затрагивая протопектин срединных пластинок. Переход от кислотного и ферментативного гидролиза протопектина к щелочному значительно упростит технологическую схему производства, аппаратное оформление, повысит эффективность производства, позволит перерабатывать свежие яблочные выжимки непосредственно на консервных заводах с целью использования их при производстве консервированной продукции. В данной работе рассмотрена динамика щелочной экстракции пектиновых веществ из свежих яблочных выжимок при различных значениях pH (9 ... 12), приведена характеристика полученных препаратов пектиновых веществ. Выявлено оптимальное соотношение выжимок и воды, установлен выход пектинового экстракта при разном гидромодуле, приведена технологическая схема получения пектинового экстракта из свежих яблочных выжимок. Также приведена техника безопасности при работе с щелочами.

**DYNAMICS OF EXPERIMENTAL EXTRACTION OF FERTILIZER
SUBJECT FOR FEMALE CELLULAR VICTIMS AND SAFETY TECHNIQUE
FOR WORK WITH LUGGAGE.**

Moskaluk I.V., Pureich V. M.

Key words: labor protection, safety equipment, fire safety, pectin, alkaline hydroxide, extract, viscosity, drag-forming ability.

Summary

Problems related to the rational use of raw materials, based on the integrated processing of plant raw materials, as well as the improvement of existing and the development of new advanced technologies are relevant. The question arises of the need to conduct research on improving the safety of work and safety during work with meadows and improving fire prevention measures in premises where chemicals are used. For juices

and beverages in Ukraine, more than 500 thousand tons of apples are processed, with about 150 thousand tons of pizzas with contents of pectin substances of 1 ... 2%. The development of dietary and treatment-and-prophylactic products that can increase the body's resistance to the effects of negative environmental factors, especially for the population living in regions with high levels of contamination with radionuclides and heavy metals, is one of the urgent tasks of modern nutritional science. Pectin substances can form complexes with heavy metals and radionuclides and remove them from the body. At present, pectin substances are produced from dry apple excrement by acid and enzymatic method hydrolysis. Application of these technologies allows to remove pectin substances contained in intercellular plant tissue, without touching protopectin of middle plates. The transition from acid and enzymatic hydrolysis of protopectin to alkaline will greatly simplify the technological scheme of production, equipment design, increase production efficiency, allow the processing of fresh apple extractors directly at cannery plants for the purpose of their use in the production of canned products. In this paper, the dynamics of alkaline extraction of pectin substances from fresh apple excrements at different pH values (9 ... 12) is considered, the characteristics of the obtained preparations of pectin substances are given. The optimal correlation between excitations and water was found, the pectin extract yield was determined at different hydromodules, the technological scheme of obtaining pectin extract from fresh apple excrements was given. Also, the safety precautions when working with the puddle.

УДК 636.085.55.4

СТІЙКІСТЬ ТА ЗБЕРІГАННЯ КОМБІКОРМІВ

І.І.Дударев, М.В. Ісаєв, І.Г. Плачинта

Одеський державний аграрний університет

Використання ефективних раціонів комбікормів з стабільними показниками якості, забезпечують найвищу результативність годування тварин, що є головним завданням раціонального режиму зберігання та застосування продукції комбікормового виробництва. Ефективність застосування комбікормів у тваринництві залежить від їх якості. Бажані результати можуть бути досягнуті тільки в тому випадку, якщо поєднання, співвідношення і дозування окремих інгредієнтів повністю відповідає вимогам організму тварин даного виду, віку, рівня і напряму продуктивності і фізіологічного стану. Під час зберігання комбікорм змінює якісні показники і після чого продукт суттєво змінює корисні властивості та може стати причиною захворювання тварин. Для підвищення стабільності вітамінів, ліпідів і інших ненасичених сполук (каротиноїдів) в кормах при їх заготівлі і зберіганні успішно застосовують антиоксиданти - хімічні речовини різної природи. Так, при виробництві трав'яної муки добавка антиоксидантів істотно (в 2-3 рази) знижує втрати каротину і незамінних жирних кислот при тривалому зберіганні корму. Використання антиоксидантів в повнораціонних комбікормах підвищує вітамінну повноцінність продукції тваринництва. Механізм дії найбільш поширених антиоксидантів полягає в розриві ланцюга окислювальних реакцій. Молекули антиокислювача взаємодіють з активними радикалами, наявними в складі продукту. В результаті виникають

радикали мало активні, які не вступають в реакцію з молекулами вихідної речовини, наприклад каротину. Таким чином, процес окислення сповільнюється або припиняється, а сам антиокислювач поступово витрачається. Ефективність стабілізуючої дії антиокислювачів по відношенню до продукту залежить від хімічної природи самого антиокислювача, дозування. Велике значення має збереженість антиокислювача в продукті, період часу, протягом якого він робить свій стабілізуючу дію. Доведено, що на процес зберігання комбікормів суттєво впливає стан середовища, а саме температура та вологість. З метою вивчення впливу різних поєднань вологості, наявності антиоксиданту і температури на стійкість комбікормів при зберіганні, були проведені досліді, в яких продукцію з вологістю 10; 12; 14; 16; 18% зберігали при температурах 0,5, 10, 15, 20 і -5 ° С.

Ключові слова: комбікорм, суміш, структура, зберігання, антиоксидант.

Вступ. Основний напрям подальшого розвитку підприємств комбікормової промисловості пов'язано з вирішенням актуальних задач удосконалення техніки й технології, підвищення рівня кормового використання сировини, поліпшення якості, збільшення виходу й розширення асортименту готової продукції, підготовленої до тривалого зберігання. Підвищення продуктивності тваринництва засноване на використанні комбікормів, збалансованих за живильними речовинами, вітамінному, мінеральному, амінокислотному складі, змісту антибіотиків, антиоксидантів і інших біологічно активних речовин, що задовольняють науковим зоотехнічним вимогам. Ефективність раціонів, що забезпечують найвищу результативність годування тварин, визначається якістю комбікормів які під час зберігання погіршуються. Комбікорм (комбінований корм) - суміш зернової сировини, продуктів з високим вмістом білка, вітамінів і мікроелементів для годівлі тварин. Комбікорм являє собою складну однорідну суміш різних кормів, попередньо очищених, подрібнених і підібраних за науково обґрунтованими рецептами. При зберіганні комбікормів і сировини, як правило, кількість протеїну, клітковини і золи залишається стабільним. Але змінюється вміст вуглеводів, погіршується якість ліпідної фракції жирів, руйнуються деякі вітаміни, каротин і інші біологічно активні речовини в результаті окисно-відновних і гідролітичних процесів, що призводять до накопичення шкідливих для організму тварин перекисів, кислот, альдегідів, кетонів та інших продуктів хімічних реакцій. Утворені вільні радикали руйнують поживні речовини, вітаміни А, D, Е, К. Прогоркание знижує вміст енергії і доступність амінокислот.

Проблема. Використання якісного комбікорму під час годівлі тварин є важливою задачею. Відомо, що процес зберігання комбікормів супроводжується погіршенням показників якості, тому введення антиоксидантів в склад комбікорму має підвищити стійкість комбікорму та забезпечити безпечне його застосування в тваринництві. Проблема підвищення стійкості комбікормів при зберіганні є актуальною задачею

Мета дослідження. Аналіз процесу зберігання виготовлених комбікормів різного виду для запобігання погіршенню їх якості з визначенням періоду стійкого зберігання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Комбікорми поділяють на 3 види: - повнораціонні комбікорми, що забезпечують повністю потребу тварин або птиці в

поживних, мінеральних і біологічно активних речовинах, призначені для згодовування як єдиний раціон, маркуються літерними індексами ПК; - комбікорми-концентрати, призначені для згодовування тваринам на додаток до соковитих і грубих кормів маркуються літерними індексами КК; - балансовані кормові добавки (білково-вітамінні, білково-вітамінно-мінеральні комплекси, кормові дріжджі, кормовий солод, премікси). Сировина для виробництва комбікормів ділиться на сировину рослинного, тваринного і мінерального походження, кормові та побічні продукти харчової промисловості, продукти хімічної та мікробіологічної промисловості. Корми рослинного походження в залежності від хімічного складу основних поживних речовин, поділяють на три групи: багаті крохмалем (пшениця, кукурудза, ячмінь, овес, жито, просо, сорго, чумиза), білком (горох, кормові боби, вика, сочевиця, чина, соя і арахіс) і жиром (шрот і макухи олійних культур). Білкові корми тваринного походження: м'ясо-кісткове, м'ясне, кров'яне, пір'яна, кісткова, рибне борошно, вводяться в комбікорми від 3 до 5%. Мінеральну сировину (сіль, крейда, борошно вапнякова, борошно черепашково, трикальцій фосфат) вводять в комбікорми з урахуванням видових, вікових, фізіологічних та інших особливостей. Комбікормова суміш це сприятливе середовище для багатьох бактерій і особливо цвілевих грибів. При наявності достатньої кількості вологи (на рівні критичної і більше) і позитивних температурах (10 ... 20 ° С і вище) цвілі швидко розвиваються, виділяють багато тепла і служать основною причиною самозігрівання. Засміченість мікрофлорою розсипних комбікормів значно вище, ніж у брикетованих та гранульованих. Пояснюється це дією на мікрофлору високих температур в процесі гранулювання. Складність зберігання комбікормів пояснюється також великий їх сорбційною ємністю. Володіючи гігроскопічними властивостями, комбікорми істотно змінюють свою вологість. Особливо швидко це відбувається в розсипних кормах. Сорбція і десорбція водяної пари найбільш інтенсивно відбувається протягом перших 3 діб і закінчується через 10 ... 14 сут. У комбікормах на складі або в силосі процеси сорбції та десорбції інтенсивно відбуваються в верхньому шарі насипу. Швидкість проникнення вологи в насип залежить від гранулометричного складу комбікорму і його скважність. Для захисту від сорбційного зволоження зберігають комбікорми в сухих складах. Відносна вологість повітря в них не повинна перевищувати 70 ... 75%. Склади і силоси повинні бути чистими, не зараженими шкідниками, добре провітрюваних. Комбікорми, БВМД і АВМД зберігають насипом або в тарі. При зберіганні насипом допускається наступна висота завантаження: при вологості продукції до 13% - до 4 м, понад 13% - до 2,5 м. Короткочасне (щоб уникнути злежування) зберігання комбікормів, як розсипних, так і гранульованих, можливо і в силосах різного перетину, заввишки більше 20 м. Стійкість комбікормів при зберіганні залежить від якості і кількості компонентів, що входять в рецептуру. Відповідно до ГОСТ Р51850-2001 встановлені терміни зберігання різних видів продукції комбікормової промисловості. Комбікорми для вирощування і відгодівлі молодняку великої рогатої худоби, свиней в промислових комплексах, а також птиці допускається зберігати протягом 1 міс. з дня вироблення, термін зберігання інших видів комбікормів в розсипному і гранульованому вигляді, а також БВМД і АВМД - 2 міс. з дня вироблення. Рекомендований термін зберігання преміксів залежить від їх вологості і способу упаковки: премікси з вологістю до 10% і від 10 до 13% зберігають відповідно

5 і 4 міс., Упаковані в контейнери - 3 міс. Стійкість комбікормів при зберіганні і тривалість їх зберігання без помітного зниження поживної цінності залежать від наступних причин: якості вихідної сировини і стійкості його при зберіганні; рецептури та технології приготування; структури, змісту вологи, факторів навколишнього середовища. Чим більше в складі комбікормів менш стійких компонентів, що містять багато водорозчинних речовин, вітамінів, тим в більш короткі терміни можуть знизитися їх кормові достоїнства або навіть почнеться псування. Встановлено, що брикетовані або гранульовані комбікорми зазвичай мають більшу стійкість при зберіганні в порівнянні з розсипних. Одна з причин цього - пропарювання комбікорми в процесі гранулювання при температурі 83 ... 90 ° С. У зв'язку з цим чисельність мікрофлори в них зменшується в багато разів. Стійкість комбікормів при зберіганні і тривалість їх зберігання без помітного зниження поживної цінності залежать від наступних причин: якості вихідної сировини і стійкості його при зберіганні; рецептури та технології приготування; структури, змісту вологи, факторів навколишнього середовища. Вологість і температура комбікормів - найважливіші чинники, що визначають їх якість. Критична вологість для різних комбікормів становить 10 ... 14,5%. При вологості вище критичної починається розвиток мікроорганізмів, комах і активізуються біохімічні процеси. В умовах зниження температур і при вологості нижче критичної терміни безпечного зберігання комбікормів значно подовжуються. Чим більше в складі комбікормів менш стійких компонентів, що містять багато водорозчинних речовин, вітамінів, тим в більш короткі терміни можуть знизитися їх кормові достоїнства або навіть почнеться псування. Основні вимоги, що пред'являються до якості комбікормів, повинні бути наступними: запах - без ознак запаху цвілі; вологість - не більше 14,5%; зараженість - не більше п'яти примірників в 1 кг; металоманітні домішки - від 3 до 30 мг в 1 кг; шкідлива домішка - до 0,25%; зміст цілих насіння - від 0,3 до 0,7%; вміст піску - від 0,3 до 0,7%; кормових одиниць - від 70 до 105 на 100 кг комбікорму; перетравного протеїна - від 80 до 160 г в 1 корм, од .; сирової клітковини - від 0,3 до 10%. Спосіб захисту компонентів комбікормів від негативного впливу на них окислювальних процесів - застосування антиокислювачів. Механізм дії найбільш поширених антиоксидантів полягає в розриві ланцюга окислювальних реакцій. Молекули антиокислювача взаємодіють з активними радикалами, наявними в складі продукту. В результаті виникають радикали мало активні, які не вступають в реакцію з молекулами вихідної окислювальної речовини, наприклад каротину. Таким чином, процес окислення сповільнюється або припиняється, а сам антиокислювач поступово витрачається. Ефективність стабілізуючої дії антиокислювачів по відношенню до продукту залежить від хімічної природи самого антиокислювача, дозування. Велике значення має збереженість антиокислювача в продукті, тобто період часу, протягом якого він робить стабілізуючу дію. Полікомпонентні антиоксиданти в порошкової формі, діють як суміш антиоксидантів. Охороняє від окислення жири, жиророзчинні вітаміни, каротин в складі кормової сировини і комбікорми. В якості одного з антиоксидантів застосовують препарат Хадокс, виробництва Нідерланди. Хадокс являє собою світло-коричневий легкосіпких порошок який хоршо змішується з компонентами комбікормів. Хадокс сумісний з усіма інгредієнтами кормів. Препарат запобігає окисленню і стабілізує жири рослинного і тваринного походження,

жиророзчинні вітаміни і каротиноїди. Завдяки поверхневому покриттю, досягається максимальний контакт з активними компонентами що важливо препарат: - термостабільний при підвищених температурах; - проявляє бактерицидну і фунгіцидну дію, руйнуючи клітинні стінки грибів і пригнічуючи ензими в мікробних клітинах; - підвищує санітарно-гігієнічну якість корму; - збільшує термін зберігання сировинних компонентів, преміксів та готових кормів; - володіє чудовими властивостями до рівномірного змішування.

Хадокс антиоксидант в порошкової формі, діє як синергічний суміш (потенціювання) - ефект спільного застосування двох антибіотиків перевищує просту суммацію дії кожного препарату окремо, суміш антиоксидантів. вноситься в корми під час їх приготування на комбикормових заводах, а також в сировинні компоненти, шляхом рівномірного змішування з розрахунку: - комбикорм - 125г на тонну; - самостабілізації преміксів - 1000-3000г на тонну (рекомендована кількість - 125г на тонну кінцевого корму); - м'ясо-кісткове борошно - 250-1000г на

Таблиця 1. Зміна перекісного числа при зберіганні комбикорму. (Показник, що характеризує кількість первинних продуктів окислення ліпідів)

Склад комбікорму	рецепт № ПК-1					рецепт № ПК-2				
	Перекісне число %, при зберіганні, міс									
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Без сантохіну	30,0	34,6	129,6	35,6	184,8	37,6	55,6	-	94,4	132,0
Сантохін 0,005%	15,0	20,4	41,9	10,9	87,2	22,1	16,0	66,8	108,0	117,6
Сантохін 0,05%	6,8	-	15,4	-	20,2	4,9	6,2	7,0	-	1,0
Сантохін 0,02%	12,2	-	26,8	11,3	39,6	8,4	16,4	12,0	5,6	34,4

Таблиця 2. Зміна кислотного числа при зберіганні комбикорму. (Кількість гідроксиду калію в міліграмах, необхідне для нейтралізації жирних кислот в одному грамі будь-якої речовини)

Склад комбікорму	рецепт № 6-9					рецепт 6-2				
	Кіслотне число, мгКОН/г при зберіганні, міс									
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Без сантохіну	11,9	26,8	40,2	54,6	78,2	12,9	23,6	31,3	34,5	35,1
Сантохін 0,005%	12,0	25,2	38,4	49,1	60,8	12,8	24,5	29,6	34,3	34,1
Сантохін 0,05%	11,6	24,1	38,2	52,1	60,3	15,9	58,8	82,9	99,3	105,9
Сантохін 0,02%	11,9	25,0	39,3	50,3	63,7	13,3	23,4	28,6	33,5	34,6

тонну; - рибне борошно - 500-2000г на тонну. Вітчизняна промисловість для стабілізації каротину виробляє антиоксидант сантохін і дилудину. Була вивчена порівняльна стабілізуюча здатність різних концентрацій сантохіна, дилудину і визначені показники якості комбикормів при зберіганні. Об'єктом досліджень служив комбикорм для бройлерів першого (6-30 днів) і другого (31-70 днів) періодів вирощування (рецепти №№ ПК-1 і ПК-2). Втрати вітаміну А в контрольному варіанті комбикорми рецепта № ПК-2 за 3 місяці зберігання склали 22,6%, а у варіантах з

антиоксидантом - 6,7-14,6%. Антиокислювальні властивості сантохіна і дилудину в цьому досвіді виявлялися майже на одному рівні; дилудину був навіть дещо активніше сантохіна у всіх досліджуваних концентраціях. При порівняльному аналізі збереження вітаміну А в комбікормах випромінюваних рецептів виявлена найкраща збереження його в комбікормі рецепта № ПК-2, куди був введений тваринний жир. Цей факт узгоджується з даними, отриманими нами при вивченні перекисного і кислотного чисел жиру в комбікормі. Результати визначення про збереження вітаміну В12 в комбікормі зведені в табл.3. Протягом 3 міс. дилудину в порівнянні з сантохіном надавав більш ефективний вплив на збереження вітаміну В12. Значне зниження його активності відзначалося у всіх партіях комбікорми до кінця четвертого місяця зберігання. До цього часу зміст його було майже на одному рівні першій-ліпшій нагоді. При зберіганні комбікорми, приготованого за рецептом №ПК-2, спостерігалася більш високе збереження вітаміну В12 протягом 4 міс. в порівнянні з комбікормом рецепта № ПК-1. Комбікорм, стабілізований дилудину, на всьому протязі досвіду містив кількості вітаміну В12, близькі до контролю. Застосування антиоксидантів попереджає процес окислення каротину, для якого мінімальні концентрації їх з'явилися критичними. В комбікормі без антиокислювачів, починаючи з 2-ого місяця зберігання, процес руйнування каротину зростає, і до кінця експерименту втрати його складали 57,1%, в той час як в продукції з сантохіном і дилудину картин зберігався повністю. За 4 місяці зберігання комбікорму втрати вітаміну Е в варіанті без антиоксидантів склали 15,8%, а в інших досвідчених партіях - від 0,0 до 8,0%. Одночасно з цим активність холіну в контрольному комбікормі знизилася на 26,3%, причому її зменшення вже зазначалося з першого місяця хранения. Добрий вплив на збереження холіну надали концентрації дилудину - 0,05% і сантохіна - 0,02%, при яких вміст холіну до кінця четвертого місяця склало відповідно 84,7 і 83,6%. Решта кількості антиоксидантів в комбікормах помітного дії не надали. Отримані дані свідчать, що антиокислювачі максимально інгібують окислювальні процеси в кількості 0,02% до маси комбікорму. Встановлено, що брикетовані або гранульовані комбікорми зазвичай мають більшу стійкість при зберіганні в порівнянні з розсипних. Пар хоча і є чинником, який поліпшує якість гранул, не підвищує, а в ряді випадків навіть знижує поживну цінність комбікормів. Підвищити поживну цінність гранульованих комбікормів і ефективність процесу пресування без застосування пара можна, використовуючи сполучні речовини, наприклад мелясу, гідрол, суміш меляси і кукурудзяного екстракту в співвідношенні

Таблиця 3. Вплив сантохіну на вміст вітаміну В₁₂ при зберіганні комбікормів.

Склад комбікорму	Рецепт № ПК-1						Рецепт № ПК-2					
	Зміст вітаміну В ₁₂ % до вихідного для терміну зберігання, міс											
	Вихідний зміст мкг/г	0,5	1	2	3	4	Вихідний зміст мкг/г	1	2	3	4	
Без сантохіну	0,21	86,4	71,0	59,6	-	42,5	0,44	78.2	-	76,6	76,5	
Сантохін 0,005%	0,20	96,0	78,4	71,4	69,4	46,2	0,36	96,1	96,1	94,5	94,5	
Сантохін 0,05%	0,23	83,0	83,0	75,1	64,7	49,8	0,36	-	89,5	94,5	94,5	

Сантохін 0,02%	0,22	88,0	76,4	65,8	58,4	53,0	0,40	92,2	-	85,7	85,7
-------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	---	------	------

Таблиця 4. Вплив сантохіну на вміст вітаміну А при зберіганні комбікормів.

Склад комбікор му	Рецепт № ПК-1					Рецепт № ПК-2			
	Зміст вітаміну А % до вихідного для терміну зберігання, міс								
	Вихідний зміст МО/г	1	2	3	4	Вихід ний зміст МО/г	1	2	3
Без сантохіну	8,71	53,7	50,4	50,6	50,5	10,19	87,9	74,7	77,4
Сантохін 0,005%	8,98	96,7	65,3	64,3	56,4	9,31	90,3	87,8	88,4
Сантохін 0,05%	11,71	98,4	94,4	88,3	80,3	13,12	91,8	92,8	93,3
Сантохін 0.02%	10,43	91,6	71,4	71,4	73,5	11,95	-	89,9	85,4

1: 1. Втрати вітаміну А при виробництві гранул з використанням солоного гідролу як сполучна речовина складають 8% замість 30% при використанні пара. гранулювання зменшує обсяг комбікорму, перешкоджає розшарування суміші і зменшує поверхню, яка може бути пошкоджена мікробіологічними організмами. З'являється можливість точно контролювати пропорції інгредієнтів. Всі гранули комбікорму виглядають однаково, і мають загальний склад. В результаті цього тварини і птахи не мають можливості вибирати окремі компоненти корму і харчуються збалансовано. Також, зникає ймовірність того, що вищі за рангом тварини в групі виберуть всі поживні і смачні компоненти корму і залишають на корм неповноцінний корм. Популярність гранульованих кормів не випадкова. Саме така форма виготовлення надає кормовим сумішам в гранулах ряд переваг, серед яких можна особливо відзначити наступні: процес виробництва гранул і комбікормів передбачає термальну обробку, яка вбиває велику кількість шкідливих мікробів, в тому числі і сальмонела; - птахи і тварини з'їдають під час годування повний обсяг запланованого комплексу складових, що виключає виникнення дисбалансу поживних речовин; - при транспортуванні сипучих комбікормів часто відбувається розсортування складових на різні верстви через різну щільність і розміри подрібнених інгредієнтів, а гранульовані комбікорми дозволяють подолати цю проблему; - птахи і тварини краще засвоюють гранульований комбікорм, і відповідно, швидше набирають вагу; - при виробництві і транспортуванні значно зменшуються втрати в порівнянні з традиційними формами комбікормів; - сільгосппідприємствам набагато легше транспортувати і зберігати гранульований комбікорм. При використанні збалансованих за всіма поживними речовинами гранульованих комбікормів продуктивність тварин зростає на 12-14%, а при збагаченні їх вітамінами, мікроелементами та іншими стимулюючими речовинами - на 25-30% в порівнянні з тим, коли тваринам згодують окремі види зернофуражу. Застосування в годуванні тварин гранульованих кормів дозволяє оптимізувати економічні показники ефективності, знизити показник конверсії корму, здешевити споживання комбікорму на одиницю приросту і в порівнянні з використанням олії і

соевих шротів. Комбікорм, що пройшов грануляцію, представлений гранулами циліндричної форми в діаметрі від 5 до 10 мм, і довжиною не більше 20 мм. В цілому ж розміри гранули формуються виходячи з їх застосування. Так, наприклад, гранули маленьких фракцій, вживаються частіше для птиці. Гранули трохи більше 4-6 мм вживаються для дорослих особин птиці, великої рогатої худоби, коней, свиней і риб. Гранула як окремий елемент включає в себе повний комплект всіх життєво важливих елементів, що знаходяться в комбікормі. Це до речі вагомий позитивний якість гранульованого комбікорму. Мінус же розсипного комбікорму полягає в тому, що його вживання тваринами не є оптимальним. Його дрібнофракційних не дозволяє його вживання в повній мірі. Наприклад, птах вживає розсипчастий комбікорм не рівномірно. Після неї більше комбікорми розгрібати по сторонам, брудниться, розпорошується і приходиться в не придатний стан. Комбікорми, представлені у вигляді гранул природно корисні і для ВРХ і для свиней. Ці тварини можуть легко поглинати гранулу повністю, легко розтираючи її своїми могутніми щелепами. Також гранульована форма комбікорму прекрасно дозволяє рибі захоплювати і засвоювати комбікорм в воді, так як гранула довго може знаходитися в воді зберігаючи корисні поживні речовини корму. Деякі фахівці припускають, що висока температура і сильна парова вологість, а також сам процес преса призводять до того що комбікорм втрачає деякі важливі властивості, наприклад руйнується структура амінокислот, того ж метіоніну, губляться біологічно активні елементи. Проте, як показують результати годування тварин - все ж вони краще, оскільки обсяги втрат поживно важливих речовин при грануляції набагато нижче ніж втрати, що виникають при годуванні комбікормом в розсипних. Сам метод годування тварин в розсипних, як ми говорили раніше не дуже ефективний. Ще однією перевагою гранульованого комбікорму є зручність його транспортування, в тому числі і насипним методом. Втрати при транспортуванні практично зводяться до нуля. Ще одним плюсом для гранульованого комбікорму є його тривале зберігання. Оскільки в процесі грануляції комбікорм проходить антибактеріальну обробку, це дозволяє йому довго зберігатися, і зберігати не тільки свою форму але і всі поживні речовини. Сучасні комбікормові заводи гранулюють комбікорм двома технологіями. У першому випадку це лінія гранулювання працює з сухим сировиною. Другий випадок, лінія гранулювання працює з вологим сировиною. Перший метод спрямований на те щоб, сухий комбікорм був пропарений паром, часом для в'язкості ще зволожений додатковими добавками різного роду жирами, меласою, гідролом і іншими компонентами. Вологий метод грануляції передбачає використання гарячої води, температурою не менше 70 градусів в таких обсягах які б дозволяли досягти вологості сировини не більше 35 відсотків, після чого з суміші витягають гранули, просушують і охолоджують. Ефективність гранулювання визначають вмістом дрібної фракції, що проходить через сита з отворами 0,2 мм, причому кількість її не повинно перевищувати 5%. Слід зазначити, що гаряче гранулювання збагачених комбікормів руйнує деякі вітаміни, ферменти та інші біологічно активні речовини і викликає зміни хімічного складу продукту. Тому гаряче гранулювання збагачених комбікормів недоцільно. Найбільш ефективним методом виробництва гранульованих комбікормів є гранулювання сухим способом з використанням сполучних речовин. Сполучні

речовини, що застосовуються при гранулювання комбікормів класифікують на дві групи: органічні та неорганічні. Використовувані зв'язують речовини повинні мати основні властивості, які повинні пов'язувати корми при гранулювання і покращувати міцність гранул, підвищувати продуктивність преса, не вплинути негативно на кормову цінність корму. Важливе значення мають так звані сполучні речовини, які вводять не тільки для підвищення міцності гранул, але і для скорочення витрати пари, енергії, підвищення продуктивності. В якості таких речовин використовують найчастіше рідкі продукти, такі, як жир, гідрол, меляса та ін., і порошкові - бентоніти і топінамбур. Деякі з перерахованих речовин підвищують поживну цінність комбікормів (жир, меляса), збагачують комбікорми мікроелементами (бентоніти). Кількість додаються сполучних речовин зазвичай невелика - до 3%. Однак в рецепти деяких комбікормів для птахів рекомендується вводити велику кількість жиру - до 6%. У такому випадку можливе застосування іншого сполучного речовини, наприклад бентоніту, що дозволяє поліпшити процес гранулювання комбікорму. Бентоніти відносяться до колоїдних глин і не містять енергії, але підвищують міцність гранул і збільшує продуктивність прес-грануляторів. Порівняльні дослідження характеру і інтенсивності мікробіологічних процесів в розсипних і гранульованих комбікормах при зберіганні показали, що гранульовані комбікорми в порівнянні з розсипних, як на початку, так і в процесі зберігання значно меншою мірою засіяні міко і мікрофлорою (табл. 5). Це пояснюється влаготепловою обробкою, згубно діє на більшу частину мікроорганізмів, причому цвілеві гриби більш стійкі, ніж бактерії.

Результати досліджень. З метою вивчення впливу різних поєднань вологості і температури на стійкість комбікормів при зберіганні, зміна їх хімічного складу і мікрофлори були проведені досліді, в яких продукцію з вологістю 10; 12; 13; 14,5; 16 і 18% зберігали при температурах 20, 10, 5 і -5 ° С.

Таблиця 5. Вплив гранулювання на міко та мікрофлору комбікормів.

Вологість, %	Зберігання, днів	Температура °С	Кількість мікроорганізмів в комбікормах, тис/г					
			всього		в тому числі			
			сипкі	Гранульовані	бактерій		грибів	
					сипкі	гранульовані	сипкі	гранульовані
контроль			383	33	360	30	23	30
18	4	20	2565	49	2540	45	25	4
16	16	-	2565	49	2540	45	25	4
14,5	30	-	2058	99	2000	63	58	16
13	35	-	2040	54	2000	40	40	14
12	70	-	1632	39	1620	30	12	9
10	120	-	580	9	576	9	4	-
18	7	10	1097	52	1080	42	17	10
16	25	-	1261	35	1224	30	37	5
14,5	50	-	1758	87	1710	75	48	12

13	65	-	1049	63	1026	60	23	3
12	80	-	969	48	960	45	9	3
10	120	-	182	8	180	3	2	-
18	20	0	1817	44	1800	37	17	7
16	35	-	1538	66	1503	60	35	6
14,5	55	-	1202	79	1170	67	32	12
13	65	-	1049	63	1026	60	23	3
12	80	-	969	48	960	45	9	3
10	120	-	92	13	90	13	2	-
18	55	-5	2183	82	2160	75	23	7
16	80	-	1774	125	1746	120	28	5
14,5	120	-	797	69	774	64	23	5
13	120	-	647	39	630	33	17	6
12	120	-	553	18	540	15	13	3
10	120	-	115	0.1	108	-	7	-

Зміни в органоліптичних показниках, що передують погіршення якості, і в термін, коли виявлялося поява слабкого солодового запаху продукції визначали в порівнянні з продукцією яка містить антиоксидант (табл. 6) Поряд з аналізом традиційної форми технологічного виробництва виконувалися дослідження зразків які були наповненні антиоксидантом в якості якого використовували сантонін. Антиоксидант в різних кількостях було введено в склад комбікорму який зберігали в різних температурних та вологісних режимах.

Таблиця 6. Терміни зберігання сипкого комбікорму без сантоніну.

Вологість, %	Температура, °C			
	20	10	0	-5
18	4	7	20	55
16	10	25	35	80
14,5	30	45	55	120
13	50	60	65	Більш 120
12	60	75	80	Більш 120
10	120	Більш 120	Більш 120	Більш 120

Таблиця 7. Зміна показників якості комбікормів під час зберігання.

Режим зберігання	Термін зберігання сипкого комбікорму до виникнення солодового запаху без сантохіну, діб	Термін зберігання сипкого комбікорму до виникнення солодового запаху з сантохіном 0,005%, діб	Термін зберігання сипкого комбікорму до виникнення солодового запаху з сантохіном 0,05%, діб	Термін зберігання сипкого комбікорму до виникнення солодового запаху з сантохіном 0,02%, діб	Термін зберігання брикетного комбікорму до виникнення солодового запаху з сантохіном 0,05%, діб	Термін зберігання гранульованого комбікорму до виникнення солодового запаху з сантохіном 0,05%, діб
Вологість, %						
18	12	23	37	32	61	75
16	30	43	53	47	82	105
14,5	60	61	71	67	97	142
13	70	92	103	98	121	175

12	85	115	127	120	163	203
Температура, °C						
20	14	25	35	30	73	89
10	30	45	56	51	92	135
5	45	63	74	69	141	205
-5	115	129	141	130	-	-

Таким чином було проаналізовано вплив антиоксиданту який було введено в кількості 0,005%, 0,02% та 0,05%. Підсумкову дію впливу антиоксиданту було зведено в таблицю 6. Як видно з таблиці, при зниженні вологості з 18 до 12% тривалість зберігання комбікормів при температурі 10 ° C до появи солодового запаху збільшилася з 12 до 85 днів (т. Е. В 7 разів), а з пониженням температури з +20 до - 5 ° C термін зберігання продукції з вологістю 16% зріс з 14 до 120 днів (приблизно в 8 разів). При цьому хімічний склад змінився незначно, а кількість мікроорганізмів зменшилася більш, ніж в 2 рази. Вплив різних поєднань вологості і температури на тривалість зберігання комбікормів досліджувався також до терміну появи слабого солодового запаху продукції. Аналіз даних, наведених у таблиці, показує, що в процесі зберігання комбікормів спостерігалось збільшення вмісту аміаку і мікрофлори з одночасним зменшенням рівня жиру і каротину, причому інтенсивність біохімічних і мікробіологічних процесів залежала від вологості комбікормів і температури, при якій вони зберігалися. В процесі зберігання комбікормів при температурі 10-20 ° C критична вологість продукції дорівнює не більше 13%, при температурі 10 ° C і нижче - 14,5% і при температурі 0 ° C і нижче - 16%.

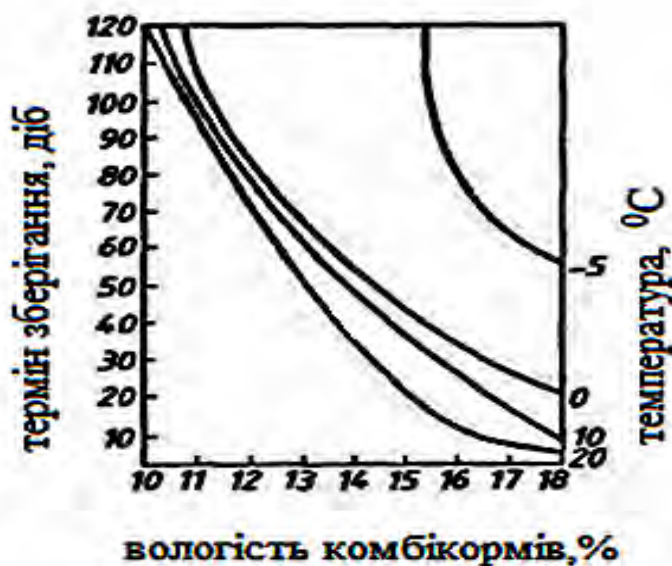


Рис. 1. Графічна залежність стійкого зберігання комбікорму залежно від вологості та температури.

Аналіз таблиці свідчить, що введення в склад сипких, брикетованих та гранульованих комбікормів в кількості 0,05% суттєво підвищує надійність зберігання продукції, а при введенні антиоксиданту в сипкі комбікорма термін стійкого зберігання збільшується майже вдвічі.

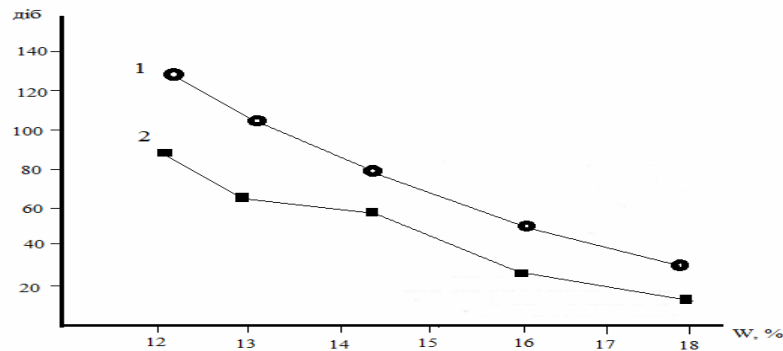


Рис. 2. Графік зміни тривалості зберігання сипкого комбікорму залежно від вологості: 1- з введенням сантохіну, 0,05%; 2- без використання антиоксиданту.

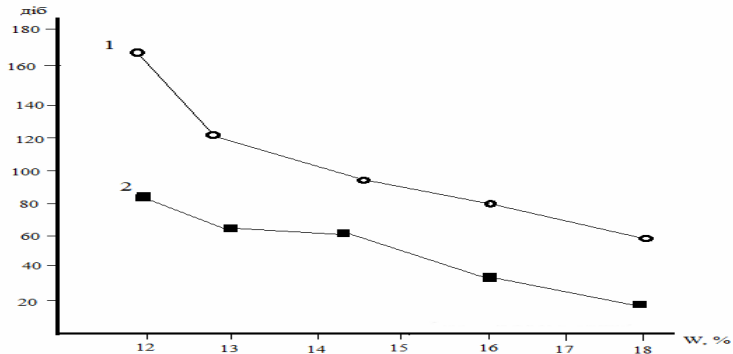


Рис. 3. Графік зміни тривалості зберігання брикетного комбікорму в порівнянні з сипким залежно від вологості: 1- з введенням сантохіну, 0,05%; 2- без використання антиоксиданту.

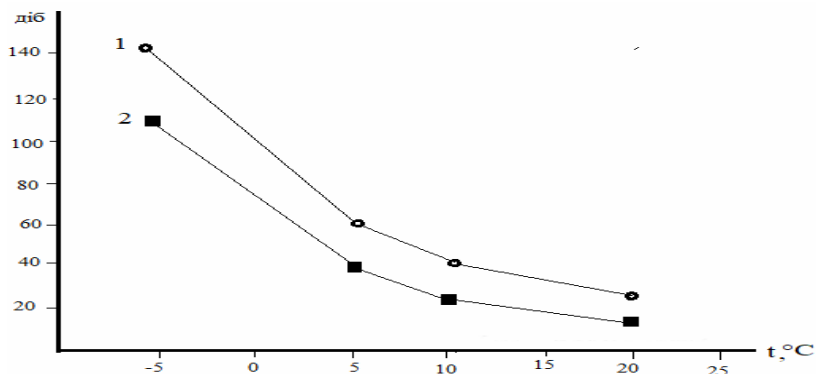


Рис. 4. Графік зміни тривалості зберігання сипкого комбікорму залежно від температури: 1- з введенням сантохіну, 0,05%; 2- без використання антиоксиданту.

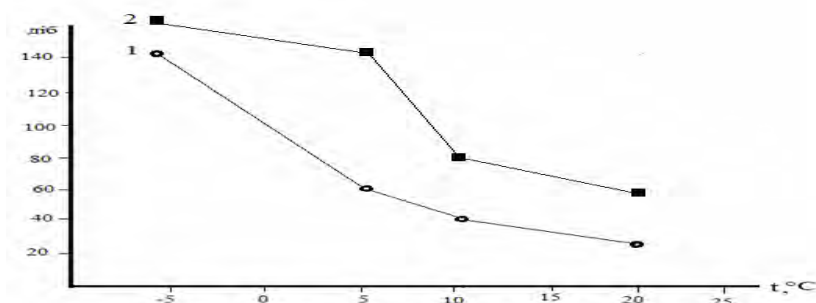


Рис. 5. Графік зміни тривалості зберігання брикетного комбікорму в порівнянні з сипким залежно від температури: 1- з введенням сантохіну в сипкий комбікорм, 0,05%; 2- з введенням сантохіну в брикетний комбікорм, 0,05%.

Висновки. Встановлено, що комбікорми вологістю до 13%, слід зберігати у виробничих умовах не більше трьох тижнів з дня їх вироблення. Отримана та запропонована графічна характеристика стійкого зберігання комбікорму залежно від вологості та температури зберігання. Доведено, що введення в склад комбікорму антиоксиданту суттєво підвищує його стійкість та забезпечує його тривале зберігання. Виробництво брикетованих комбікормів з введенням в якість антиоксиданта сантохіну в кількості 0,05% забезпечує зберігання без погіршення якості протягом трьох місяців

ЛІТЕРАТУРА

1. Дударев І.І. Комбікорм та особливості його зберігання / Дударев І.І. // Аграрний вісник Причорномор'я. Збірник наукових праць. Технічні науки.- Одеса:2014. Вип. 74. - С . 170-175.
2. Дударев І.І. Волога зерна / Дударев І.І. // Аграрний вісник Причорномор'я. Збірник наукових праць. Технічні науки.- Одеса:2014. Вип. 74. - С . 129-132.
3. Стабилизация компонентов комбикормов[Электронный ресурс] / Режим доступа: <<http://worldgonesour.ru/kombikorma/2171-stabilizaciya-komponentov-kombikormov.html>>.

СТОЙКОСТЬ И ХРАНЕНИЕ КОМБИКОРМОВ

Дударев И.И., Исаев М.В., Плачинта И.Г.

Ключевые слова: комбикорм, смесь, структура, хранение, антиоксидант.

Резюме

Использование эффективных рационов комбикормов со стабильными показателями качества, обеспечивают наивысшую результативность кормления животных, которые являются главным заданием рационального режима хранения и применения продукции комбикормового производства. Эффективность применения комбикормов в животноводстве зависит от их качества. Желательные результаты могут быть достигнуты только в том случае, если сочетание, соотношение и дозирование отдельных ингредиентов полностью отвечает требованиям организма животных данного вида, возраста, уровня и направления производительности и физиологического состояния. Во время хранения комбикорм изменяет качественные показатели и после чего продукт существенно изменяет полезные свойства и может стать причиной заболевания животных. Для повышения стабильности витаминов, липидов и других ненасыщенных соединений (каротиноидов) в кормах при их заготовке и хранении успешно применяют антиоксиданты - химические вещества разной природы. При производстве травяной муки добавка антиоксидантов существенно (в 2-3 раза) снижает потери каротина и незаменимых жирных кислот при длительном хранении корма. Использование антиоксидантов в полнорационных комбикормах повышает витаминную полноценность продукции животноводства. Механизм действия наиболее распространенных антиоксидантов заключается в разрыве цепи окислительных реакций. Молекулы антиокислителя взаимодействуют с активными радикалами, имеющимися в составе продукта. В результате возникают мало активные радикалы, которые не вступают в реакцию с молекулами исходного вещества, например каротина. Таким образом, процесс

окисления замедляется или прекращается, а сам антиокислитель постепенно тратится. Эффективность стабилизирующего действия антиокислителей по отношению к продукту зависит от химической природы самого антиокислителя, дозирования. Большое значение имеет сохраняемость антиокислителя в продукте, период времени, в течение которого он оказывает свой стабилизирующее действие. Доказано, что на процесс хранения комбикормов существенно влияет состояние среды, а именно температура и влажность. С целью изучения влияния разных сочетаний влажности, наличия антиоксиданта и температуры на стойкость комбикормов при хранении, были проведены опыты, в которых продукцию с влажностью 10; 12; 14; 16; 18% хранили при температурах 0, 5, 10, 15, 20 и -5 °C.

STABILITY AND STORAGE OF FARMERS

Dudarev I. I , Isaev M. B., Plachinta I.G.

Key words: mixed feed, mixture, structure, storage, antioxidants.

Summary

The use of effective feed rations with stable quality indicators, ensure the highest effectiveness of feeding animals, is the main objective of a rational mode of storage and use of feed production. The effectiveness of the use of mixed fodders in livestock farming depends on their quality. The desired results can be achieved only if the combination, the ratio and dosage of the individual ingredients fully corresponds to the requirements of the organism of animals of the given species, age, level and direction of productivity and physiological state. During storage, the mixed feed changes its quality parameters and after that the product significantly changes its useful properties and can become the cause of animal disease. To improve the stability of vitamins, lipids and other unsaturated compounds (carotenoids) in feeds during their harvesting and storage, antioxidants, chemicals of various nature, are successfully used. So, in the production of herbal flour, the addition of antioxidants significantly (in 2-3 times) reduces the loss of carotene and essential fatty acids during long-term storage of feed. The use of antioxidants in full-fat mixed fodders increases the vitamin value of livestock products. The mechanism of action of the most common antioxidants is the rupture of the chain of oxidative reactions. Antioxidant molecules interact with the active radicals present in the product. As a result, radicals appear to be little active, do not react with molecules of the starting material, for example, carotene. Thus, the oxidation process slows down or stops, and the antioxidant itself is gradually consumed. The effectiveness of the stabilizing action of antioxidants in relation to the product depends on the chemical nature of the antioxidant itself, the dosage. Of great importance is the safety of the antioxidant in the product, the period of time during which it makes its stabilizing effect. It is proved that the state of the environment, namely, temperature and humidity, affects the process of storage of mixed fodders. In order to study the effect of various combinations of moisture, the presence of antioxidant and temperature on the stability of compound feeds during storage, experiments were conducted in which products with a moisture content of 10; 12; 14; 16; 18% were stored at a temperature of 0.5, 10, 15, 20 and -5 °C.

УДК 629.144.2.004.5

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ МАШИННО –ТРАНСПОРТНИХ КОМПЛЕКСІВ З УРАХУВАННЯМ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВИТРАТ

Д. П. Домущі, О.С. Яворський, А. П. Ліпін

Одеський державний аграрний університет

Збирання й транспортування зерна - фінішні операції по виробництву зернових культур. Вони підбивають підсумок усьому комплексу попередніх робіт з оптимального вибору районованих сортів, підготовці насіння, обробці ґрунту, посіву, догляду за рослинами. Разом із тим це най-ресурсномісткі операції. Метою досліджень є підвищення ефективності використання машинно-транспортних комплексів при збиранні зернових колосових сільськогосподарських культур та зниження матеріально-енергетичних витрат і собівартості вирощуваної продукції. Експлуатаційні витрати на збирання врожаю з поля і його транспортування на господарський пункт післязбиральної обробки зерна становлять більше половини всіх витрат на його виробництво. Це обґрунтовує необхідність постійного вдосконалювання технологій збирання й технічних засобів для їхньої реалізації. При дослідженні технологічних процесів збирання зернових культур в якості основного критерія оптимізації структури та складу машинно-транспортних комплексів використовувалися мінімальні сумарні енерговитрати на збирання зернових з одиниці площі. Реалізація запропонованої моделі енергозбереження дозволить збільшити ефективність процесу збирання зернових колосових культур з енергетичних витрат технічних засобів на 24%, живої праці - 46%, паливо-мастильних матеріалів - 7%, а загальну ефективність на 26,0%, при цьому економія енергії досягає до 1233,8 МДж/т. Розроблена модель оптимізації енергетичних витрат збиральних машинно-транспортних комплексів, дозволяє оптимізувати структуру та склад збиральних машин та транспортних засобів з урахуванням ймовірного характеру їх взаємодії. Впровадження результатів досліджень - енергозберігаючих і ресурсозберігаючих технологій, можливо вирішити проблеми технічного переозброєння сільськогосподарських виробників і отримання конкурентоздатної продукції рослинництва.

Ключові слова: машинно-транспортний комплекс, енергетичні витрати, зернові культури, технологія збирання, структура та склад, критерій оптимізації, енергозбереження, модель, комбайн, транспортний засіб, ймовірний стан, рослинництво.

Вступ. Технології виробництва продукції рослинництва, які дісталися нам в спадок від минулого, є витратними. Для досягнення найбільшої ефективності сільськогосподарського виробництва необхідно впроваджувати енергозберігаючі технології. На дворі ринкова економіка з її жорсткою конкуренцією. Якщо просувати далі традиційні витратні технології, то дуже скоро виявиться, що очікуваного результату (підвищення продуктивності, обсягів валового виробництва,

якості і зниження собівартості вироблюваної продукції) ми так і не отримаємо. Рослинництво один з найприбутковіших видів сільськогосподарського бізнесу — 110% рентабельності можуть бути нормою для рослинництва. Нормою, але не межею. При традиційній моделі рослинництва значну частину прибутку «з'їдають» виробничі витрати. Успішний виробник той, хто збирає оптимальний урожай з найменшими витратами [1].

Проблема. Для сільського господарства України є проблема підвищення ефективності використання енергоносіїв. Всі технології сільськогосподарського виробництва оцінюють за економічними показниками (приведені витрати, рентабельність тощо) і затратами праці. Проте в сучасних умовах цього замало, оскільки ці показники мають істотні коливання і визначаються політикою ціноутворення. Тому технологічні процеси і комплекси машин оцінюють враховуючи енергетичні затрати на виробництво кожного виду сільськогосподарської продукції. Це дає змогу оцінювати технології як ті, що застосовуються, так і нові, а також і їх перспективність з погляду питомих енерговитрат на одиницю вирощуваної продукції [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз сучасного стану механізації збирання зернових культур в Україні виявляє її низьку ефективність. Статистичні дані свідчать про постійну тенденцію скорочення загального числа комбайнів у парку, зростання частки несправних машин, старіння парку, збільшення середнього навантаження на комбайн, збільшення строків збирання й втрат зерна від само опадання [3]. По технічному забезпеченню збиральних робіт Україна відстає від провідних країн миру в 3-6 разів, а по забезпеченню зерном на душу населення ми перебуваємо на рівні початку минулого століття. Поголів'я худоби значно скоротилося майже вдвічі, що різко зменшило потребу у фуражному зерні й грубих кормах (соломі). Замовлення на нову техніку впали нижче очікуваного рівня, що привело до скорочення її промислового виробництва. Ще більше ослабнула роль державних механізмів керування сільським господарством, змінилася форма лізингу техніки, обсяги застосування різних технологій збирання деформувалися вбік малоопераційних, менш ресурсномістких і результативних по валовим зборам зерна. Практично припинило існування промислове насінництво. Однак небагато зросла роль МТС у проведенні збиральної кампанії, і збільшився імпорт закордонної техніки [4]. У багатьох документах і матеріалах державного й регіонального рівня положення з виробництвом зерна й технічним забезпеченням АПК (у тому числі й збирання зернових) в Україні оцінюється як критичне [4]. Розробка перспективної стратегії розвитку механізації збирання зернових культур ставиться до класу проблем прогнозування розвитку макросистем, функціонування яких залежить від взаємодії безлічі зовнішніх і внутрішніх факторів. Модернізацію або створення нової ресурсномісткої по своєму призначенню й масштабам виробництва зернозбиральної техніки не можна розглядати ізольовано від загального стану АПК, дієвості механізмів державної політики й соціального замовлення на сільськогосподарську продукцію [5]. Порівняльна техніко-економічна оцінка сучасних комбайнів показує, що вітчизняна техніка, яка є набагато дешевшою ніж інша закордонна техніка, по комплексних питомих показниках технічного рівня мало чим їй уступає. Значне відставання спостерігається поки по надійності,

дизайну й комфортності [6].

Мета досліджень. Підвищення ефективності використання машинно-транспортних комплексів (МТК) при збиранні зернових колосових сільськогосподарських культур зниження матеріально-енергетичних витрат і собівартості вирощуваної продукції.

Результати досліджень. Основним показником, що характеризує ефективність роботи машинно-транспортних комплексів і враховує значною мірою агротехнічні і конструктивні чинники, являються енергетичні витрати на одиницю виконаної роботи. Енергетичний аналіз дозволяє оцінювати існуючі і плановані системи, їх перспективність з точки зору енергетичної ефективності і відкриває можливість цілеспрямовано вести розробку нових і вдосконалення існуючих систем. При дослідженні роботи техніки збиральних машинно-транспортних комплексів основним критерієм оцінки ефективності їхньої роботи з врахуванням результатів досліджень прийнятий мінімум сумарних енерговитрат на збирання зернових культур з одиниці площі ΣE , Мдж/га -це функція мети даного завдання [2]:

$$\sum E = \frac{[\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^l X_{ijk} E_{ij} + \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^l X_{ijk} E_{ж} + \sum_{i=1}^m X_{ijk} Q_{н} E_{кп}]}{\Omega} \rightarrow \min \quad (1)$$

де X_{ijk} - обсяг роботи, виконуємий усіма засобами і-го типу на j-му виробничому процесі в к-й період, га; E_{ij} - сукупні витрати енергії засобами і-го типу на j-му процесі, Мдж/га; $E_{ж}$ - витрати живої праці, Мдж/га; $Q_{н}$ - норма витрати палива на одиницю площі, кг/га; $E_{кп}$ - енергетичний еквівалент комплексного палива, МДж/кг; Ω - обсяг виконуваних робіт, га.

За мінімумом цільової функції (1) при допустимих втратах урожаю визначено оптимальну структуру та склад збиральних машинно-транспортних комплексів, спосіб організації ремонтно-технічного обслуговування та резервування в різних умовах. При мінімізації функції мети необхідно дотриматися ряду обмежень:

1. Усі розрахункові невідомі величини мають бути плюсовими:

$$X_{ijk} > 0; \quad i=1,2,\dots,m; \quad j=1,2,\dots,n; \quad k=1,2,\dots,l. \quad (2)$$

2. Об'єм робіт по кожному з виробничих процесів i має бути виконаний повністю у встановлені агротехнічні терміни, тобто:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^l x_{ijk} = \Omega_i; \quad (3)$$

Підсумовування по «K» тут йде в межах тих періодів від l_1 до l_2 , упродовж яких агротехніка передбачає виконання і - го процесу.

3. Витрати живої праці повинні забезпечувати виконання об'єму і-го виробничого процесу а K-й період у встановлені агротехнічні терміни:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^l E_{ж} < n_i \quad (4)$$

де n_i - кількість працівників, які має в розпорядженні господарство для цього виду роботи, люд..

4. Витрата палива Q_j не повинна перевищувати нормативні значення $Q_{н}$:

$Q_j < Q_{н}$. Сумарні (сукупні) витрати енергії засобами j- го типу визначаються по формулі:

$$E_{tj} = \left[\frac{\alpha_{тп} B_T}{100} \right] \frac{A_T + P_T}{T_T} + \left[\frac{\alpha_{рп} B_P}{100} \right] \frac{A_P + P_P}{T_P} \quad (5)$$

де t_m, p_m - енергоємність одиниці ваги відповідно до тягової і робочої машини, МДж/кг; B_t, B_p - вага тягової і робочої машин, кг; A_t, A_p - норми амортизаційних відрахувань для тягової і робочої машин, відсотки; P_t, P_p - норми відрахувань на ремонт і ТО відповідно до тягової і робочої машин, відсотки; T_t, T_p - річні завантаження тягової і робочої машин, год.

Витрати енергії живої праці $E_{ж}$, МДж/га:

$$E_{ж} = \frac{(n_o \alpha_o + n_d \alpha_d)}{W_e} \quad (6)$$

де n_o, n_d - число основних і допоміжних робітників, що беруть участь в МТК, люд.; α_o, α_d - відповідні енергетичні еквіваленти витрат живої праці, МДж/люд. год.; W_e - експлуатаційна продуктивність МТК, га/год.

Прямі витрати енергії палива $E_{п}$, МДж/га:

$$E_{п} = q_{п} Q_{п}, \quad (7)$$

де $q_{п}$ - енергетичний еквівалент витрат палива, МДж/кг; $Q_{п}$ - витрати палива на одиницю площі, кг/га.

Порівнюючи МТК на збиранні зернових, необхідно диференційовано визначити коефіцієнти енергетичної ефективності витрат:

- коефіцієнт енергетичної ефективності витрат на технологічні засоби $K_{ет}$:

$$K_{ет} = E_{ij}^n / E_{ij}^6 \quad (8)$$

- коефіцієнт енергетичної ефективності витрат живої праці $K_{еж}$:

$$K_{еж} = E_{ж}^n / E_{ж}^6 \quad (9)$$

коефіцієнт енергетичної ефективності прямих витрат енергії $K_{е пмм}$:

$$K_{е пмм} = E_{кп}^n / E_{кп}^6 \quad (10)$$

- коефіцієнт енергетичної ефективності витрат при застосуванні пропонованого комплексу в порівнянні з базовим $K_{еб}$:

$$K_{еб} = \frac{E_{ij}^n + E_{ij}^n + E_{ij}^n}{E_{ij}^6 + E_{ij}^6 + E_{ij}^6} \quad (11)$$

Розрахунок порівняльного економічного ефекту від впровадження рекомендованого МТК на одиницю площі визначався за формулою:

$$E_{га} = \sum E_b - \sum E_{п}, \quad (12)$$

де $\sum E_b, \sum E_{п}$ - сумарні енергетичні витрати при базовому і проектуємому складу МТК. Для розрахунку порівняної оцінки енергетичних витрат для базового і проектуємого машинно-транспортних комплексів застосовувалися такі технології збирання зернових культур - пряме комбайнування без подрібнення соломи і роздільне збирання. Для даних технологій по методиці Українського науково-дослідного інституту продуктивності агро-промислового комплексу Міністерства аграрної політики України «Нормативи витрат живої та уречовленої праці на виробництво зернових культур» [7], розроблялись технологічні карти на збирання врожаю озимої пшениці. Всі технології розроблялись для таких умов виробництва: площа вирощування - 1300 га; врожайність основної продукції - 4,6 т/га; врожайність побічної продукції - 4,6 т/га. Нормативні втрати врожаю 3%; тривалість збирання при повній стиглості зерна - 7 діб. При прямому комбайнуванні для збирання врожаю використовувалися комбайни «Дон-1500Б» - дванадцять одиниць. Зерно транспортувалося вантажними автомобілями-тягачами КамАЗ-55102 з

причепами ГБК-8527 в кількості – 12 одиниць. Кожний комбайн обслуговувався особистим транспортним засобом. Солома – не зернова продукція стягувалася на край поля агрегатом Т-150К-05-09 – ВТУ-10 – 8 одиниці та транспортувалася для скиртування агрегатом – МТЗ-80 – 2ПТС-4-887А – 24 одиниці. Скиртування соломи – агрегат ЮМЗ-6АКЛ – ПФ-0,5Б – 8 одиниць. При роздільному збиранні відношення площі збирання роздільним і прямим способом – 40% і 60%. Для скошування у валки і підбір валків використовували чотири комбайни – Дон-1500Б, жниварки ЖВН-6, підбирач –ПЛ-150 в кількості - 4 одиниці. Пряме комбайнування – Дон-1500Б – 8 одиниць, транспортні засоби - КамАЗ-55102+ГБК-8527– 8 одиниць. Солома виштовхується на край поля і скиртується на краю поля. Кількість і склад агрегатів, як в першій технології.

Таблиця 1 Комплексна енергомiсткiсть збирально-транспортних робiт

Витрати енергії	Базовий склад техніки МТК		Пропонуємий склад техніки МТК		Енергетичний еквівалент	Загальні енергетичні витрати, МДж/т	
	Енергетичні засоби	Робочі машини,	Енергетичні засоби	Робочі машини		Варіанти	
						Базовий	Пропо-нуємий
На основні засоби: Комбайн, МДж/кг	СК-5М «Нива»		Дон-1500Б		86,4	1600,6	1002,2
Жатка, МДж/кг	СК-5М «Нива»	ЖВН-5	Дон-1500Б	ЖВН-6А	75,4	113,1	74,0
Платформа-підбирач, МДж/кг	СК-5М Нива	Підбирач –ПЛ-150	Дон-1500Б	Підбирач –ПЛ-150	75,4	33,5	21,0
Транспортні засоби, МДж/кг	ГАЗ-53Б	-	КамАЗ-55102	ГКБ-8527	86,4	756,0	593,2
Трактори	МТЗ-80	2ПТС-4-887	Т-150К-05-09	ВТУ-10	86,4	680,4	419,3
	ЮМЗ-6Л	ПФ-05	МТЗ-800	ПФ-0,5	75,4	593,8	453,2
На оборотні засоби: Паливо-мастильні матеріали, МДж/кг	-	-	-	-	52,8	274,6	256,0
Живої праці, МДж/люд-год комбайнера	-	-	-	-	1,90	1,23	0,67
тракториста	-	-	-	-	1,26	0,41	0,22
водія	-	-	-	-	1,50	0,54	0,30
допоміжного персоналу	-	-	-	-	0,60	0,10	0,10
Всього:						4054,3	2820,5

Енергетична оцінка ефективності роботи МТК визначалася для рекомендованого та існуючого в господарствах варіантів наявності техніки та організації процесу збирання. Порівняльний аналіз енергоємності одиниці продукції – 1 т зерна зернових колосових культур базових і рекомендованих варіантів визначений за формулою 1. Результати розрахунків за енергетичними показниками МТК зведені в таблиці 1. Порівняння варіантів за кінцевим результатом показує, що рекомендований варіант ефективніше базового. Величина ефекту дорівнює $4054,3 - 2820,5 = 1233,8$ МДж / т. Диференційована оцінка порівнюваних збиральних машинно-транспортних комплексів за питомими витратами праці і матеріально-енергетичних ресурсів наведена в таблиці 2.

Таблиця 2 Диференційована оцінка машинно-транспортних комплексів

Найменування показників	Одиниця виміру	Позначення	Варіанти	
			базові	проектуємі
Коефіцієнт енергетичної ефективності, в тому числі по затратам:	-	Ke	1,00	0,74
-на технічні засоби	-	Ket	1,00	0,76
-живої праці	-	Keж	1,00	0,54
-прямой енергії	-	Кеппм	1,00	0,93
Продуктивність комбайна	га/год	Wtex	1,76	2,20

Висновки. 1.Розроблена модель оцінки енергетичних витрат техніки збиральних машинно-транспортних комплексів, яка дозволяє оптимізувати структуру та склад збиральних машин та транспортних засобів з урахуванням ймовірного характеру їх взаємодії. 2.Диференційований розгляд матеріально-енергетичних витрат дає можливість масштабне оцінити потребу в матеріально-енергетичних ресурсах на збирання всього обсягу планової продукції і порівняти цю потребу з фактичною наявністю, так рекомендований варіант складу МТК ефективніше базового на 1233,8 МДж/т. 3.Рекомендований склад техніки машинно-транспортних комплексів дозволить збільшити ефективність процесу збирання зернових колосових культур з енергетичних витрат технічних засобів на 24%, живої праці - 46%, паливо-мастильних матеріалів - 7%, а загальну ефективність на 26,0%.

ЛІТЕРАТУРА

1. Домуші Д.П. Особливості організації технологічного процесу збирання зернових культур/Д.П. Домуші, М.А. Новаковський //Аграрний вісник Причорномор'я: Зб. наук. пр. Одеського ДАУ/ Технічні науки. – Одеса: 2013. – № 65. – С.157–161.
- 2.Домуші Д.П. Енергозбереження при забезпеченні роботи здатності та обґрунтуванні складу збиральних машинно-транспортних комплексів /Д.П. Домуші, О.С Яворський, Ю.І. Єнакієв, А.В. Остапенко//Аграрний вісник Причорномор'я: Зб. наук. пр. Одеського ДАУ/ Технічні науки. – Одеса: ОДАУ, 2017- №85 . – С.73-78.
- 3.Думенко К.М. Вплив ефективності сфери технічного обслуговування на встановлення функцій готовності та відновлення зернозбиральної техніки/ К.М. Думенко, А.І. Бойко //Техніка і технології АПК. – Вип.1(16).- 2011. – С. 11–14.
- 4.Думенко К.Н. Анализ перспектив развития высоконадежной зерноуборочной техники в Украине / К.Н. Думенко // Энергосберегающие технологии и технические средства для их обеспечения в сельскохозяйственном производстве: Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, 25-26 авг. 2010 г.: материалы.-

Минск:2010.-С.69-76.

- 5.Машины для збирання зернових та технічних культур/За ред.. В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника. –Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілова, 2009. – 296 с.
6. Думенко К.М. Дослідження надійності зернозбиральних комбайнів/ К.М. Думенко// Сільськогосподарські машини.- Луцьк: ЛНТУ, 2010. – Вип.20. – С. 68-78.
7. Нормативи витрат живої та уречевленої праці на виробництво зернових культур/В.В. Вітвицький, П.М. Музика, М.Ф. Кисляченко, І.В. Лобастов. – К.: НДІ "Укراгропромпродуктивність", 2010. –352 с.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МАШИННО-ТРАНСПОРТНЫХ КОМПЛЕКСОВ С УЧЕТОМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ

Домуши Д.А., Яворський О.С, Липин А.П.

Ключевые слова: машинно-транспортный комплекс, энергетические расходы, зерновые культуры, технология сбора, структура и состав, критерий оптимизации, энергосбережения, модель, комбайн, транспортное средство, вероятное состояние, растениеводство.

Резюме

Сбор и транспортировка зерна - финишные операции по производству зерновых культур. Они подбивают итог всему комплексу предыдущих работ из оптимального выбора районированных сортов, подготовке семян, обработке почвы, посева, ухода за растениями. Вместе с тем это наиболее ресурсоёмкие операции. Целью исследований является повышение эффективности использования машинно-транспортных комплексов при сборе зерновых колосовых сельскохозяйственных культур, снижения материально-энергетических расходов и себестоимости выращиваемой продукции. Эксплуатационные расходы на сборе урожая с поля и его транспортировки на хозяйственный пункт послеуборочной обработки зерна представляют большие половины всех расходов на его выращивание. Это обосновывает необходимость постоянного усовершенствования технологий сбора урожая и технических средств для их реализации. При исследовании технологических процессов сбора зерновых культур в качестве основного критерия оптимизации структуры и состава машинно-транспортных комплексов использовались минимальные суммарные энергетические затраты на сбор зерновых с единицы площади. Реализация предложенной модели энергосбережения позволит увеличить эффективность процесса сбора зерновых колосовых культур по энергетическим затратам технических средств на 24%, живого труда - 46%, топлива и смазочных материалов-7%, а общую эффективность на 26,0%, при этом экономия энергии достигает до 1233,8 МДж/т. Разработанная модель оптимизации энергетических расходов уборочных машинно-транспортных комплексов, позволяет оптимизировать структуру и состав уборочных машин и транспортных средств с учетом вероятного характера их взаимодействия. Внедрение результатов исследований – энергосохраняющих и ресурсосберегающих технологий, позволяет решить проблемы технического перевооружения сельскохозяйственных производителей и получения конкурентоспособной продукции растениеводства.

ESTIMATION OF EFFICIENCY OF WORK OF MACHINE-TRANSPORT COMPLEXES TAKING INTO ACCOUNT POWER EXPENSES

Domuschy D.P., Yvorskyi O.S., Lipin A.P.

Key words: a machine-transport complex, power charges, grain-crops, technology of collection, structure and composition, criterion of optimization, energy-savings, a model, is a combine, transport vehicle, credible state, plant-grower.

Summary

Collection and transporting of grain are finish operations on the production of grain-crops. They line a result to all complexes of previous works from the optimal choice of the best sorts, to preparation of seed, treatment of soil, sowing, care of plants. At the same time it is the most expense on resources operations. The aim of researches is an increase of efficiency of drawing on machine-transport complexes at collection of grain-growing cereals of agricultural cultures, materially-power cost and grown unit cost cutting. Running expenses on a harvest from the field and his transporting to the economic point of treatment of grain present the more than half of all charges on his growing. It grounds the necessity of permanent improvement of technologies of harvest and technical equipment's for their realization. At research of technological processes of collection of grain-crops as a basic criterion of optimization of structure and composition of machine-transport complexes minimum total power expenses were used on collection grain-growing from unit of area. Realization of an offer model of energy-savings will allow increasing efficiency of process of collection of ear grain-crops on power charges. Namely: technical equipment's on 24%, direct-lab our - 46%, fuel and lubricating матеріалов-7%, and general efficiency on 26,0%, here the economy of energy arrives at to 1233,8 MDz/t. Worked out model of optimization of power charges of harvest machine-transport complexes, allows optimizing a structure and composition of harvesters and transporting vehicles taking into account credible character of their cooperation. Introduction of results of researches - power saving and saving resources technologies, allows working out the problems of technical rearmament of agricultural producers and receipt of competitive products of plant-grower.

УДК 666.973.6

SELECTION OF OPTIMAL TECHNICAL MEANS DURING THE PROCESSING OF WHEAT AGAINST AGRICULTURAL PESTS

E.B.Martynova, N.V.Savchenko

Odesa State Agrarian University

The question of choosing the best technical means in the processing of winter wheat against pests during the growing period is considered on the example of a farm located in the Limansky district of the Odessa region (Ukraine). The climatic condition that has been considered affects the cultivation of this crop, and the composition of the soil. The question of identifying the main types of pests has been analyzed during the cultivation of the selected crop, which are common in the area. A general analysis of plant protection products against pests has been carried out. The calculation of the optimal choice of drugs, taking into account the minimum cost for pest control. The composition of the main

technical means for the treatment of crops against pests during the growth of crops has been analyzed. The compressed comparative characteristics of some of the most common sprayers are considered. The optimal composition of technical means is proposed. The recommendations for the use of drug choice and the composition of basic technical means were developed.

Key words: agricultural potential, grain crops, winter wheat, insecticide, fungicide, agricultural pests, plant protection, front-mounted sprayer, trailed, pricing.

Introduction. Agriculture is one of the priority sectors of the national economy of Ukraine today. The development of agriculture contributes to raising the material well-being of the population, strengthening the economic country's and food security, as well as increasing export potential. The country has a favorable geological and geographical location, and the climatic conditions are favorable for conducting favorable competition in agriculture. The agrarian potential of Ukraine is the basis of ensuring the integration of the national economy into the world. The agricultural sector of production is one of the most risky sectors of the economy, because its development is influenced by natural and biological factors [1]. Grain crops have the highest proportion in the structure of crops and gross crops. This is due to their exceptional value and versatile use. Grain is the main and irreplaceable feed in the production of livestock products. It has a significantly higher nutritional value compared to other types of feed, characterized by high content of feed units, digestible protein, macro- and microelements. The feed is also used as a by-product of growing crops-straw and floor. Crop production is a raw material for the processing industry. For example, as a result of grain processing, alcohol, starch and other products are obtained, from straw - cellulose, paper and so on. Cereal is an important export product that should provide substantial cash inflows. The grain practically does not lose its qualities when stored and therefore suitable for the creation of state reserves of food and feed. Wheat is one of the most widespread crops in the world and one of the main products of human consumption, because it is used for the preparation of different types of products: it is refined flour, coarse meal, bran, beer. Wheat has high caloric content, it provides 339 calories per 100 grams; it contains: carbohydrates; saturated, unsaturated and monounsaturated fats; proteins, vitamins and minerals. Odessa region is an important link in the agro-industrial complex of Ukraine. The climate is damp, moderately continental, combining the features of continental and marine. Winter is mild, snowless and unstable; the average air temperature is "minus" 2°C in the south to "minus" 5°C in the north. There are strong winds, 7 ... 15 m / s, especially in February in the southern part of the region. The spring is characterized by cloudy weather, fogs due to the cooling effect of the sea. Summer is mostly hot, dry; average July temperature from 21°C in the northwest to 23°C in the south; maximum 36 ... 39°C (in recent years and more). The autumn is lasted, warmer than spring, mostly cloudy. The average annual temperature ranges from 8.2°C in the north to 10.8°C in the south. The total rainfall is 340 ... 470 mm per year, mainly falls in the summer (often it is in the form of storms). The number of hours of sunshine is about 2,200 per year. The duration of the growing season is 168 ... 210 days, with a total temperature of 28 to 34°C. The most characteristic soils are black southern and common, medium and low-humus; black earths are predominantly non-humus and pious in the north. The black soils of southern saline are in the seaside part of the region. The activation of microbiological processes in the development of black soil contributes to the

mobilization of nitrogen and phosphorus, so the sprouted black soils differ in the high content of nutrients available to plants [4]. There are more than 2.5 million hectares of agricultural land in the region, including more than 2 million hectares of arable land, over 80 thousand hectares of vineyards and orchards. Almost 10% of the cultivated land is irrigated due to the arid climate (especially dry in the south of the region). In the crop production of the Odessa region, the grain economy occupies the leading place. The winter wheat, barley, corn, millet, rice and corn are grown here. The powerful flour-grub industry has been on the basis of the grain industry [1]. Some data for September 1, 2018 in the Odessa region are given in Table 1 [2, 3].

Table 1. The indicators of harvesting of agricultural crops are in the Odessa region for September 1, 2018.

The name of the culture	Gross fee		Crop capacity	
	thousand tons	in percentages until 1.09.2017	quintals per 1 hectare	in percentages until 1.09.2017
Cereals and legumes *,	3555,9	93,7	35,3	94,5
including:				
wheat	2335,5	99,8	37,9	95,1
barley	1148,2	88,5	34,0	95,0
Rape and colza	343,1	130,5	23,3	97,7
Sunflower	199,0	159,8	23,8	101,8

Note: * In the initial weight that was taken into account.

From Table 1, we see that wheat has been occupying a major place among grain crops grown in the Odessa region, both in terms of gross harvest and yield. Thus, a major issue in the grain industry is the issue of growing and storing the crop and, subsequently, the quality of grain.

The problem. The following signs and reasons for the weak development of the agricultural sector of the Odessa region can be distinguished: the high degree of cultivation of agricultural products does not provide traditional technologies that do not meet the world standards.

As a result:

- the yield is not high enough;
- the structure of exports is mainly raw material.

The answer to the general question of preserving the yield and quality of the grain is given by the system of protection of winter wheat from the influence of harmful objects. In each individual case, the choice of terms, dosages and combination of drugs is determined is taking into account the specific conditions of the economy, or rather, each field. In addition, the diversity of modern engineering on designs and technological parameters are also requires a careful approach to the regulations for the use of plant protection products in each individual case.

The purpose of research. The purpose of the following studies was to analyze the composition of the main technical equipment for the treatment of crops against pests in the period of cultivation. The objective is to determine the main objectives of the study:

- analyze the climatic conditions affecting the cultivation of this culture, the composition of the soil of the farm, located in the Limansky district of the Odessa region;
- studying the issue of identifying the main types of pests during the period of cultivation of the selected agricultural crop, which are distributed in the area;

- to conduct a general analysis of means for protecting plants from pests, to calculate the optimal choice of drugs for controlling pests, taking into account the minimum costs;
- considering the modern technique used in the treatment of wheat against pests, according to designs and technological parameters;
- developing recommendations for the optimal use of technical means.

The results of the research. The phytosanitary inspection is an important link in the plant protection system. The effectiveness of drugs is covered by the stage, intensity of development, general biology and species composition of harmful objects. Of course, dry weather is more conducive to the development of harmful insects, and moisture - diseases and weeds. In conjunction with the knowledge of the phytosanitary situation, this allows in some cases to conduct preventive treatment before the appearance of harmful objects or at the very beginning of their development, which will provide maximum efficiency. It should be noted that the propagation of the technology of minimal or "zero" soil treatment brings its specificity into the system of protection. At the same time, the amount of weed seeds in the upper layer of soil increases significantly, and the number of harmful insects and microorganisms that hibernate in the cultivar remains also increasing. Accordingly, the role of pesticides for the preservation of crop and quality is increasing. Drugs used to protect plants from pests and diseases are divided into several types according to a number of criteria.

1. By chemical composition, preparations are divided into:

- the inorganic compounds (compounds of mercury, copper, barium, phosphorus, etc.);
- the organic (synthetic, organochlorine, organophosphorus, etc.);
- the biogenic (based on the products of vital functions of fungi, bacteria, plants, viruses).

2. By the object of influence, the drugs are divided into herbicides (from weeds); fungicides (from fungal infection); acaricides (from ticks); insecticides (from insects); rodenticides (from rodents); bactericides (from bacteria).

3. By the nature of action:

- the systemic pesticides - drugs that are able to penetrate inside the plant and destroy the harmful object;
- the contact pesticides - have a negative impact on the harmful organism in direct contact.

4. By the method of penetration distinguish preparations of intestinal action (acting on the pest when absorbed by the treated parts of the plant); contact action (penetrate the tissues of the pest through its outer covers); fumigants (penetrate the organism of the pest through its airways).

Plant protection products can be produced in various forms - in the form of suspensions, granules, powders, concentrates, emulsions, tablets, etc. In the wheat and barley crops, a very high level of settlement with the bread trips and aphids is now observed. On the background of drought, their harmfulness increases in geometric progression. At the same time, the damage to the crops with sharp-edged bugs and the high density of egg bugs of the bug of the turtle are noted [5]. They should be immediately monitored for pests before processing crop crops. Therefore, the fields are treated with systemic insecticides (insectoacaricides) to choose from (Table 2). In this table, the unit cost of a drug is given

on 10/01/2018, depending on the inflation rate, the cost may vary. The most widespread preparations of different manufacturers for combating pest complexes are presented. As a rule, taking into account the development of cereals in the phase of the flag leaf, this treatment can be combined with fungicides, leaf feeding, which will reduce the stress of plants from high temperatures and droughts, improve the absorption of leaf feeding and increase the resistance to stress in plants during flowering and pouring grain. Spraying is one of the main ways of using pesticides to protect crops. It consists in applying to the surface of plants, insects, soil of sprayed pesticides or their working liquids: solutions, suspensions, emulsions. By purpose sprayers are divided into field, garden, vineyard, universal, for closed soil, etc. By way of spraying the working fluid distinguish sprayers hydraulic and pneumatic. Tractor sprayers are divided into trailed, hinged and mounted [7]. Table 3 summarizes the comparative characteristics of some of the most common sprayers, depending on the capacity of the tank (from 1000 liters to 2000 liters).

Table 2. Systemic insecticides (insectoacaricides) which were used in the cultivation of wheat [6]

Name of the drug, manufacturer (distributor)	Pests	Unit cost of drug, UAH	Preparation consumption rate, l / ha	Expenditure s for the entire processing area l / 500 hectares (maximal)	Cost, total, UAH
Borea Neo, s.c. (Ukraine)	Bread sticks, bad bug, bird beetles, aphids, leeches, trips	1283 UAH/ 5 l	0,15 - 0,3	150	38 490
	Bread ground beetle, cereal flies		0,2 - 0,4	200	51 320
Zalp, c.e. (Ukraine)	Grasshoppers, bug harmful bug, aphids, leeches , trips, cereal ground beetles, grain beetles, weevils, moth, leaf roller, moths, mites, beetle that eats peas, crucial flea beetles, rape weevil, beetles with secretive proboscis	1572 UAH / 5 l	0,2 - 0,4	200	62 880
Lamdex, c.e. (ADAMA - Israel)	Bug is a harmful turtle, aphids, leeches	625 UAH / l	0,15	150 (at double processing)	93 750
	Bread ground beetle , trips, blisters		0,2	100	62 500

Danadim Stable 40%, c.e. (Denmark)	Cereal flies, aphids, cicadas, trips, bread sawdust, bad bug, bug is a harmful turtle	300 UAH /l	1,0 - 1,5	1500 (at double processing)	450 000
Нуприд-600, s.c. (Germany)	Bread sticks, cicadas, cereal flies, aphids, striped cereal stuff	840 UAH/ 5 l (1 pack. 3360 UAH / 4x5l)	0,15 - 12,0	6000	1 008 000

Table 3. Comparative characteristics trailed sprayers and sprayers that are mounted in the front [9].

Name of sprayer	Width of seizure, m	The capacity of the tank, l	Aggregation with tractors	Cost, UAH
Sprayers that are mounted in the front				
JARMET	14	1000	MT3-50, MT3-52, MT3-80, MT3-82, ЮМ3-6, Т-25, Т-40	12 000
Polmark	16	1000	MT3, ЮМ3, Т-25, Т-40	19 500
Kuhn Omnis 1000	15	1000	K-700	356 852
Trailed sprayers				
Sprayer equipped with a barbell ОПШ-15А [8]	10,8; 16,2	1200	MT3-50, MT3-52, MT3-80, MT3-82, ЮМ3-6, Т-70С	15 600
Kuhn Omnis RHX 1200L	14	1200	K-700	60 000*
Pilmet 1618 Plus	18	1600	K-700	183 162
ОП-2000-2-01 [8]	18; 21,6; 22,5	2000	те ж	150 000
Seguip 2000	18	2000	K-700	56 618
Ekosystem 2018	18	2000	K-700	157 273

Note: * the price is negotiable.

Conclusions. It is proposed to use a sprayer ОПШ-15А with a capacity of 1200 liters and a seizing width of 16.2 meters As a sprayer for spreading the drug against pests of winter wheat. The proposed sprayer is attractive for the price and has a wide range of aggregation with tractors among the sprayers considered. It is recommended to use the systemic insecticide drug "Zalp", which is a capsule emulsion (Ukraine) for the protection of winter

wheat during the period of growth against pests. This insecticide drug has the maximum efficiency against wheat pests and corresponds to the price level.

REFERENCES

- 1.Volkova N.A. Analysis of the condition and development of agriculture in the Odessa region / N. A. Volkova – Odessa : ONEU, 2012. – 10 p.
- 2.The Main Department of Statistics in Odesa Region: Agriculture : [electronic resource], 2018. – 1 file. - <http://www.od.ukrstat.gov.ua/> - Title from the screen.
- 3.Lupenko Y.O. Strategic directions of development of agriculture of Ukraine for the period till 2020 / Y. O. Lupenko, V. Y. Messel-Veselyaka. - K. : SEC «IAE», 2012. - 215 p.
- 4.Kaurichev I. S. Soil Science / I. S. Kaurichev. - 2nd ed., revised and enlarged. - M. : Agro-industrial publishing house, 1989. – 120 p.
- 5.Plant protection : [electronic resource], 2016. - 1 file. - <https://www.cropscience.bayer.ru/productions> - Title from the screen.
- 6.How to deal with pests in winter wheat and winter barley crops? Eridon : [electronic resource], – 2018. - 1 file. - <https://www.eridon.ua/yak-borotysya-z-shkidnikami-v-posivah-ozimoyi-pshenici-ta-ozimogo-yachmenyu> - Title from the screen.
- 7.Sprayers : [electronic resource], 2013. – 1 file. - <https://svyatik.org/svarka-60994.html> - Title from the screen.
- 8.Sprayers equipped with a barbell : [electronic resource], 2000. – 1 file. - https://studwood.ru/1605170/tovarovedenie/opryskivateli_shtangovy_2000 - Title from the screen.
- 9.Sale of sprayers : [electronic resource], 2018. – 1 file. - <https://www.agriaffaires.com.ua/вживаний/розпилювачі/1/3969/kuhn.html> - Title from the screen.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПШЕНИЦЫ ПРОТИВ ВРЕДИТЕЛЕЙ

Мартынова Е.Б., Савченко Н.В.

Ключевые слова: аграрный потенциал, зерновая культура, озимая пшеница, инсектицид, фунгицид, вредители, защита растений, опрыскиватель передненавесной, прицепной, ценообразование.

Резюме

Рассмотрен вопрос выбора оптимальных технических средств при обработке озимой пшеницы против вредителей в период выращивания на примере фермерского хозяйства, расположенного в Лиманском районе Одесской области (Украина). Рассмотрены климатические условия, которые влияют на выращивание данной культуры, состав грунтов. Проанализирован вопрос выявления основных видов вредителей в период выращивания выбранной сельскохозяйственной культуры, которые распространены в данной местности. Проведен общий анализ средств для защиты растений от вредителей. Приведен расчет оптимального выбора препаратов с учётом минимальных затрат для борьбы с вредителями. Проведен анализ состава основных технических средств для обработки посевов против вредителей в период роста посевов. Рассмотрены сжатые сравнительные характеристики некоторых наиболее распространенных опрыскивателей. Предложен оптимальный состав технических средств. Разработаны

рекомендации применения выбора препаратов и состав основных технических средств.

SELECTION OF OPTIMAL TECHNICAL MEANS DURING THE PROCESSING OF WHEAT AGAINST AGRICULTURAL PESTS

Martynova E.B., Savchenko N.V.

Key words: agricultural potential, grain crops, winter wheat, insecticide, fungicide, agricultural pests, plant protection, front-mounted sprayer, trailed, pricing.

Summary

The question of choosing the best technical means in the processing of winter wheat against pests during the growing period is considered on the example of a farm located in the Limansky district of the Odessa region (Ukraine). The climatic condition that has been considered affects the cultivation of this crop, and the composition of the soil. The question of identifying the main types of pests has been analyzed during the cultivation of the selected crop, which are common in the area. A general analysis of plant protection products against pests has been carried out. The calculation of the optimal choice of drugs, taking into account the minimum cost for pest control. The composition of the main technical means for the treatment of crops against pests during the growth of crops has been analyzed. The compressed comparative characteristics of some of the most common sprayers are considered. The optimal composition of technical means is proposed. The recommendations for the use of drug choice and the composition of basic technical means were developed.

УДК 636.085.55.4

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ КОМПОНЕНТИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОРМІВ

І.І.Дударев, О.І. Паскалов, В.А.Пірожков

Одеський державний аграрний університет

Оцінка складу сучасних рецептів комбікормів свідчить, що поширення компонентів може бути досягнуте завдяки найбільш повноцінного використання стрижнів кукурудзяних початків на основі дотримання принципів ресурсозберігаючої технології, передбачаючи подальше подрібнення для використання. Заміна зернових, частка яких в складі комбікормів становить 70-80%, новими або рідко використовуваними компонентами є перспективною. У сухій речовині кукурудзи до цвітіння міститься протеїну 94% і у міру зростання рослини кількість сухої речовини зростає, але зміст протеїну знижується до 74 % у стадії повної стиглості. У кукурудзі містяться вуглеводи двох основних типів, структурні не структурні, що включають крохмаль і цукор, які легко, перетравлюються і мають велике значення в живленні тварин. Склад стрижнів кукурудзи вказує, що по кормових одиниць (0,4 к.о. в 1 кг) вони перевершують соломі хорошої якості. Для більш повного порівняльного аналізу хімічного складу стрижнів, кукурудзи було встановлено, що в фазі повної стиглості стрижні містять крохмалю трохи більше, ніж обгортки, але значно менше ніж зерно. За змістом же водорозчинних вуглеводів вони перевершують зерно більш ніж в 3 рази. Визначено також, що у всіх фазах дозрівання стрижні містять значну кількість

вільних жирних кислот, при цьому кислотне число жиру становить для зерна і стрижня при молочної, воскової і повної фазах стиглості відповідно 43,92; 10,24; 8,94 і 120,7; 76,06; 47,12 мг КОН на 1 г. В даний час використання стрижнів кукурудзи при виробництві кормів йде, в основному, за двома напрямками: консервування цілих або подрібнених качанів, що включає кілька способів {висушування, силосування, хімічне консервування, вентильовання природно або штучно охолодженим повітрям і інші}, а також заготівля подрібненої зерно - стрижневий суміші (ЗСС) з попередньо обмолочених качанів. Експериментами встановлено, що продуктивна дія ЗСС знаходиться на рівні концентрованих кормів, приготування з висушеного зерна. Таким чином, аналіз виконаних досліджень за хімічним складом стрижнів і зіставлення його з іншими компонентами рослини кукурудзи дозволяє зробити висновок про доцільність використання стрижнів при виробництві кормів.

Ключові слова: стрижень, комбікорм, подрібнення, кукурудза, технологія.

Вступ. Підбір і введення в культуру нових високоврожайних кормових культур, які не поступаються традиційно оброблюваним, стають одними з головних перспективних напрямків розвитку галузі кормовиробництва. Для підвищення продуктивності тваринництва шляхом створення надійної кормової бази на принципі ресурсозберігаючої технології передбачається здійснення комплексу технологічних і організаційних заходів для збільшення виробництва грубих та соковитих кормів з метою поширення номенклатури кормів для тварин. В даний час в загальному обсязі зерна, що витрачається на кормові цілі, частка ячменю становить 29%, кукурудзи - 5, вівса - 3, зернобобових - 3, пшениці та інших - 60%. За науковими даними, оптимальним для раціону птиці слід вважати співвідношення: ячменю - 15%, кукурудзи - 35, вівса - 5, пшениці - 25, зернобобових - 16%. Суттєвим резервом економії зерна може стати максимальне збільшення в кормах незернової частини. Так, в країнах ЄС в комбікормах для тварин використовують до 16% відходів харчової промисловості, а частка зерна знижена до 35 - 38%. Успішне виконання цього завдання стає можливим, в основному, за рахунок розширення раціонального використання кукурудзи. Потенційні можливості цієї цінної культури яка переважно збирається на зелений силос, використовуються не повністю. Одним з напрямів рішення задачі є ширше і раціональніше застосувати для кормових потреб стрижнів кукурудзи, що становлять близько 20% частини її урожаю і володіють певною живильною цінністю, які при традиційних способах заготівки кормів практично не використовуються і прямують у відходи. Нетрадиційні компоненти використовуються у виробництві комбікорму як спосіб зменшення собівартості продукції при збереженні або поліпшенні економічних показників продуктивності птиці. Експерти відзначають, що застосування нетрадиційних кормів дозволяє замінити дорогі компоненти комбікорму більш дешевими, впровадити безвідходне виробництво на ряді підприємств харчової промисловості, а також задовольнити різко зростаючий попит на корми. Для приготування трав'яного борошна зазвичай використовують люцерну, конюшину, бобово-злакові суміші і деякі лугові трави та інші культури. Кропива є найбільш раннім вітамінним кормом. Найбільшою цінністю володіє кропива дводомна. До цвітіння і під час його

в кропиві міститься до 4% повноцінного протеїну, більше 50 мкг / г каротиноїдів, всі вітаміни групи В і вітамін Е. У ній в 3 рази більше марганцю і заліза і в 5 разів більше міді і цинку, ніж в люцерні. У промисловому використанні велике значення має використання сушеної кропиви. У борошні з кропиви більше 20% білка, близько 5% жиру, до 12% клітковини. В 1 г борошна міститься (мкг): каротиноїдів 150-250, вітаміну Е - 25, рибофлавіну - 12, аскорбінової кислоти - 1000, вітаміну К - 25. Доступність поживних речовин з кропив'яного борошна близька до цього показника зеленої трави. Склад стрижнів кукурудзи вказує, що по кормових одиниць (0,4 корм.од. в 1 кг) вони перевершують солому хорошої якості. Для більш повного порівняльного аналізу хімічного складу стрижнів, кукурудзи було встановлено, що в фазі повної стиглості стрижні містять крохмалю трохи більше, ніж обгортки, але значно менше ніж зерно. За змістом же водорозчинних вуглеводів вони перевершують зерно більш ніж в 3 рази. Визначено також, що у всіх фазах дозрівання стрижні містять значну кількість вільних жирних кислот, при цьому кислотне число жиру становить для зерна і стрижня при молочній, воскової і повної фазах стиглості відповідно 43,92; 10,24; 8,94 і 120,7; 76,06; 47,12 мг КОН на 1 г.

Мета досліджень. Обґрунтування раціонального використання та поширення кормової бази для відгодівлі тварин.

Аналіз досліджень та публікацій. Дослідженнями, виконаними за кордоном, встановлено, що при заготівлі кукурудзи на корм великій рогатій худобі найбільший вихід кормових одиниць з одиниці площі може бути отриманий при збиранні всієї біологічної маси кукурудзи в фазі воскової стиглості і при більш дрібному її подрібненні, ніж для звичайного силосування. В цьому випадку кукурудзу прибирають кормозбиральних комбайнів, оснащених рекаттером (для додаткового подрібнення маси і дроблення зерна кукурудзи при збиранні на силос). В даний час використання стрижнів кукурудзи при виробництві кормів йде, в основному, за двома напрямками: консервування цілих або подрібнених качанів, що включає кілька способів (висушування, силосування, хімічне консервування, вентилявання природно або штучно охолодженим повітрям і інші), а також заготівля подрібненої зерно - стрижневий суміші (ЗСС) з попередньо обмолочених качанів. Стрижень кукурудзяного качана є тілом яке складається, в основному, з 3-х частин: серцевини, стовбур, які розрізняються будовою за фізичними та механичними властивостями.



Рис. 1. Перетин стовбура кукурудзи.

Зовнішня частина стрижня покрита шаром лусочок, які являють собою гнізда для зерен кукурудзи, що нагадують соти. Пучки паренхіми, що одеревіла, утворюють два порожнистих циліндра вставлених один в одного і є основою стовбура стрижня,

його частина і стовбур складають близько 98 % від загальної маси стрижня качана. Серцевина стрижня, заповнена паренхімою і складає лише 2 % від його маси, є пористою та містить гігроскопічну речовину білого кольору. При змочуванні водою серцевина набухає і після висушування об'єм її збільшується в декілька разів, в порівнянні з первинним станом. Серцевина і лусочки стрижня володіють пружними властивостями. Пошуками встановлено, що під тиском 0,05 Мпа, паренхіма не набувала власну первинну форму, але при вологості 20 % серцевина розбухла і приймала колишні розміри. Лусочки стискаються при тиску 0,7 Мпа і вологості $W = 25$ % після зняття навантаження лусочки встановлюють власну форму, при $W = 18$ % велика їх частина втрачала свою пружність при $W = 9$ % вони ставали крихкими. Стебла кукурудзи у молодому віці - трав'янисті, соковиті, а до кінця вегетаційного періоду стають майже здревенілими.

Висота стебла складає 0,6...0,5 м з діаметром 2...7 см, а його висока міцність забезпечується механічним кільцем склеренхіми. Важливою характеристикою качанів є співвідношення зерна і стрижнів, оскільки унаслідок відмінності їх хімічного складу і фізичних властивостей, воно надає різний вплив на виникнення, характер і інтенсивність протікання складних біологічних, фізичних і хімічних процесів в насипах початків при зберіганні. Доведено, що питома маса стрижня коливається в межах 10,5...40,0 %, але частіше 14...28 % від загальної маси качана, а середній вихід стрижнів складає 25 %. За пошуковими даними наступне співвідношення всіх частин надземної маси кукурудзи: стебла - 26 %, листя - 30 %, стрижні - 10 %, зерно - 34 %. У карликових форм листя на 20 % більше, ніж у звичайних сортів кукурудзи. Аналіз хімічного складу рослини кукурудзи в цілому показує, що на ранніх фазах розвитку в ньому міститься значна кількість води (до 85 %), тому енергетична поживність такого корму низька, а протеїнова найбільша.

У сухій речовині кукурудзи до цвітіння міститься протеїну 9,4 % і у міру зростання рослини кількість сухої речовини зростає, але зміст протеїну знижується до 7,4 % у стадії повної стиглості. У кукурудзі містяться вуглеводи двох основних типів, структурні і не структурні, що включають крохмаль і цукор, які легко, перетравлюються і мають велике значення в живленні тварин. З розвитком рослини зміст не структурних вуглеводів зростає, а кількість структурних (клітковина) при цьому змінюється з 27,05 % під час цвітіння до 22,00 % у стадії повної стиглості, проте кількість лігніну, який додає структурну міцність рослинам шляхом утворення містків між тканинами целюлози і геміцелюлози, зростає з 2,18 % до 3,67%. Склад стрижнів кукурудзи по кормових одиницях (0,4 к.о. в 1 кг) перевершують солому хорошої якості. Для більш повного порівняльного аналізу хімічного складу стрижнів, кукурудзи встановлено, що в фазі повної стиглості стрижні містять крохмалю трохи більше, ніж обгортки, але значно менше ніж зерно. За змістом же водорозчинених вуглеводів вони перевершують зерно більш ніж в 3 рази. При заготівлі кукурудзяного зерно-стрижневої суміші з різним співвідношенням зерна і стержнів кукурудзу прибирають зернозбиральними комбайнами з обмолотом качанів вологістю 35 ... 40% в стадії воскової стиглості, після чого суміш подрібнюють на дробарках, а отриману масу силосують в наземних або сховищах. На відміну від технології силосування подрібнених качанів кукурудзи, при заготівлі зерно-стрижневої суміші разом з зерном,

використовують тільки частину стрижнів (приблизно 40 ... 80% .. від маси в качанах). Необхідний, рівень клітковини в консервованому кормі досягають регулюванням робочих органів комбайнів при збиранні або відсіювання великих частинок при згодовуванні.

Таблиця 1. **Хімічний склад окремих компонентів кукурудзи по фазах розвитку.**

Фаза вегетації	Вологість, %	Зміст				
		протеїн	білка	жиру	клітковини	Безазістих екстрактивних
1	2	3	4	5	6	7
Зерно						
Молочна	76,88	14,88	13,44	4,49	4,14	73,41
Молочно-воскова	58,54	11,38	11,13	5,24	3,55	77,42
Воскова	45,09	12,19	11,50	6,00	3,05	76,9
Повна	35,02	11,31	10,94	5,66	2,23	79,0
Стрижні						
Молочна	77,85	6,56	5,63	1,39	23,60	66,03
Молочно-воскова	67,98	4,00	3,50	0,70	28,15	65,15
Воскова	62,51	3,31	2,81	0,89	31,69	62,50
Повна	57,97	2,56	2,06	0,50	32,82	62,71
Обкладки початків						
Молочна	81,51	5,94	5,06	1,32	20,75	68,24
Молочно-воскова	81,45	4,94	2,75	1,38	30,41	56,16
Воскова	79,90	4,75	2,81	0,86	27,57	59,47
Повна	78,11	4,94	3,25	0,89	31,20	56,13
Листя						
Молочна	73,82	13,06	11,31	2,90	24,62	44,11
Молочно-воскова	73,34	11,56	10,94	3,26	22,85	45,36
Воскова	70,27	9,31	9,06	2,95	24,50	45,08
Повна	62,98	7,81	6,13	2,29	26,02	46,89

Для годування свиней цей рівень становить. 5 ... 7. %, А для великої рогатої худоби - 10 ... 12%. Живильні речовини, що містять ЗСС, консервують шляхом бактеріального гідролізу сахарози з перетворенням органічних кислот і цукру. Технологія заготівлі ЗСС з різним співвідношенням зерна і стрижнів отримала назву зерно-стрижневої суміші та за властивостями знаходиться на рівні концентрованих кормів. Важливою умовою отримання високоякісного корму є подрібнення ЗСС до певного гранулометричного складу.

Результати досліджень. Однією з основних фізико-механічних характеристик кормів, які повинні піддаватися подрібненню, є їх міцність, які впливають на процес подрібнення і впливають на вибір принципу дії подрібнюючого обладнання. Встановлено, що під час обробки матеріалу суттєвий вплив на подрібнення здійснює

вологість матеріалу.

Таблиця 2. Показники процесу подрібнення.

Вологість матеріалу, W%	Ступінь подрібнення, λ	Питома робота для подрібнення A, Дж/кг	Середній діаметр матеріалу після подрібнення, d, мм	Середній розмір шматків до подрібнення D, мм	Загальна потужність на процес подрібнення, N, кВт	Час обробки матеріалу, t, с
8	47,36	70,4	3,8	180	11,8	90
12	61,4	81,3	2,93	180	13,6	90
14	52,4	74,44	3,43	180	12,5	90
16	45,8	71,21	3,93	180	11,9	90

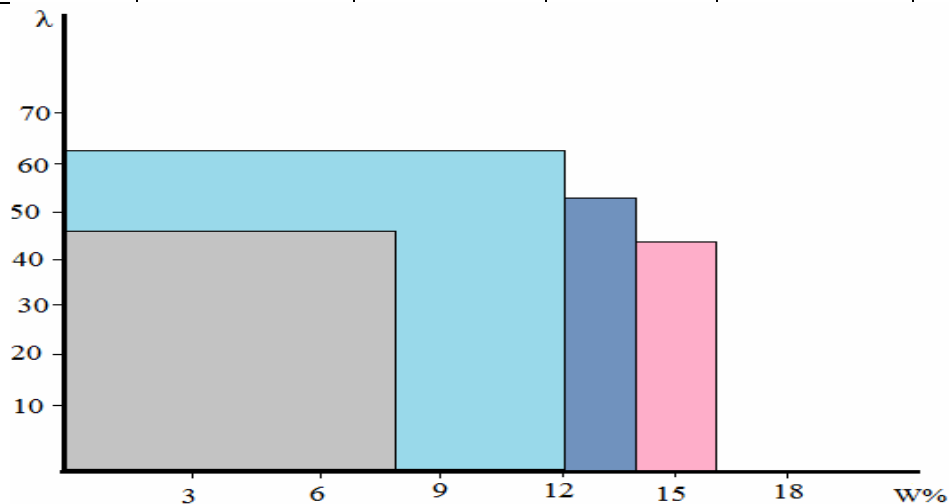


Рис. 2. Залежність ступеня подрібнення від вологості сировини.

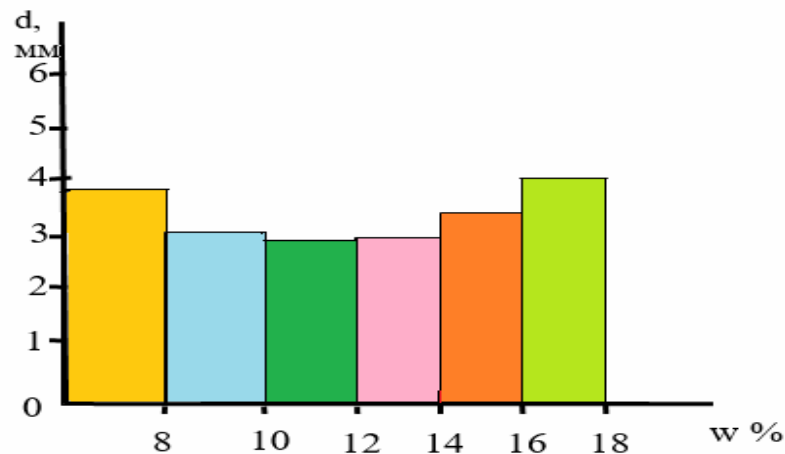


Рис. 3. Залежність середньозваженого діаметра подрібнених часток від вологості сировини.

Для оцінки подрібнення були обстежені зразки з різною вологістю. При цьому були проведені дослідження зміни діаметра подрібнених часток з різною вологістю. Встановлено що з підвищенням вологості стрижнів максимальне напруження зрізу знижується. Ступінь подрібнення оцінювали за показником середньо зваженого діаметра подрібнених часток, мм., так встановлено що при вологості від 10 до 16% досягається найбільш ефективна ступінь подрібнення, 3 - 4,00 мм., при змінних

показниках витрати енергії на подрібнення. Енергетичні витрати на питому роботу подрібнення визначали згідно вираження:

$$A = 3C_1 \lg \lambda + C_2 (\lambda - 1) \text{ Дж/кг} \quad (1)$$

де c_1 , c_2 - постійні коефіцієнти, визначувані досвідченим шляхом; λ - міра подрібнення.

Потужність для приведення в робочу дію подрібнювача оцінювали за вираженням:

$$N = Nd + Nn \quad (2)$$

де N -загальна потужність кВт; Nd - потужність що необхідна для подрібнення,кВт; Nn – потужність для подання сил опору в опорах вала, транспортування, та повітря, кВт.

Аналіз отриманих даних дозволяє обрати найбільш ефективні технологічні режими подрібнення ЗСС. З метою порівняльного аналізу типового складу комбікормів та поширеного за рахунок введення ЗСС було встановлено, що введення в склад комбікорму додаткового компонента на рівні 25% зменшує зернові витрати (пшениці фуражної, ячменю) шротів на фоні незмінної величини кормових одиниць. Враховуючи приведені дані та аналіз складу технологічних ліній, принцип дії і конструкції машин, що використовуються для подрібнення початків кукурудзи і зерно - стрижньової суміші, (які широко розповсюджені в умовах сучасного кормо виробництва) встановлено, що найбільш поширеними машинами, які забезпечують дану технологічну операцію, є різні за конструкціями дробарки, що відносяться до подрібнювачів, ударної дії, в яких подрібнення матеріалу відбувається за рахунок вільного або обмеженого удару і тертя робочими органами дробарок, які мають бути встановленні в складі самостійної лінії в технологічному процесі виготовлення комбікормів.

Таблиця 3. Рецепт комбікорму для корів серії К 60 на стійловий період (удій, кг 5000) без використання ЗСС (на 100 кг продукції).

№ п/п	Найменування компоненту	Умовних кормових одиниць	Зміст %	На 1 кормову одиницю потрібно корму, кг	Підсумковий показник витрат сировини, кг
1	Ячмень	1,21	30,0	0,82	24,6
2	Пшениця фуражна	1,18	20,0	0,84	16,8
3	Овес	1,0	10,0	1,00	10,0
4	Висівки пшеничні	0,79	5,3	1,26	6,67
5	Вапняне борошно	-	0,56	-	5,56
6	Шрот соєвий	1,2	5,44	0,83	4,51
7	Шрот соняшниковий	1,0	25,00	1,00	25,00
8	Монокальцій фосфат	-	1,76	-	1,76
9	Сіль кухарська	-	0,94	-	0,94
10	Премікс (П 60-5М)	-	1,00	-	1,00
11	всього	6,38	100	-	96,84

Таблиця 4. Рецепт комбікорму для корів серії К 60 на стійловий період (удій, кг 5000) з введенням ЗСС 25 %.

№ п/п	Найменування компоненту	Умовних кормових одиниць, К. О.	Зміст С, %	На 1 кормову одиницю потрібно корму, кг	Підсумковий показник витрат сировини Е, кг
1	ЗСС	0,4	25,0	2,5	62,5
2	Ячмень	1,21	20,0	0,82	16,4
3	Пшениця фуражна	1,18	15,0	0,84	12,6
4	Овес	1,0	10,0	1,00	10,0
5	Висівки пшеничні	0,79	5,3	1,26	6,67
6	Вапняне борошно	-	0,56		5,56
7	Шрот соевий	1,2	0,44	0,83	0,36
8	Шрот соняшниковий	1,0	20,00	1,00	20,00
9	Монокальцій фосфат	-	1,76		1,76
10	Сіль кухарська	-	0,94		0,94
11	Премікс (П 60-5М)	-	1,00		1,00
12	всього	6,78	100		137,79

Висновки. Аналіз виконаних досліджень дозволив зробити висновок про доцільність використання стрижнів кукурудзи які складають 25% від маси початка. Встановлено, що основною умовою для ефективного згодовування стрижнів тваринам є їх подрібнення до певного гранулометричного складу 2...4 мм, а при відгодівлі для ВРХ подрібнення стрижнів може бути рекомендовано в межах 5 мм, з змістом не менше 70 % фракції частинок розміром до 4 мм. Рекомендованою для оброки може бути вологість сировини на рівні 14%, що позитивно впливає на енергоспоживання з несуттєвим збільшенням потужності на процес але враховуючи ступень подрібнення є найбільш привабливим.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дударев І.І. Подрібнення стрижнів кукурудзяних початків / Дударев І.І. // Аграрний вісник Причорномор'я. Збірник наукових праць. Технічні науки.- 2.Одеса:2015 Вип. 78. - С . 164-169.
2. Дударев І.І. Кормова база та відгодівля тварин/ Дударев І.І. // Аграрний вісник Причорномор'я. Збірник наукових праць. Технічні науки.- Одеса: 2012 Вип. 63.
3. Брагінец С.В. Эффективный способ производства комбикорма с добавкой зеленой массы кормовых трав / С.В. Брагінец, А.С. Алфёров, О.Н. Бахчевников // Агротехника и энергообеспечение. 2015. №4(8). С. 32-39.
4. Стабилизация компонентов комбикормов[Электронный ресурс] / Режим доступа: <<http://worldgonesour.ru/kombikorma/2171-stabilizaciya-komponentov-kombikormov.html>>.

РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИЕ КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВ

Дударев І.І., Паскалов О.І., Пирожков В.А.

Ключевые слова: стержень, комбикорм, измельчение, кукуруза, технология.

Резюме

Оценка состава современных рецептов комбикормов свидетельствует, что

распространение компонентов может быть достигнуто благодаря наиболее полноценному использованию начал стержней кукурузных на основе соблюдения принципов ресурсосберегающей технологии, предусматривая дальнейшее измельчение для использования. Замена зерновых, часть которых в составе комбикормов представляет 70-80%, новыми или редко используемыми компонентами являются перспективной. В сухом веществе кукурузы к цветению содержится протеина 9,4%, и по мере роста растения количество сухого вещества растет, но содержание протеина снижается до 7,4 % в стадии полной спелости. В кукурузе содержатся углеводы двух основных типов, не структурные и структурные, что включают крахмал и сахар, которые легко, перевариваются и имеют большое значение в питании животных. Состав стержней кукурузы указывает, что по кормовым единицам (0,4 к.о. в 1 кг) они превосходят солому хорошего качества. Для более полного сравнительного анализа химического состава стержней, кукурузы было установлено, что в фазе полной спелости стержни содержат крахмала чуть больше, чем обертки, но гораздо меньше чем зерно. По содержанию же водорастворимых углеводов они превосходят зерно больше чем в 3 раза. Определенно также, что во всех фазах дозревания стержни содержат значительное количество свободных жирных кислот, при этом кислотное число жира представляет для зерна и стержня при молочной, восковой и полной фазах спелости соответственно 43,92; 10,24; 8,94 и 120,7; 76,06; 47,12 мг КОН на 1 г. В настоящее время использование стержней кукурузы при производстве кормов идет, в основном, по двум направлениям: консервирование целых или измельченных кочанов, которое включает несколько способов {высушивание, силосование, химическое консервирование, вентилирование естественно или искусственно охлажденным воздухом и другие), а также заготовка измельченной зерно - стержневой смеси (ЗСС) из предварительно обмолоченных кочанов Экспериментами установлено, что производительное действие ЗСС находится на уровне концентрированных кормов, приготовленных из высушенного зерна. Таким образом, анализ выполненных исследований за химическим составом стержней и сопоставления его с другими компонентами растения кукурузы позволяет сделать вывод о целесообразности использования стержней при производстве кормов.

RESOURCE-SAVING COMPONENTS FOR FOOD PRODUCTION

Dudarev I. I., Paskalov A.I., Pirozhkov V.A.

Key words: a core, mixed fodder, crushing, corn, technology.

Summary

Evaluation of the composition of modern recipes for mixed fodders indicates that the distribution of components can be achieved thanks to the most valuable use of cores on the basis of compliance with the principles of resource-saving technology, anticipating further grinding for use. The replacement of cereals, the share of which in the composition of mixed fodders makes 70-80%, the new or rarely used components are promising. In the dry matter of maize, before blossoming, the protein content is 9.4% and as the plant grows, the amount of dry matter increases, but the protein content decreases to 7.4% in the full ripeness stage. Corn contains two main types of carbohydrates, structural, including starch and sugar, which are easily digested and are of great importance in

animal nutrition. The composition of corn cores indicates that, by fodder units (0.4 KA in 1 kg), they exceed the good quality straw. For a more complete comparative analysis of the chemical composition of cores, maize, it was found that in the phase of complete ripeness the rods contain starch slightly larger than the wrappers, but much less than the grain. On the content of water-soluble carbohydrates, they exceed the grain more than 3 times. It is also determined that in all phases of maturation the rods contain a significant amount of free fatty acids, while the acidic fat number for the grain and stem for the milk, wax and full phases of ripeness, respectively, 43.92; 10.24; 8.94 and 120.7; 76.06; 47.12 mg of KOH for 1 g. Currently, the use of maize cores in the production of feed is mainly in two ways: preserving whole or chopped cobs, including several methods {drying, silage, chemical preservation, natural ventilation or artificially cooled air and others}, as well as harvesting the crushed grain-rod mixture (ASC) from pre-ground cobs. Experiments have established that the productive effect of ISS is at the level of concentrated feed, cooking from dried grain. Thus, the analysis of the performed studies on the chemical composition of the rods and its comparison with other components of the maize plant allows us to conclude that it is expedient to use rods in the production of feed.

УДК 666.973.6

THE STUDY OF THE HEAT INTO NON-HEATED CULTIVATIVE CONSTRUCTIONS OF THE CLOSED SOIL

E.B.Martynova, A.O.Studzinsky
Odesa State Agrarian University

The issue of using thermos greenhouses as unheated cultivation facilities for growing leaf crops year-round with minimal costs to maintain the required microclimate is considered. The main advantages and disadvantages of the construction and operation of different types of pit greenhouses are analyzed using the example of greenhouse thermoses. The design diagram of the heat balance of an unheated structure is given, the main types of supply and heat costs are considered. The total solar heat flux, which penetrates to the working surface (floor) of the greenhouse through a translucent fence, is calculated, and the obtained value is compared with the average heat loss in the cold period of the year from one square meter of the greenhouse working surface. The process of receipt of biological heat to heat the soil (or zone of the root system) is considered. Presents data on the temperature values of organic substances and the timing of the support of this temperature, when we using substances to produce biological heat. Analyzed the process of condensation of moisture on the coating, the effect of excess moisture on the condition of plants and made recommendations to eliminate the excess moisture in the air of the greenhouse.

Key words: greenhouse-thermos, closed ground, lightness, convective heat, radiant flux, aeration, heat balance, biological heat, condensation.

Introduction. In the future, the problem of providing vegetables and leaf crops to the population in winter may be solved by exporting them from foreign countries. But this increases the cost of production, in addition, in some cases, the quality of such products

may be conscientious. Significant costs of products occur in the process of transportation of goods over long distances, which leads to a rise in price when the goods reach the buyer. This indicates the need for the development of the domestic greenhouse economy. If calculations proceed from monthly norms of green vegetables per person and average yields of 1 m² greenhouses, we can calculate the required area of winter greenhouses for any economy that serves a particular city or area. It is considered expedient to use large greenhouse combines of the following structure: winter greenhouses - 17%, winter seedlings - 10% of the total area of all greenhouses, spring greenhouses - 73%. Moreover, the definition of optimal capacities and their rational placement is of great importance. But for small farms the commissioning and maintenance of the greenhouse is a challenge to be overcome, therefore, it becomes a question to develop such conditions of exploitation and maintenance of small greenhouses with minimum expenses in order to obtain maximum income with a minimum cost of production. In addition, the location of such small greenhouse farms does not require large areas, they can be located not far from settlements and cities, which, in turn, reduces the cost of delivering goods to consumers. When transporting crop production, its quality is influenced by delivery terms and terms of stay on the road. The analysis of the actual cost of growing vegetables and leaf crops shows that in December, January and February, the production cost increases dramatically due to the high costs of heating and low crop yields during this period of the year. Comparison with the estimated cost confirms the need to grow in the winter only green crops that are less demanding for light and heat and have a short vegetative period.

The problem. For good human health, green leafy vegetables that are rich in essential and potent nutrients are critical and are an important part of a healthy diet rich in vitamins, minerals and fiber, but have a low calorie content. A diet rich in dark green leafy vegetables can bring total benefits to the body, including reducing the risk of obesity, cardiovascular disease, high blood pressure and mental illness. One of the ways of even supplying fresh vegetables to the population throughout the year is the development of closed soil, which gives the opportunity to get a crop regardless of weather. But possibilities of vegetable cultivation of the closed ground are limited by insufficient natural illumination in the autumn-winter period and high cost of heating in winter. It is determined that the share of heating costs is 40 ... 50% of the total cost of production. Therefore, it is necessary to pay attention to the growing of leaf crops in non-heating cultivating structures, which will significantly reduce the cost of the resulting products. The simplest construction of protected soil is the greenhouse, which receives both solar heat and heat from the transfer of manure. From the top of the manure there is a small layer of soil. The advantage of such structures is the low cost of fencing structures. As a rule, their height does not exceed one meter, and they are covered with wooden panels with glass filling. The designs of the greenhouses, taking into account their height and the presence of doors, allow the care of crops more convenient, in addition, the coating is made of polyethylene or polycarbonate.

The purpose of research. The purpose of the following research was to study the requirements for creating the necessary microclimate in growing leaf crops in non-heated cultivating structures of closed soil. In the course of the research, the types of heat entering the protected soil were analyzed. The analysis of influence of sunlight (insolation) on temperature change in the greenhouse, taking into account the correct location of the

external fence relative to the sides of the world, was carried out. The objective is to determine the main objectives of the study: - study of the processes of receiving heat from the insolation and biological heat for heating the soil (or zone of the root system) in the structures of protected soil; - studying the conditions for calculating the flow of heat into a non-heating plant.

The results of the research. An analysis of existing non-heated greenhouses has led to the conclusion that the most economical in operation are underground greenhouses-thermoses [2]. Such a greenhouse can be used all year round. However, it is believed that the main negative side in the construction of such a greenhouse is digging the pit, because this process is quite labor-intensive and requires additional costs. When calculating the cost of a greenhouse-thermos building, the cost of digging the pile is overwhelmed by savings on building materials when erecting walls. As a material for a wall of such a greenhouse, you can use shells, bricks and wood, which was in use. It is not necessary to decorate such walls. That is, the economic benefits of the construction of such a greenhouse-thermos are obvious, regardless of the cost of the cover sheet for the roof. As a cover sheet, you can use a film, glass or cellular polycarbonate in a thickness of 6 mm.



a) the deepened pitting tunnel greenhouse



b) an underground pit of two-leaf greenhouse



c) the arched or tunnel greenhouse-thermos



d) a single-deck greenhouse-thermos

Fig. 1. Varieties of greenhouse-thermoses.

Pit greenhouses, depending on the depth of immersion in the soil and the height of the walls are divided into underground and deepened. For underground greenhouses, the outside only finds coverage, but there are problems with lighting. When deepened hothouses to a depth of 50 to 80 cm cover and part of the walls is found above the ground. The height of the above-ground part of the walls is taken at a minimum of 110 cm, but due to the aboveground wall, the heat is consumed extra. It is recommended for areas with even relief horizontal greenhouses, that is, greenhouses in which the opposite walls of the same height. At different heights of opposite walls, oblique models are used, they are

mainly used on slopes. The main condition of such a greenhouse is the choice of the sunshine and the optimal angle of the roof. The question of the orientation of greenhouses relative to the world's sides is solved depending on the location of the greenhouse, there is a zone, where there is practically no direct solar radiation in the winter, and the zone where the radiation is sufficiently abundant. In the summer, overheating of greenhouses takes place in the southern regions, therefore, their proper orientation is important to reduce overheating. It is determined that for the orientation of the grasshopper greenhouses should take into account assortment and methods of growing plants during the critical period. At low solstice (in the morning and at the end of the day), in order to improve the spacing between the rows, the rows of plants should be placed from east to west. In addition, to create a uniform illumination of all neighborhoods of greenhouses should anticipate the deviation of the axis of the greenhouse at $5 \dots 22^\circ$. In suburban areas, the arrival of solar radiation in cultivating facilities is $7 \dots 12\%$ more than 12 hours a day (after astronomical time) than after 12 hours - this is due to a decrease in the transparency of the atmosphere after $10 \dots 11$ o'clock in the morning. According to the Danish and British experts, increasing the greenhouse's 1% education gives 1% of the increase in the yield. To provide better airflow, greenhouses with a height of 2.5 m or 3 m, but not higher, are taken in order to provide better airflow, as increasing the height leads to an increase in wind load, heat and blow ups. The basis of the climate research of the greenhouse was laid the method of thermal balance, which allows to consider the construction as a single energy unit in the study of the relationship of all flows of heat and mass in the building with the help of a system of balance equations [5]. The method of thermal balance allows to determine the thermal properties of the structure. When calculating the thermal balance of a non-heating greenhouse, the following components are taken into account: radiant fluxes emitted by the soil and the external surface of the enclosure; radiant flux, which is perceived by the inner surface of the fence; convective heat supplied by the soil and the external surface of the fence; the heat that is spent on the evaporation of moisture from the soil, and the heat that is released when condensing on the inner surface of the enclosure. An analysis of air temperature changes was carried out in height, width and length of the greenhouse, as well as on the soil surface. The location of the aeration tanks in the lower part of the enclosure, directly near the ground, with a small width of the greenhouse negatively affects the plants due to the sharp cold air that intrudes. It can not be considered rational location of tidal air vents directly in the working area of the building, so this question is still in the study stage [3, 4].

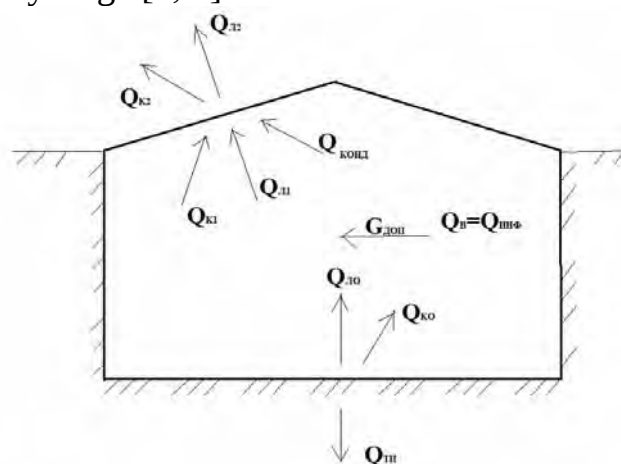


Fig. 2. Calculation scheme of thermal balance of non-heating plant.

Q_{J10} , Q_{J11} , Q_{J12} - radiant heat flux according to the soil, to the rock, from the slope, J/h.; Q_{K0} , Q_{K1} , Q_{K2} - heat transfer by convection from ground to rock, from rock, J/h.; $Q_{KОНД}$ - heat release during condensation of steam on a ramp, J/h.; $Q_{ТП}$ - heat loss through soil, J/h.; $G_{ДЮП}$ - additional humidification of internal air, kg/h.

One of the main tasks of the study was to study the processes of heat flow from insolation. A calculation was made of the amount of solar energy that penetrates the greenhouse through the roof of the greenhouse-thermos. Determine the total solar flux of the $\Phi_{П}$ that penetrates the working surface of the hangar greenhouse at 13⁰⁰ hours in December. The greenhouse is located at latitude $\varphi \approx 47^\circ$ (north of the Odessa region).

Output data:

- 1) the area of the greenhouse $S_{П} = 100 \text{ m}^2$ (width 5 m, length 200 m);
- 2) angles of slope $\alpha_1 = \alpha_2 = 30^\circ$;
- 3) orientation - a grasshopper in the E-W (latitudinal);
- 4) the design of the greenhouse - a metal frame, glazing in a span with a step of 610 mm.

Glass pollution is insignificant $\tau_3 = 0,9$.

The total solar radiation for the north of the Odessa region in December is $Q_C = 207 \text{ W/m}^2$; - height of the sun on December 22 $h_\theta = 66,5^\circ$; - azimuth of the sun at noon $a_\theta = 0^\circ$, thus $h'_\theta = h_\theta = 66,5^\circ$. According to the graphs [1, p.124] we find the coefficient of use of beam streams $U^H = 1$ (at $h'_\theta > \alpha$).

According to the graphs [1, p.120] we find the angle of incidence of direct sunlight for December $i_1 = 2^\circ$ and $i_2 = 65^\circ$. We accept the value of the coefficient $\tau_K = 0,9$.

Based on the design of the frame of the greenhouse, we determine the following dimensions of the structural elements of the enclosure: $h' = h'' = 0.036 \text{ m}$; $l' = 0.61 \text{ m}$; $l'' = 1.7 \text{ m}$; $b' = b'' = 0.036 \text{ m}$.

From the orientation of the greenhouse $A = 0$.

According to the schedule [1, p.122] we find at $\tau_3 = 0,9$: $(\tau_C)_1 = 0,80$ and $(\tau_C)_2 = 0,60$. The transmission coefficient of direct solar radiation by the greenhouse enclosures τ_i is calculated according to the formula, which takes into account the relaxation of the light flux by the binding of the cell with a transparent translucent fence material under different conditions of its contamination:

$$\tau_i = \left(1 - \frac{2b' + h' \cdot \text{tgi} \cdot \sin A}{l'} \right) \left(1 - \frac{2b'' + h'' \cdot \text{tgi} \cdot \cos A}{l''} \right) \cdot \tau_c \cdot \tau_3, \quad (1)$$

where b' , h' , l' , b'' , h'' , l'' - the dimensions of the structural elements of the enclosure are given, m [1, p.118];

A - azimuth of the binding of the cell (the angle between the longitudinal axis of the cell and the direction of the solar beam a_θ); τ_C , τ_3 - components of the total transmittance, which characterize the transmission of translucent material (index "C") and the layer of pollution on it (index "3").

The dimensions of the structural elements of the cells are determined by the design of the frame of the greenhouse. Characteristic cells of glazed greenhouses are made of metal and have dimensions of 610x1700 mm (for film greenhouses, the dimensions are 1500x1500 mm and executed from wooden bars of a cross section 40x70 mm). Then, according to formula (1), determine the transmission coefficient of direct solar radiation by the cells of the greenhouse enclosure:

$$(\tau_i)_1 = \left(1 - \frac{2 \cdot 0.036 + 0.036 \cdot \operatorname{tg} 2^\circ \cdot \sin 0^\circ}{0.61}\right) \left(1 - \frac{2 \cdot 0.036 + 0.036 \cdot \operatorname{tg} 2^\circ \cdot \cos 0^\circ}{1.7}\right) \times \\ \times 0.80 \cdot 0.90 = 0.608$$

$$(\tau_i)_2 = \left(1 - \frac{2 \cdot 0.036 + 0.036 \cdot \operatorname{tg} 65^\circ \cdot \sin 0^\circ}{0.61}\right) \left(1 - \frac{2 \cdot 0.036 + 0.036 \cdot \operatorname{tg} 65^\circ \cdot \cos 0^\circ}{1.7}\right) \times \\ \times 0.60 \cdot 0.90 = 0.434$$

The irradiation factor of the working surface by direct radiation is determined by the formula:

$$K_{\Pi}^{\ominus} = \tau_i \cdot \tau_k \cdot m \cdot U^{\ominus} \cos i, \quad (2)$$

where τ_i - coefficient of transmission of direct solar radiation by separate cells of greenhouse enclosure for a given angle i falling of sun rays to the surface of the fence; i - the angle of incidence of direct sunlight on the surface of translucent fencing, which is calculated from the normal to the fence, grad.; τ_k - coefficient, which takes into account shading from the structure of the structure (without taking into account the design of the frames); m - coefficient characterizing the relation between the surface of the fence and the working surface in the characteristic section of the greenhouse (Fig. 3); $U^{\ominus}$ - the coefficient of use of radiation streams.

$$m = \frac{S_0}{S_n} = \frac{1}{2 \cdot \cos \alpha}, \quad (3)$$

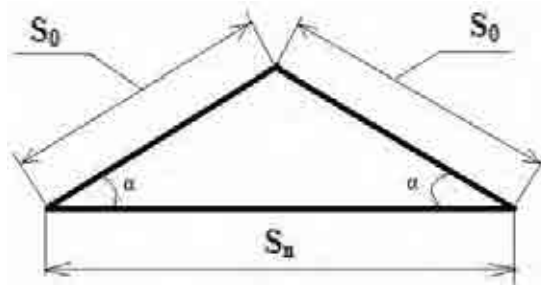


Fig. 3. Definition of the coefficient m .

We calculate the coefficient m , which characterizes the relation between the surface of the fence and the working surface in the characteristic section of the greenhouse:

$$m = \frac{1}{2 \cdot \cos 30^\circ} = \frac{1}{2 \cdot 0.865} = 0.578$$

By formula (2) we determine the irradiation factor of the working surface by direct radiation $K_{\Pi}^{\ominus}$:

$$K_{\Pi}^{\ominus} = (0.608 \cdot \cos 2^\circ + 0.434 \cdot \cos 65^\circ) \cdot 0.9 \cdot 0.578 = 0.412$$

To determine the irradiation factor for scattered irradiation in rice. 4 and by the formula (1) at $A = 45^\circ$ we find:

- for $i = 20^\circ$; $\tau_c = 0.80$; $\tau_{20^\circ} = 0.593$;
- for $i = 45^\circ$; $\tau_c = 0.75$; $\tau_{20^\circ} = 0.535$;
- for $i = 70^\circ$; $\tau_c = 0.51$; $\tau_{20^\circ} = 0.322$.

The coefficient is defined as the average of the coefficients τ_i at $i = 20, 45$ and 70° for $A = 45^\circ$:

$$\tau_d = \frac{1}{3}(\tau_{20^\circ} + \tau_{45^\circ} + \tau_{70^\circ}), \quad (4)$$

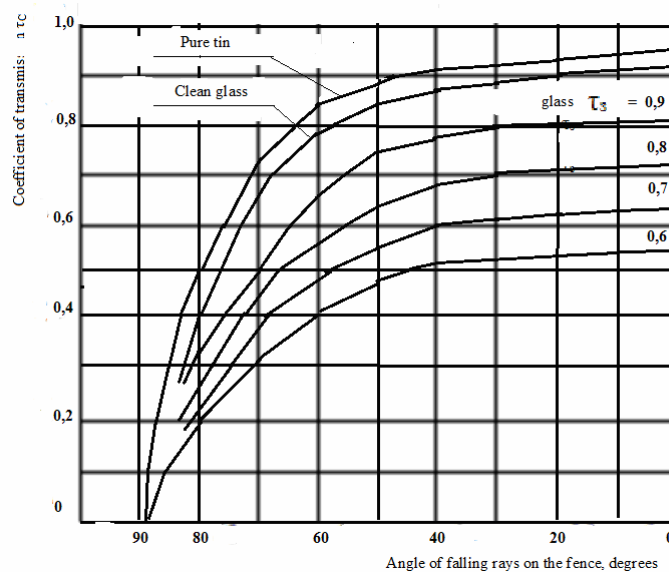


Fig. 4. Pass-through coefficient of translucent material τ_c .

By formula (4) we determine the total transmittance of scattered rays (diffuse radiation) by separate cells of the greenhouse enclosure:

$$\tau_d = \frac{1}{3}(0.593 + 0.535 + 0.322) = 0.483$$

For new greenhouse designs, the coefficient K_{Π}^H is calculated according to the formula:

$$K_{\Pi}^H = \tau_d \cdot \tau_K \cdot U^H, \quad (5)$$

where τ_d - the total transmission factor of diffused rays (diffuse radiation) by separate cells of the greenhouse enclosure; U^H - coefficient, taking into account the mutual shading of slopes (for block greenhouses is taken equal to 0,95, for individually located is equal to 1).

By formula (5) we determine the irradiation factor with diffused irradiation K_{Π}^H :

$$K_{\Pi}^H = 0.483 \cdot 0.9 \cdot 1$$

By nomograms [1, p.129] we define: $\sinh_{\theta}^{cp} = 0.65$ and $N = 2,8$.

Based on the found coefficients K_{Π}^{θ} and K_{Π}^H determine the required total irradiation coefficient of the working surface $K_{\Pi} = 0.70$. The total flux of solar radiation penetrating the working surface (floor) of the greenhouse through the translucent fencing Φ_{Π} , W, is determined by the formula:

$$\Phi_{\Pi} = Q_C \cdot K_{\Pi} \cdot S_{\Pi}, \quad (6)$$

where Q_C - total solar radiation flux on the horizontal surface of the greenhouse, W/m^2 ; K_{Π} - coefficient of irradiation of the working surface (floor) of the greenhouse by the total heat flux of solar radiation; S_{Π} - floor area, m^2 .

The coefficient of irradiation of the working surface of the greenhouse K_{Π} is determined by the irradiation coefficient of the working surface of direct radiation K_{Π}^{θ} and the irradiation factor with diffused radiation K_{Π}^H . By formula (6) we find the total flow of solar radiation that penetrates to the working surface (floor) of the greenhouse through a transparent window fence:

$$\Phi_{\Pi} = 565 \cdot 0,70 \cdot 100 = 395500 \text{ W} = 396 \text{ kW}.$$

Average heat losses during the cold period of the year from one square meter of working surface area of the greenhouse are 200 W/m^2 . According to the calculations, the amount of heat from the total solar radiation flux is 396 W/m^2 . That is, on sunny days, the amount of heat generated by solar radiation by the working surface of the greenhouse thermos exceeds the heat loss from the same surface. Consider the process of heat loss through the soil after calculating the heat balance equations. Specified heat loss through the soil Q_{TH} , J is determined by the formula:

$$Q_{\text{TH}} = \frac{t_{\text{о6}} - t_{\text{H}}}{R_0^{\text{CP}}}, \quad (7)$$

where $t_{\text{о6}}$ - the total temperature of the internal air, which takes into account the heat transfer conditions in the greenhouse, °C; t_{H} - temperature of external air, °C;

R_0^{CP} - resistance to heat transfer through the soil, which is determined by the formula:

$$R_0^{\text{CP}} = \frac{\pi \cdot l}{2\lambda \cdot n \cdot \ln \frac{\alpha_{\text{о6}} \cdot l}{\lambda \cdot n}}, \quad (8)$$

Formula (8) is used for hothouses, where the length is considerably greater than width, and for greenhouses of a large area ($F > 16 \text{ m}^2$). The heating of greenhouses with the help of solar energy is best combined with the heating of biological. This will significantly reduce the cost of heating greenhouses and improve the conditions for growing plants. To create optimal conditions for growing different crops in greenhouses use three main methods of heating the soil and heating greenhouses: natural, technical and biological. It is believed that the optimum daytime temperature is $16 \dots 25^\circ\text{C}$, and the night can decrease by $4 \dots 8^\circ\text{C}$. Consider the flow of biological heat for the heating of the soil (or root zone system). Increasingly, generating biofuels based on manure or straw is used to create warm rundles on warming mixtures. Often, as biofuels for greenhouses, manure is used for domestic animals, wood fillet, straw, leaves, plant residues, household garbage of organic origin. After use, biofuels are used as fertilizers. That is, using biofuels can significantly improve the efficiency of greenhouses and improve the environment of the surrounding space. The heating process begins from the moment of decay and decomposition of organic substances, during which heat is released, and the air is saturated with carbon dioxide, which is necessary for plants to ensure normal livelihoods. The mass of biofuels depends on the amount of heat released: the more manure layer, the higher the temperature. The classic version of the substrate can provide a temperature level of up to $65 \dots 75^\circ\text{C}$. Isolation of heat occurs due to chemical processes of decay. The manure of different origin allocates heat in different amounts. Table 1 presents the data on the temperature values of organic substances and the timing of maintaining this temperature when using substances for the production of biological heat.

Table 1. The temperature of heating of organic substances during decomposition and terms of maintaining temperature

Name of raw material (source)	Heating temperature during the decomposition of organic matter deg.	Term of temperature support
Horse manure	33...38	up to 90 days
Cow's waste	12...20	100 days
Pork manure	14...16	up to 70 days
Crumbled bark	20...25	4 months

Sawdust	up to 20	up to two weeks
Straw of winter wheat	40...45	short-term effect

To accelerate the processes of heat release, in the waste poured hot water or quicklime. An important condition for the success of heating in this way is the presence of nitrogen fertilizers in the ground, good aeration and a normal level of humidity in the greenhouse. The method of preparing biofuel for placement in the greenhouse is simple enough: one week before laying a lot of garbage, straw or manure should be loosened loosely. In the greenhouse, on the beds, remove the top layer of soil and deposit biofuel with a layer of thickness of 15 cm. Then it is level with rake, watered with hot water or liquid manure to restore the process of decay. Biofuels will begin to heat in three to four days. Then they fall asleep with a layer of fertile land on which the beds are broken. Particular attention should be paid to the process of condensation of moisture on the coating. To grow healthy crops and get a good harvest, it is necessary to fight with condensation, which creates an excellent environment for the development of bacteria and fungi. In a non-heated greenhouse with closed ventilation, a decrease in moisture can only be achieved by condensing the residual moisture on the roof of the greenhouse. In this case, the temperature of the coating should be below the dew point, then when moisture is condensed enough heat is released. In order to prevent the re-evaporation of this moisture, it should be anticipated that it should be taken out of the greenhouse, there are the ventilation openings - fragmentation. However, during the winter period, it is necessary to be very careful, as there is a replacement of warm air inside the greenhouse on the cold air from the outside. The main cause of condensation formation is improper ventilation or its absence. Open the greenhouse in the morning until it has heated up under the influence of sun rays. The difference in temperature inside and outside will not be very high, then the moisture remains outside. Watering the plants should be done in the morning with warm water to evaporate the moisture remains throughout the day. To reduce the humidity at constant temperature in the greenhouse and the temperature difference at 20°C it is necessary to replace 40% of the air without taking into account the evaporation of moisture inside the greenhouse, for this the frauds are opened for 2 ... 3%. It is estimated that when the relative humidity in the greenhouse is 90% and the temperature is 20°C, then when the temperature decreases at 2°C, the moisture falls very abundantly.

Conclusions. A calculation scheme of the heat balance of a non-heating plant for analysis of the main types of heat supply is prepared. The calculation of the total solar radiation flowing to the working surface (floor) of the greenhouse through the transparent translucent enclosure in December showed that during the sunny days of the cold period of the year, the amount of heat generated by solar radiation by the working surface of the greenhouse thermos exceeds the heat loss from this the same surface. The process of receiving biological heat for soil heating (or zone of root system) is analyzed. On the basis of the analysis of the effect of moisture residues in the air in the greenhouses on the formation of condensate the recommendations are for the formation of favorable thermal characteristics.

REFERENCES

1. The manual for heat engineering calculations of cultivation facilities – Orel : Giproniselprom, 1982. - 177 p.

2. We build an underground greenhouse-thermos for all-year-round gardening : [electronic resource], 2018. - 1 file. - <http://101dizain.ru/idea/podzemnaya-teplica-termos.html> - Title from the screen.
3. Modern greenhouses and hotbeds : a textbook / V. I. Nazarova. - M. : RIPOL Classic, 2011. - 320 p.
4. Greenhouses, film shelters / I. A. Skrypnyk. - M. : LLC Agency Multipress, 2012. - 288 p.
5. Manual on the design of greenhouses (to CRR 2.10.04-85) - M. : Building publishing house, 1988. - 268 p.
6. NTD 10-95. Norms of technological design of greenhouses and greenhouse plants for growing vegetables and seedlings; enter 07/01/1996; M. : Standards Publishing House, intr. 1996. - 96 p. - (System of standards on information, librarianship and publishing).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОСТУПЛЕНИЯ ТЕПЛА В НЕОТАПЛИВАЕМЫЕ КУЛЬТИВАЦИОННЫЕ СООРУЖЕНИЯ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА

Мартынова Е.Б., Студзинский А.О.

Ключевые слова: теплица-термос, закрытый грунт, освещённость, конвективное тепло, лучистый поток, аэрация, тепловой баланс, биологическое тепло, конденсация.

Резюме

Рассмотрен вопрос использования теплиц-термосов в качестве неотапливаемых культивационных сооружений для выращивания листовых культур круглогодично с минимальными затратами на поддержание требуемого микроклимата. Проанализированы основные преимущества и недостатки строительства и эксплуатации разных видов ямных теплиц на примере теплиц-термосов. Приведена расчётная схема теплового баланса неотапливаемого сооружения, рассмотрены основные виды поставки и затрат тепла. Проведён расчёт суммарного потока солнечного тепла, которое проникает к рабочей поверхности (полу) теплицы через светопрозрачное ограждение, и сравнение полученной величины со средними теплопотерями в холодный период года с одного квадратного метра площади рабочей поверхности теплицы. Рассмотрен процесс поступления биологического тепла для подогрева грунта (или зоны корневой системы). Представлены данные по температурным значениям органических веществ и сроки поддержки данной температуры при использовании веществ для получения биологического тепла. Проанализирован процесс конденсации влаги на покрытии, влияние излишков влаги на состояние растений и даны рекомендации по устранению излишков влаги в воздухе теплицы.

THE STUDY OF THE HEAT INTO NON-HEATED CULTIVATIVE CONSTRUCTIONS OF THE CLOSED SOIL

Martynova E.B., Studzinsky A.O.

Key words: greenhouse-thermos, closed ground, lightness, convective heat, radiant flux, aeration, heat balance, biological heat, condensation.

Summary

The issue of using thermos greenhouses as unheated cultivation facilities for growing leaf crops year-round with minimal costs to maintain the required microclimate is

considered. The main advantages and disadvantages of the construction and operation of different types of pit greenhouses are analyzed using the example of greenhouse thermoses. The design diagram of the heat balance of an unheated structure is given, the main types of supply and heat costs are considered. The total solar heat flux, which penetrates to the working surface (floor) of the greenhouse through a translucent fence, is calculated, and the obtained value is compared with the average heat loss in the cold period of the year from one square meter of the greenhouse working surface. The process of receipt of biological heat to heat the soil (or zone of the root system) is considered. Presents data on the temperature values of organic substances and the timing of the support of this temperature, when we using substances to produce biological heat. Analyzed the process of condensation of moisture on the coating, the effect of excess moisture on the condition of plants and made recommendations to eliminate the excess moisture in the air of the greenhouse.

УДК 629.144.2.004.5

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ІХ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ

Д. П. Домущі, В.О. Захаренко

Одеський державний аграрний університет,

А. П. Ліпін, канд. техн. наук

Одеська національна академія харчових технологій

Робоча гіпотеза дослідження полягала в тому, що розробка й застосування системи технічного сервісу для підвищення надійності зернозбиральних комбайнів технологічних комплексів забезпечує зменшення непродуктивних простоїв машин по технічним, технологічним і організаційним причинам, підвищення змінної продуктивності збиральної техніки й зниження витрат на експлуатацію технічних засобів. Тому вдосконалювання технічного сервісу комбайнів технологічних комплексів з урахуванням зональних умов і оцінка ефективності їхньої роботи є актуальним науковим і практичним завданням. Метою експериментальних і теоретичних досліджень було визначення кількості відмов комбайнів по агрегатах і вузлах із заміною деталей(запасних частин), що відмовили для обґрунтування необхідної їхньої номенклатури й кількості, що забезпечить роботу зернозбиральних комбайнів на агротехнічне обґрунтований термін збирання. Для визначення показників надійності комбайнів проводилися хронометражні спостереження. У результаті статистичної обробки даних цих спостережень розраховувалися і будувалися розподіли наробітку на відмову і часу відновлення працездатного стану комбайнів з технологічних і технічних причинах із заміною запасної частини. Розроблені рекомендації з резервування запасних частин на різних рівнях зберігання дозволять зменшити витрати на їхнє зберігання і скоротити середній час відновлення працездатності комбайнів.

Ключові слова: зернозбиральний комбайн, технологічний комплекс, зернові культури, дослідження, ймовірний стан, працездатність, запасні частини, відмова, відновлення працездатності, рівень резервування.

Вступ. Чисельність парку зернозбиральних комбайнів(ЗК) (основної машини

зерновиробництва) в порівнянні з 90-ми роками ХХ-го століття, зменшився майже вдвічі і становить близько 50 тисяч зернозбиральних комбайнів. Це спричинило збільшення сезонного навантаження на один комбайн до 200га хлібостою або 700-800 тон зерна. Для порівняння слід відмітити, що в США навантаження на один комбайн відповідно складає 147 га і 585 тон. Така ситуація створила дилемну проблему: збільшити чисельність комбайнів з продуктивністю, аналогічною комбайнам і наявного парку, або формувати новий парк машин (комбайнів) на базі комбайнів значно вищою продуктивності. Аналіз якісного та кількісного складу нинішнього парку ЗК свідчить, що в кількісному вимірі, він фактично сформований у кінці 90-х років ХХ-го століття. Його основу складають комбайни серії СК-5 „Нива”(біля 57 %) та „Дон-1500” (14%), які виготовленні і поставлені з Росії. Комбайни вітчизняного виробництва (типу „Славутич”, Дон-Лан „Акрос” („Вектор”) та інші) становлять до 8%, комбайни сімейства „Снісей” – до 3 %, імпорتنі комбайни: фірми „Claas”- біля 6%, „John Deere”- більше 4%, „Massey Ferguson”- більше 2 %, „Nev Holland”, „Samproi”, „Case IH” - кожної фірми трохи більше 1% та інші моделі комбайнів, частка кожної з яких становить менше 1% [1].

Проблема. У цей час на полях області працює велика кількість зернозбиральних комбайнів різного виробництва, серед них більшу частину займають комбайни сімейства „ДОН”- «Дон-1500», «Дон-1500Б», Дон-Лан „Акрос” („Вектор”). Складність конструкції ЗК, сімейства „ДОН” напруженість і короткочасність їхньої роботи вимагає вживання ефективних заходів для забезпечення їхньої максимальної безвідмовності, вишукування основних шляхів підвищення ефективності технічного обслуговування й ремонту. Нинішня ситуація у зерновиробництві обумовлює гостру потребу ефективного використання наявного парку зернозбиральних комбайнів усіх сільськогосподарських товаровиробників [2,3]. Часткове вирішення даної проблеми можливо шляхом: 1)Дослідження забезпечення технічного рівня та ефективності використання зернозбиральних комбайнів. 2)Визначення показників надійності зернозбиральних комбайнів і найбільш імовірних причин простоїв машин по технічним причинам у різних виробничих умовах. 3)Виявлення номенклатури й кількості запасних деталей, необхідних на усунення відмов зернозбиральних комбайнів. 4)Статистична обробка отриманих даних. 5)Розробка та впровадження наукових методів контролю та оцінки економічності експлуатаційного використання зернозбиральних комбайнів при виконанні технологічного процесу (обмолоті хлібів).

Аналіз останніх досліджень та публікацій. З питань, що стосується конструктивних особливостей комбайнів «Дон», прийомів роботи, регулювання й обслуговування, оцінки економічної ефективності роботи й деяким іншим за останні роки з'явилося багато публікацій [3,4,5], але по найважливішій проблемі - методам забезпечення надійної роботи комбайнів «Дон» на збиранні інформації ще недостатньо. Особливо це помітно, по відмовах, пов'язаних із заміною деталей, що відмовила, або вузла, тому що численні простої комбайнів, що відмовили, часто пов'язані із тривалою доставкою до них запасних частин [7,8]. У зв'язку із цим виникає необхідність визначити які деталі й вузли часто виходять із ладу, і в якій кількості необхідно їх резервувати на різних рівнях зберігання, що потрібно робити при експлуатації машини механізаторам, опираючись на результати наукових

досліджень і передовий досвід [6,9]. Рішення цих питань дозволить зменшити втрати часу на простої комбайнів при усуненні наслідків відмов, досягати найвищої продуктивності при найменших втратах зерна в різних умовах проведення збиральних робіт. Розмаїтість машин в технологічних комплексах (ТК), а також організаційних форм роботи в сполученні з різними умовами проведення збиральних робіт і обсягом виробництва зерна істотно ускладнює рішення розглянутих завдань традиційними інженерними методами [10]. Науково обґрунтоване рішення завдань можливо при використанні нових сучасних методів економіко-математичного моделювання на базі теоретичних основ дослідження операцій і системного підходу [3,4,11].

Мета досліджень. Метою даного дослідження є підвищення ефективності використання зернозбиральних комбайнів на основі удосконалення їх технічного сервісу й підвищення надійності. Один із шляхів вирішення цього завдання – визначення кількості відмов комбайнів по агрегатах, вузлам і деталям із заміною деталі, що відмовила (запасних частин) для обґрунтування необхідної їхньої номенклатури й кількості запасних частин, що забезпечують роботу ЗК на агротехнічний і обґрунтований термін збирання. Для цього проводилися експериментальні дослідження з розробленої методики, результати яких приводяться нижче.

Методика і результати досліджень. При порівняльних випробуваннях різної організації ремонту комбайнів і резервування ЗЧ визначалися простої одного працюючого комбайна, простої комбайнів у ланці, простої комбайнів у комплексі, продуктивність зернозбиральних комбайнів. Щоб одержати статистичну інформацію про зміну технічних станів ЗК, проводили хронометражні спостереження в період збирання зернових культур. З огляду на стан парку зернозбиральної техніки, під спостереження були взяті комбайни «Дон-1500», «Дон-1500Б» у кількості 58 одиниць. Дослідження комбайнів у виробничих умовах проводилися за планами [NMT]. За цими планами одночасно досліджувалися-N комбайнів, після кожної відмови комбайни відновлювалися і їх знову включали в роботу-М, випробування велися до часу моменту-Т, визначеного терміном проведення збиральних робіт відповідно до агротехнічних вимог. Обробка отриманої інформації проводилася відповідно до вимог ГОСТа 27.503-81 і за методикою статистичної обробки експериментальних даних РТМ 44-62. Показники, що характеризують надійність ЗК досліджувалися у звичайних умовах експлуатації відповідно до програми й методики експериментальних досліджень. Чисельні значення показників, що характеризують надійність ЗК і збирального процесу в цілому, визначалися шляхом хронометражних спостережень - методом суцільним за часом і вибіркоvim по об'єктах. При спостереженнях дотримувалися наступні умови: 1)Тривалість часу спостереження рівнялася тривалості час роботи об'єкта. 2)Число збиральних і обслуговуючих машин у збиральному процесі на протязі зміни не мінялося. 3)Номенклатура й число деталей для резерву залишалися однаковими й визначалися залежно від наявних даних по показниках безвідмовності ЗК. 4)Пересувний склад ТК повинен переміщатися разом з комплексом. 5)При доставці деталі, що відмовила, використовувалися однотипні обслуговуючі машини. 6)Зрівнювальні варіанти організації ремонту й резервування запасних частин

досліджувалися в рівних умовах (площі полів, довжини гонів, відстаней до рівнів ремонту й зберігання ЗЧ і т. п.). Для проведення імітаційного моделювання необхідно ряд гістограм, для побудови вхідного потоку вимог на усунення відмов з технічних причин. Для цього за кожною збиральною ланкою закріплювали спостерігача, що заздалегідь інструктував комбайнерів порядку заповнення спостережливих аркушів. Кожному комбайнерові перед зміною видавалися спостережливі аркуші, у випадку виникнення відмови комбайнер проставляв час виникнення відмови, назва необхідної ЗЧ, якщо вона потрібна для усунення відмови, час вибуття за ЗЧ, час доставки ЗЧ, час початку усунення відмови, час усунення відмови. Для визначення показників надійності ЗК «Дон – 1500», «Дон – 1500Б» проводилися хронометражні спостереження за методикою викладеної вище. У результаті статистичної обробки даних цих спостережень розраховувалися і будувалися розподіли: наробітку на відмову – t_0 , год. і часу відновлення працездатного стану – t_b , год по технологічних і технічних причинах із заміною запасної частини.

Оцінка показників надійності здійснювалася з довірчою ймовірністю - P і відносною помилкою – E середнього значення. Відносна помилка визначалася зі співвідношення:

$$\frac{(t_b - t_{cp})}{t_{cp}}, \quad (1)$$

де t_b – верхня одностороння довірна границя, год.; t_{cp} – середнє значення показника, год.. Приймаючи за гіпотезу закон експонентного розподілу досліджуваних випадкових величин (наробітку на відмову й часу відновлення працездатності зернозбиральних комбайнів), визначаємо необхідну кількість комбайнів N , од. при спостереженні по формулі:

$$E + 1 = \frac{2N}{\chi^2_{1-P; 2N}} \quad (2)$$

де N - число спостережуваних комбайнів, од.; χ^2 – квантиль розподілу хі-квадрат (величина табулірована).

При значеннях $E=10\%$, $P=0,90$ кількість агрегатів, який необхідно поставити на дослідження, не менш $N = 200$ одиниць, а при $E = 20\%$ і $P=0,80$ - не менш $N = 27$ комбайнів. Методика визначення середньостатистичних значень і законів розподілу показників надійності комбайнів полягала в наступному. Зі спостережливих аркушів, одержуваних при хронометражі працюючих комбайнів, послідовно визначалися періоди їхніх простоїв по технічним і технологічним неполадкам. Наробіток на відмову визначався часом безвідмовної роботи від її початку (після усунення відмови) до моменту часу настання чергової відмови. Зі спостережливих аркушів визначали час $t_1, t_2, \dots, t_n$, безвідмовної роботи комбайна й будували варіаційний ряд наробітку комбайна на відмову. Варіаційний ряд часу відновлення працездатності комбайна одержували таким же шляхом. Всі значення часу відновлення працездатності розподілялися по інтервалах. Число інтервалів варіаційного ряду, величину інтервалу й щільність розподілу по ньому емпіричних даних визначалися за загальноприйнятою методикою. Відповідність між передбачуваним теоретичним законом розподілу й отриманим за розглянутою методикою статистичним розподілом експериментальних даних перевірялося за

критерієм згоди Пірсона- $P (\chi^2)$ [7]. Уважається, що емпірична крива погодиться з теоретичної кривої розподілу, якщо ймовірність згоди $P (\chi^2) > 0,05$.

Обчислення критерію проводилася для кожного інтервалу частот по формулі:

$$\chi_i^2 = \frac{(m_i - m_i^o)^2}{m_i^o}, \quad (3)$$

де m_i — емпіричне значення частот в i -тім інтервалі, од.; m_i^o — теоретичне значення частот (випадків), що повинне потрапити в i -й інтервал, од.; n — число дослідів, од..

Теоретичне значення частот (випадків) m_i^o , од., що повинне потрапити в i — й інтервал:

$$m_i^o = n \cdot P_i, \quad (4)$$

де P_i — теоретична ймовірність влучення випадкової величини в i — й інтервал.

Підсумовуючи значення χ_i^2 по всіх інтервалах, одержували сумарну величину міри розподілу χ^2 . Значення χ^2 при роботі різних груп комбайнів залежить від параметра — J , який має назву - число ступенів волі. Число ступенів волі при цьому рівнялося:

$$J = j - q - 1, \quad (5)$$

де j — число порівнюваних частот (інтервалів), од.; q — число параметрів теоретичної функції розподілу, од..

Знаючи сумарну величину χ^2 і число ступенів волі по таблицях значення функції хі-квадрат визначали найближче значення критерію Пірсона $P (\chi^2)$. Якщо $P (\chi^2) > 0,05$, то можна вважати, що прийнятий теоретичний розподіл не суперечить отриманим експериментальним даним. Обробка результатів експериментальних і статистичних даних виконувалися за викладеною методикою на ЕОМ за допомогою стандартних програм математичного забезпечення обчислювальних машин. Отримані в результаті статистичної обробки дані й залежності використовувалися для реалізації математичної моделі. На основі отриманих даних побудовані гістограми цих розподілів. Основні параметри отриманих експериментальних кривих наведені в таблиці 1. По виду експериментальних кривих і статистичних параметрів розподілів показників надійності видно, що дані випадкові величини розподіляються за експонентним законом, правильність цього припущення перевірялося за критерієм згоди Пірсона $P (\chi^2)$. З аналізу даних таблиці 1 і експериментальних кривих видно, що середнє значення наробітку на відмову з технологічних і технічних причин склало 4,04 год., тобто, приблизно, дві відмови за зміну, а з технічних причин із заміною ЗЧ — 10,44 год. — одна відмова за зміну. Середній час відновлення працездатного стану розподілився так: — 0,23 і 3,2 год. на відмову, відповідно, з яких 2,0 год. доводиться на очікування доставки ЗЧ. Результати досліджень показали, що розподіл відмов із потребою ЗЧ, по групах складності від загальної кількості відмов, становить для відмов: I групи складності — 85%, II група складності — 13% і III групи складності — 2%. Також був отриманий наробіток на відмову із потребою ЗЧ по відмовах різних груп складності (таблиця 2). Дані таблиці вказують, що за робочий день відбувається, приблизно, одна відмова першої групи складності, за 6 — 7 робочих змін — одна відмова другої групи складності й за 2 — 3 сезони роботи — одна відмова третьої групи складності. Сумарна тривалість відновлення працездатності всіх відмов — 4032 годин, з яких 2550 годин або 63% доводиться на очікування запасних частин і ремонту, що й визначило низький коефіцієнт готовності ЗК- 0,77.

Таблиця 1. Основні параметри розподілів показників надійності зернозбиральних комбайнів Дон-1500 Б

Рівні резервування	Статистичні параметри розподілів						
	Число подій, од. N	Середня арифметична, $\bar{X}$	Середнє квадратичне відхилення,	Дисперсія, σ^2	Коефіцієнт варіації, V	Асиметрія, a_3	Експес, a_4
Наробіток на відмову з технологічних і технічних причин з потребою запасної частини, год.	104	4,04	3,90	15,21	0,97	1,20	4,35
Наробіток на відмову з технічних причин із потребою запасної частини, год.	72	10,44	9,05	81,90	0,87	0,99	3,09
Час відновлення працездатного стану після відмови з технологічних причин, год.	111	0,23	0,146	0,021	0,64	0,97	3,20
Час відновлення працездатного стану після відмови з технічних причин із заміною запасної частини, год.	70	3,2	2,7	7,29	0,84	1,24	3,89

Таблиця 2. Показники надійності зернозбиральних комбайнів

№ п/п	Показники	Значення
1	Кількість працюючих комбайнів, од.	58
2	Кількість відмов із затребуванням запасної частини, відмови: всього	1260
3	на один комбайн	22
	У тому числі по групах складності:	
4	першої - I	1070
5	другої - II	165
6	третьої -III	25
7	Напрацювання на відмову із затребуванням запасної частини, годин	10,4
	У тому числі по групах складності:	
8	першої - I	12,3
9	другої - II	79,7
10	третьої -III	526,3
11	Середній час відновлення однієї відмова, години	3,2
12	Сумарна тривалість усунення відмов, години	4032
13	Число найменувань запасних частин, що потребують заміни, од.	155

Висновки. По даним теоретичних і експериментальних досліджень встановлене наступне: 1)Гіпотеза про експонентний розподіл часу безвідмовної роботи й часу відновлення працездатного стану комбайнів не суперечить експериментальним даним. 2)Встановлено, що для зернозбиральних комбайнів «Дон-1500Б» в умовах регіону напрацювання на відмову із затребуванням запасної частини складає – 10,4 год, а середній час відновлення працездатного стану – 3,2 год., з яких 2,0 год. доводиться на очікування доставки запасних частин. Сумарна тривалість усунення відмов 4032 години, а число найменувань запасних частин, що потребують заміни - 155 одиниць. При цьому відмови з технічних причин, усунення яких пов'язане із заміною вузла або деталі, становлять 68% від загального їхнього числа. 3)При реалізації розробленої системи удосконалення технічного сервісу зернозбиральних комбайнів їх продуктивність збільшується на 15-20 %, додатковий збір зерна з 1 га складає 5-10% від врожайності, а приведені витрати на збирання врожаю зменшуються на 10-15%.

ЛІТЕРАТУРА

- 1.Машини для збирання зернових та технічних культур/ За ред.. В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника. - Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілова. – 2009. – 296 с.
- 2.Множина основних подій та особливості їх планування у проектах збирання ранніх зернових культур/ Сидорчук О.В., Днесь В.І., Скібчик та ін.. *Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвід. темат. наук зб. Глеваха, 2011.Вип.95. С.375-374.*
- 3.Аналіз методів дослідження та моделей подій у проектах на різних етапах

планування збирання ранніх зернових/Сидорчук О.В., Днесь В.І., Скібчик В.І. та ін. *Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво: наук. журнал. Луцьк: ЛНТУ, 2011.№7.- С. 141-144.*

4.Домуші Д.П., Пожар О.Я., Остапенко А.В. Модель оптимізації термінів збирання зернових культур технологічними комплексами // *Аграрний вісник Причорномор'я: Зб. наук. пр. Одеського ДАУ/ Технічні науки. – Одеса: ОДАУ, 2017- №85 . – С.112-116.*

5.Думенко К.Н. Анализ перспектив развития высоконадежной зерноуборочной техники в Украине / К.Н. Думенко // *Энергосберегающие технологии и технические средства для их обеспечения в сельскохозяйственном производстве: Междунар. науч. – практ. конф. молодых ученых, 25–26 авг. 2010 г.: материалы. – Минск:2010.-С.69–76.*

6.Планування потреби у технічному забезпеченні проектів збирання зернових, олійних та бобових культур/[Сидорчук О.В., Скібчик В.І.].*Східно-європейській журнал передових технологій. 2013.№1/10(61).С.76–79.*

РИНЦ:<https://elibrari.ru/item.asp?id=19067373.WorldCad>:

https://www.worldcad.org/oclc/839142491&referer=brief_results.

7.Домуші Д.П., Пожар О.Я., Остапенко А.В. Дослідження роботоздатності техніки збирально-транспортних комплексів та обґрунтування їх складу // *Аграрний вісник Причорномор'я: Зб. наук. пр. Одеського ДАУ/ Технічні науки. – Одеса: ОДАУ, 2017- №85 . – С.47–51.*

8.Домуши Д. А., Енакиев Ю.И., Михов М.М. Эксплуатационное обеспечение надежности комбайнов при уборке зерновых . // *IV Scientific Congress Agricultural Machinery, Varna, Bulgaria, 22–25.06.2016, ISSN: 1310-3946/ Научни известия: Scientific technical union of mechanical engineering, year XXIV, issue 17(203), June 2016. – P.87–91.*

9.Думенко К.М. Дослідження надійності зернозбиральних комбайнів/ К.М. Думенко// *Сільськогосподарські машини.- Луцьк: ЛНТУ, 2010. – Вип.20. – С. 68–78.*

10.Скібчик В.І., Днесь В.І. Визначення обсягів втрат вирощеного врожаю зернових культур за різних параметрів технічного оснащення їх збирання та післязбиральної обробки зерна. Технології АПК ХХІ століття: проблеми і перспективи розвитку: *Зб. матер. междунар. науч. –практ. конф. (13-14 квітня м. Ніжин).- Ніжин, 2017.-С.157–159.*

11.Думенко К.М. Вплив ефективності сфери технічного обслуговування на встановлення функцій готовності та відновлення зернозбиральної техніки/ К.М. Думенко, А.І. Бойко // *Техніка і технології АПК. – Вип.1(16). – 2011. – С. 11–14.*

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИХ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА

Домуши Д.А., Липин А.П., Захаренко В.О.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, технологический комплекс, зерновые культуры, исследования, вероятностное состояние, работоспособность, запасные части, отказ, восстановление работоспособности, уровень резервирования.

Резюме

Рабочая гипотеза исследования состояла в том, что разработка и применение системы технического сервиса для повышения надежности зерноуборочных комбайнов технологических комплексов обеспечивает уменьшение непроизводительных простоев машин по техническим, технологическим и организационным причинам, повышение сменной производительности уборочной техники и снижение затрат на эксплуатацию технических средств. Поэтому совершенствования технического сервиса комбайнов технологических комплексов с учетом зональных условий и оценка эффективности их работы является актуальной научной и практической задачей. Целью экспериментальных и теоретических исследований было определение количества отказов комбайнов по агрегатам и узлам с заменой деталей (запасных частей), которые отказали для обоснования необходимой их номенклатуры и количества, что обеспечит работу зерноуборочных комбайнов на агротехнический обоснованный срок уборки. Для определения показателей надежности комбайнов проводились хронометражные наблюдения. В результате статистической обработки данных этих наблюдений рассчитывались и строились распределения наработки на отказ и времени восстановления работоспособного состояния комбайнов по технологическим и техническим причинам с заменой запасной части. Разработанные рекомендации по резервированию запасных частей на разных уровнях хранения позволят уменьшить затраты на их хранение и сократить среднее время восстановления работоспособности комбайнов.

RESEARCH OF OPERATION CAPACITY OF GRAIN-TRAIN COMBINES AND IMPROVEMENT OF THEIR TECHNICAL SERVICE

Domushchi D.A., Lipin A.P., Zakharenko V.O.

Keywords: combine harvester, technological complex, grain crops, research, probabilistic state, working capacity, spare parts, failure, restoration of working capacity, level of redundancy.

Summary

The working hypothesis of the study was that the development and application of a technical service system to increase the reliability of combine harvesters of technological complexes ensures a reduction in unproductive machine downtime for technical, technological and organizational reasons, an increase in the replacement performance of cleaning equipment and a reduction in the cost of operating technical equipment. Therefore, the improvement of the technical service of combine technological complexes, taking into account the zonal conditions and the assessment of the effectiveness of their work, is an urgent scientific and practical task. The purpose of experimental and theoretical studies was to determine the number of failures of combines for units and assemblies with the replacement of parts (spare parts) that failed to substantiate their required range and number, which will ensure the work of combine harvesters for agro technically justified harvest time. To determine the reliability indicators of the harvesters, time-keeping observations were made. As a result of statistical processing of these observations, we calculated and built up the distribution of time between failures and the time to restore the operational status of the harvesters for technological and technical reasons with the

replacement of the spare part. The developed recommendations for spare parts redundancy at different storage levels will reduce the cost of storing them and shorten the average recovery time for combines.

УДК 663.26.068 – 027.33.

ПЕЛЕТИ ІЗ ВІДХОДІВ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

С.М. Перетяка

Одеський національний морський університет

П. І. Осадчук

Одеський державний аграрний університет

Традиційні пелети, які поширені у розвинутих країнах та в Україні, вже здобули своє місце на ринку палива. Ці пелети виготовляються із відходів деревообробної промисловості. Однак, залишається величезний сегмент сировини, яка потенційна може бути використана для виробництва пелет – відходи харчових виробництв. Об'єми цих відходів безпосередньо пов'язано з об'ємами виробництвом продуктів харчування, які безперервно зростають. Харчова промисловість України у порівнянні із іншими галузями завжди характеризувалася сталим зростанням. Сировина для агропелет суттєво відрізняється від деревини. Ця відмінність полягає у хімічному складі, гранулометричному составі, вологості. Єдине, що їх об'єднує – вони є відходами, які створюють значне навантаження на навколишнє середовище. Крім того, підприємства повинні витратити кошти на транспортування та захоронення відходів на сміттєвих полігонах. Безпосереднє використання кавового шламу, виноградних вичавок та відходів переробки круп'яних культур у вигляді добрива неможливе. Хімічний склад сировини, показує що наявність целюлози та лігніну гарантує, що агропелети можуть використовуватись у вигляді палива. З кавового шламу, виноградних вичавок, лузги вівса, лузги риса та лузги гречки було виготовлені пелети які були спалені у спеціальному стенді по типу піч з природною тягою. Стенд дозволяє вимірювати температуру горіння твердого палива, відсоток золи та теплоту згорання, завдяки скляній камері можлива візуалізація процесу горіння. Ціллю досліджень є обґрунтування використання пеллет із відходів харчових виробництв у теплоенергетиці України. Аналіз літературних джерел та проведені експериментальні дослідження довели конкурентоспроможність таких пелет. Визначені теплоенергетичні показники пелет із відходів, які можливо використовувати при розрахунку систем опалення. Встановлено, що агропелети за своїми теплотехнічними характеристиками можуть вдало конкурувати з традиційними із деревини. Враховуючи їх енергетичні характеристики припустимо заміна традиційного палива (природного газу та вугілля) на підприємствах де утворюються ці відходи на агропелети.

Ключові слова: пелети, біопаливо, система опалення, енергоефективність, відходи виробництва, кавовий шлам, виноградні вичавки, лушпиння круп'яного виробництва.

Вступ. Паливний стандарт EN 14961 - 6 описує матеріали не на деревній основі. Пелети, які виготовлені з цих матеріалів називають агропелетами. Залежно від матеріалу, з якого вони зроблені може бути солом'яні пелети і гранули з ріпаку, пелети з лушпиння та інші. Однак є потенційна інша сировина для виготовлення агропелет. Згідно з даними Прес-служби Мінагрополітики в Україні у 2016 році було перероблено 254 тисяч тонн винограду [1]. Відсоток вичавок становить 10 - 20% від загальної маси винограду. На 1 т готової розчинної кави припадає 1,5...2 т шламу. Відповідно, шламу в Україні утворюється близько 1,5 – 2 тис. т на рік [2,3]. У середньому в Україні вироблялося 350 тис. тонн круп на рік. При переробці проса в пшоно утворюється як побічний продукт 7,5% мучки та 15,5 % лузги, при переробці пшениці в крупу близько 30% мучки, ячменю в ячну крупу - 18% мучки, а в перлову крупу - 40% мучки та 7% лузги, при переробці гречки в крупу - 3,5% мучки та 20,8% лузги, вівса – мучки 4 – 16%, а лузги – 26 – 27%, гороху – 6% лузги та 6,5 – 26,5% січки та мучки разом [4].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Існують чотири основних напрямки виробництва біопалива: пелети, біоетанол, біодизель, біогаз (рис.1).

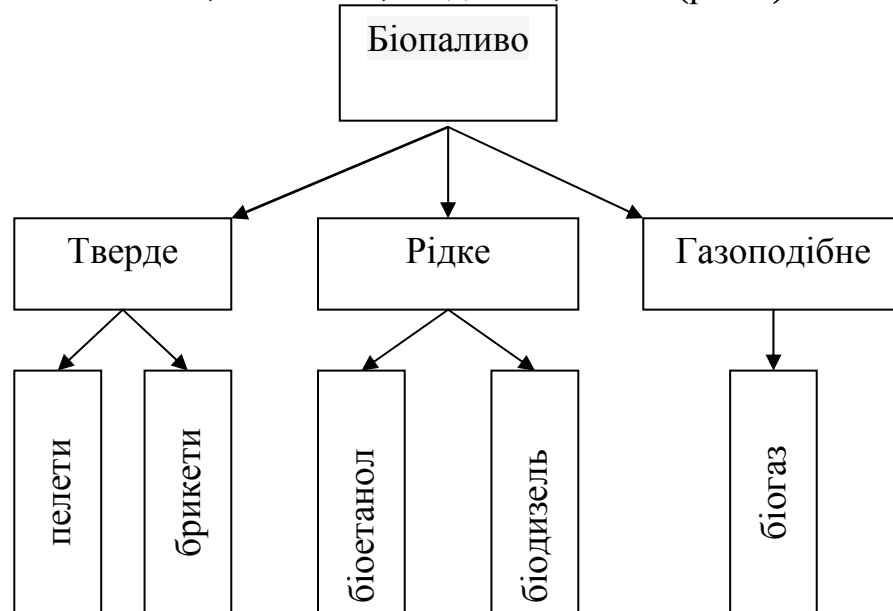


Рис. 1. Класифікація біопалива.

Біоетанол є технічний спирт, продукт бродіння містить цукор і крохмаль органіки (цукрової тростини, кукурудзи, пшениці, картоплі тощо). Біодизель зазвичай отримують з багатих маслами культур (ріпак, пальма, соя і т.п.) після реакції з метиловим спиртом і лугом. Біогаз утворюється при анаеробному зброджуванні органічних речовин (відходи тваринництва, виробництва спирту і пива). За своїми фізичними і теплотехнічними властивостями пропонувані заміники традиційних енергоносіїв істотно відрізняються від перших, так і між собою. Природно, відрізняються і вартістю. Асортимент біопалива на світовому ринку досить представницький. Виникає питання, про вибір найбільш перспективного напрямку для вітчизняних умов. Володіючи родючими землями і перебуваючи в сприятливій кліматичній зоні у нашої держави, з'являється шанс отримати енергетичну незалежність. Україна не є флагманом по впровадженню технологій виробництва

біопалива, тому необхідно точно визначити перспективність обраного напрямку розвитку. Необхідно звернутися до світового досвіду. Світовий обсяг виробництва етанолу приблизно 40 млрд. літрів. Виробництво зосереджене в Бразилії (42%) і США (46%), Європейський Союз та інші країни всього 12%. Однак, Європейський Союз лідер у виробництві біодизеля - 75% з 6,5 млрд. літрів виробленого в світі, Сполучені Штати - 13%, інші країни - 12% [4-7]. Як видно з наведених даних розвинені країни широко займаються біопаливом, а, отже, це перспективно? Якщо ж подивитися на наведені цифри з точки зору частки біопалива в виробництві енергії в світі, тоді висновок не такий однозначний (рис. 2). Як видно з наведеної діаграми кількість отриманого біопалива (1,1%) абсолютно не гарантує зміцнення енергетичної безпеки [8,9]. Стрімко розвивається виробництво біопалива в Німеччині.

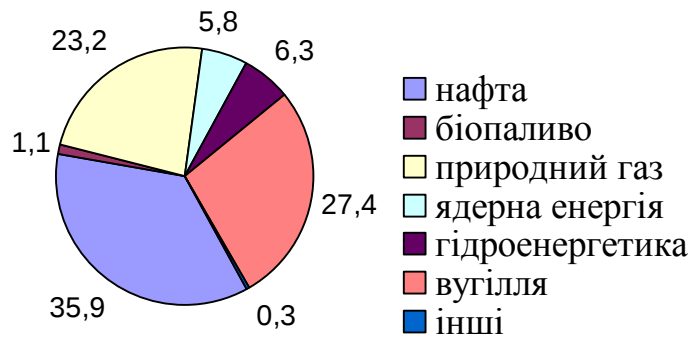


Рис. 2. Частка енергоносіїв у світовій енергетиці

Що року ріпаком засівають понад мільйон гектарів (10% ріллі). А питома вага біодизеля на паливному ринку країни складає всього 3%. Однак вільних сільгоспугідь в Європі вже немає. Для задоволення своїх потреб у сировині країни ЄС лобіюють вирощування ріпаку в Україні, Росії та Казахстані. Головний аргумент, що виробництво в Україні буде дешевше, ніж в Німеччині: в Україні менше коштують робоча сила і енергоносії, більш родючі землі, кращі кліматичні умови. За оцінками фахівців, в Україні за умови відведення під рапс 10% ріллі і врожайності цієї культури 25 ц/га (що відповідає європейському рівню) можна виробляти близько 3 млн. т біопалива (75% потреби в паливі АПК). Настільки благодушна картина затьмарюється різними доводами. Технічні труднощі (потреба в модифікації двигунів, проблеми з застосуванням в дуже жарку і дуже холодну погоду, складності з транспортуванням по трубопроводах) не є критичними і успішно вирішуються. Економічні проблеми значно складніше. У Бразилії та інших країнах, де сприятливі природні умови (теплий сонячний клімат) поєднуються з дешевизною землі і робочої сили, конкурентний продукт можна виробляти і при помірних (40 доларів і вище) цінах за барель нафти. Це біопаливо настільки конкурентне, що більше 10% вироблених обсягів йде на експорт. У розвинених країнах з їх прохолодним кліматом і менш придатними культурами собівартість помітно вище: в США майже вдвічі, в Європі втричі (рослини акумулюють менше сонячної енергії). Конкурентним біопаливо стає в результаті потужної підтримки з боку держави на всіх стадіях технологічного процесу, що знижує собівартість виробництва етанолу і біодизеля і стимулює їх продаж. Фермери

отримують прямі субсидії на вирощування сировини для біопалива. Виробники пального законодавчо зобов'язані змішувати вуглеводневе паливо з біологічним. У Німеччині біопаливо не рахується паливом і не обкладається податками. Величезну частку в собівартості біопалива вже зараз становить не переробка, а сільгоспсировина, дефіцит, якого не дозволяє галузі вирости до розмірів порівнянних з виробництвом вуглеводнів. Безперервно дорожчає вартість зернових і багато в чому саме завдяки закупівлям з боку біопаливної індустрії. Тому при ціні нафти більше 80 доларів, виробництво не стає надрентабельним, тому що не вартість нафти визначить вигоду, а різниця між вартістю сільськогосподарської сировини і нафтою. Не менш складною і важко розв'язуваною стає соціальна проблема - нестача продовольства. Світовий орний клин досяг максимальних розмірів ще 20 років тому. Виробництво біопалива призводить до суттєвого дефіциту продовольства. Екологічний аспект - земля виснажується посівами ріпаку. Володіючи унікальними чорноземами, Україна ризикує в результаті захоплення біодизелем і біоетанолом отримати деградацію ґрунту. Перераховані вище недоліки відсутні у біогазу та пелет. Пелети виробляють з відходів деревообробної та лісозаготівельної промисловості. При цьому вирішується відразу дві проблеми: переробка потенційно пожежебезпечних відходів і отримати висококалорійне паливо. У готовому вигляді пелети представляють собою циліндри діаметром 6-10 мм довжиною до 50 мм. Маючи високу щільність, вони добре зберігають форму під час перевезення і зберігання. Агropелети на відміну від традиційних менш вивчені, але мають суттєву перевагу – сировина для них на відміну від дерева виростає щорічно.

Мета роботи. Обґрунтувати використання пелет із відходів харчових виробництв (агropелети). Об'єкт дослідження – властивості агropелет, а саме теплотехнічні характеристики. Предмет дослідження – пелети із кавового шламу, виноградних вичавок та відходів переробки круп'яних культур.

Виклад основного матеріалу досліджень. Технологія виробництва агropелет практично не відрізняється від традиційних із деревини. Однак, треба зазначити, що сировина для агropелет суттєво відрізняється від деревини. Ця відмінність полягає у хімічному складі, гранулометричному составі, вологості. Єдине, що їх об'єднує – вони є відходами, які створюють значне навантаження на навколишнє середовище. Крім того, підприємства повинні витратити кошти на транспортування та захоронення відходів на сміттєвих полігонах. Безпосереднє використання кавового шламу, виноградних вичавок та відходів переробки круп'яних культур у вигляді добрива неможливе. Після проведення літературного пошуку про хімічний склад сировини, результати наведені у таблицях 1–3 [10–12], показує що наявність целюлози та лігніну гарантує, що агropелети можуть використовуватись у вигляді палива.

Таблиця 1. Хімічний склад відходів круп'яного виробництва

Вид сировини	Ліпіди	Клітковина	Зола	Протеїн
Лузга вівса	0,50	48,80	4,30	5,20
Лузга риса	2,00	38,60	16,90	5,20
Лузга гречки	1,60	29,40	5,00	4,09

Таблиця 2. Хімічний склад виноградних вичавок

Речовини	Целюлоза	Геміцелюлози	Пектинові речовини	Лігнін	«Сирий» протеїн	«Сирий» жир	Дубильні речовини	Мінеральні речовини
Вміст компонентів, %	22,3	12,9	0,7	35,4	18,8	1,4	1,8	3,1

Таблиця 3. Хімічний склад кавового шламу

Речовини	Кавова олія	Целюлоза і лігнін	Кофеоль	Белки
Вміст компонентів, %	7 – 12	60 – 75	3 – 5	5 – 7

Дані про вологість сировини (таблиця 4) були отримані безпосереднім вимірюванням методом висушування до постійної маси за стандартною методикою.

Таблиця 4. Вологість сировини для агропелет

Відходи	Лузга вівса	Лузга риса	Лузга гречки	Виноградні вичавки	Кавовий шлам
Вологість, %	9,5 – 11	8 – 11	6,5 – 8,2	48 – 60	82

З таблиці 4 випливає, що відходи круп'яного виробництва (лузга вівса, лузга риса, лузга гречки) мають вологість яка дозволяє безпосередньо спрямувати їх до пресування. Виноградні вичавки й кавовий шлам маючи непомірну високу вологість, тому повинні спочатку бути висушені. Відомо, що процес сушіння є найбільш енергоємним. Передбачається, що виготовлення пелет з кавового шламу або виноградних вичавок, буде здійснюватися на вітчизняних комбінатах з виробництва розчинної кави або на винних заводах, відповідно, тому сировина буде безкоштовною. Тоді частка сушіння в структурі собівартості пелет буде виглядати зухвало [13] (рис.3). Проведені дослідження показали, що вилучення вільної вологи за допомогою центрифугування, дозволить різко зменшити витрати енергії на зневоднення. Вологість кавового шламу зменшилась на 11,3%, витрати енергії на центрифугування склали 466,21 кДж на 1 кг вилученої вологи. Для сушіння пропонується конвективне сушіння у киплячому стані. На підставі проведених експериментальних досліджень встановлено, що швидкість сушіння - 5,67% / хв; питома витрата енергії на сушіння - 5,4 МДж/кг. Необхідно додати, що утилізація тепла відпрацьованого агента сушіння і вибір його оптимальної швидкості дозволить значно знизити енерговитрати. Крім того, в якості агента сушіння, можливо, використовувати димові гази, які утворюються в результаті згоряння пелет, що різко здешевить процес сушіння. швидкість сушіння в киплячому шарі вище радіаційного сушіння більш ніж в 3 рази [14, 15].

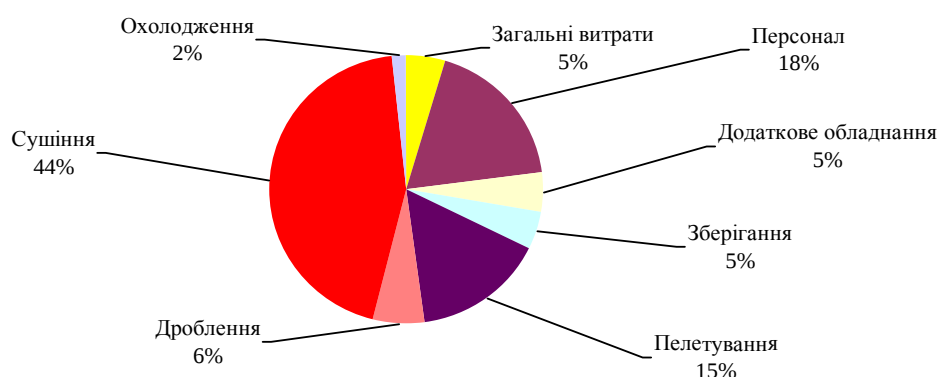


Рис.3. Структура собівартості виробництва пелет з шламу та виноградних вичавок.

Результати досліджень. З кавового шламу, виноградних вичавок, лузги вівса, лузги риса та лузги гречки було виготовлені пелети які були спалені у спеціальному стенді по типу піч з природною тягою. Стенд дозволяє вимірювати температуру горіння твердого палива, відсоток золи та теплоту згорання, завдяки скляній камері можлива візуалізація процесу горіння. Спостерігаючи за процесом горіння було помічено, що при однакових умовах найшвидше спалахував кавовий шлам, найповільніше агропелети із відходів переробки круп'яних культур. Кавовий шлам горить практично без диму на відміну від пелет із виноградних вичавок, лузги вівса, лузги риса та лузги гречки. В результаті були отримані наступні дані, представлені у таблиці 5.

Таблиця 5. Характеристики агропелет

Сировина пелет	Теплота згорання, МДж/кг	%, золи	Температура горіння, °С
Деревина	15 – 19	0,5 – 1,5	270
Кавовий шлам	15 – 17	0,3 – 0,5	515
Виноградні вичавки	14 – 16	1 – 2	520
Лузга вівса	12,5 – 14	4 – 6	540
Лузга риса	11 – 12	11 – 15	540
Лузга гречки	13 – 14,5	8 – 9	540

Висновки. В результаті проведених досліджень встановлено, що агропелети за своїми теплотехнічними характеристиками можуть вдало конкурувати з традиційними із деревини. Враховуючи їх енергетичні характеристики припустимо заміна традиційного палива (природного газу та вугілля) на підприємствах АПК де утворюються ці відходи на агропелети. Враховуючи безперервний тренд збільшення вартості енергоносіїв з одного боку та безкоштовність відходів й зменшення витрат на їх утилізацію можливо очікувати економічну привабливість використання агропелет.

ЛІТЕРАТУРА

1. Левицький А.П., Лапінська А.П., Селіванська І.О., Ходаков І.В. Використання побічних продуктів переробки винограду у функціональні годівлі сільськогосподарських тварин та птиці. *Наукові праці ОНАХТ. Технічні науки*. Одеса, 2016. Вип. 46. Т. 1. С. 51 – 57.

2. Бурдо О.Г., Терзієв С.Г., Шведов В.В., Ружицька Н.В. Процеси переробки шламу в технологіях виробництва розчинної кави. *Наукові праці ОНАХТ. Технічні науки*. Одеса, 2010. Вип. 37. С. 252 – 255.
3. Сборник удельных показателей образования отходов производства и потребления – [Електронний ресурс]. URL: <http://www.waste.ru/uploads/library/specificshowing.pdf>
4. Перспективи альтернативної енергетики в Україні / Z - Україна, 2012. – [Електронний ресурс].–Режим доступу: <http://zet.in.ua/zakonoproekt/energetika/perspektivi-lternativno%D1%97-energetiki-v-ukra%D1%97ni/>
5. Orloff J. The Most Common Alternative Energy Sources / J. Orloff // Aboutmoney. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://saveenergy.about.com/od/alternativeenergysources/a/altenenergysource.htm>.
6. Селінний М.М. Світові тенденції виробництва біопалива. *Агроінком*. 2013. №1-3. С. 60-62.
7. Осадчук П. І., Кудашев С. М. Рапсова олія та її використання. *Науково практичний журнал «Масло-жировой комплекс»*. 2006. №2, С. 35-37.
8. Маляренко В.А., Яковлев А.И. Возобновляемые энергоресурсы – основа альтернативной энергетики. *Ежеквартальный научно-технический журнал «Интегрированные технологии и энергосбережение»*. 2008. №2. С.29-32.
9. Колодько Т. Г. Потенціал виробництва біопалива в Україні // Колодько Т.Г., Губено В.І. - [Електронний ресурс]. Точка доступу: http://www.btsau.kiev.ua/files/list/edition/ed_fkbijdakvh.pdf
10. Осьмак А.А., Серёгин А.А. Растительная биомасса как органическое топливо. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий* 2014. №2. С.57 – 61.
11. Хашпакянц Б.О., Красина И.Б. Кофейный шлам как сырье для получения биологически активных добавок. *Научные труды КубГТУ*. 2016. № 14. С.334 – 339.
12. Перетяка С.Н. Исследование энергетических характеристик кофейного шлама. *Наукові праці ОНАХТ. Технічні науки*. 2011. Вип. 39, Т. 2, С. 345 – 347.
13. Практическое руководство по созданию пеллетного производства // ALLIGNO Maschine pexport GmbH / [www. Alligno. ru](http://www.Alligno.ru)
14. Терзієв С.Г., Ружицька Н.В., Саламаха В.І., Малашевич С.А. Дослідження процесу сушіння шламу кави під дією інфрачервоного випромінювання. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь. 2011. Вип. 11, С. 153 – 158.
15. Бурдо О.Г., Терзієв С.Г., Ружицька Н.В., Борщ А.А. Кінетика ІЧ – сушіння шламу кави. *Харчова наука і технологія*. 2011. № 4 (17). С. 96 – 99.

ПЕЛЛЕТЫ ИЗ ОТХОДОВ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Перетяка С. Н., Осадчук П. И.

Ключевые слова: пеллеты, биотопливо, система отопления, энергоэффективность, отходы производства, кофейный шлам, виноградные выжимки, шелуха крупяного производства.

Резюме

Традиционные пеллеты, которые распространены в развитых странах и в Украине, уже заняли свое место на рынке топлива. Эти пеллеты изготавливаются из отходов деревообрабатывающей промышленности. Однако, остается огромный сегмент сырья, которое потенциально можно использовать для производства пеллет - отходы пищевых производств. Объемы этих отходов непосредственно связаны с объемами производства продуктов питания, которые непрерывно растут. Пищевая промышленность Украины по сравнению с другими отраслями всегда характеризовалась устойчивым ростом. Сырье для агропеллет существенно отличается от древесины. Это отличие заключается в химическом составе, по гранулометрическому составу, влажности. Единственное, что их объединяет - они являются отходами, которые создают значительную нагрузку на окружающую среду. Кроме того, предприятия должны тратить средства на транспортировку и захоронение отходов на мусорных полигонах. Непосредственное использование кофейного шлама, виноградных выжимок и отходов переработки крупяных культур в виде удобрения невозможно. Химический состав сырья, показывает, что наличие целлюлозы и лигнина гарантирует, что агропеллеты могут использоваться в качестве топлива. Из кофейного шлама, виноградных выжимок, лузги овса, лузги риса и лузги гречихи были изготовлены пеллеты, которые были сожжены в специальном стенде по типу печь с естественной тягой. Стенд позволяет измерять температуру горения твердого топлива, процент золы и теплоту сгорания, благодаря стеклянной камере возможна визуализация процесса горения. Целью исследований является обоснование использования пеллет из отходов пищевых производств для теплоэнергетики Украины. Анализ литературных источников и проведенные экспериментальные исследования доказали конкурентоспособность таких пеллет. Определены теплоэнергетические показатели пеллет из отходов, которые можно использовать при расчете систем отопления. Установлено, что агропеллеты по своим теплотехническим характеристикам могут удачно конкурировать с традиционными из дерева. Учитывая их энергетические характеристики, допустима замена традиционного топлива (природного газа и угля) на предприятиях где образуются эти отходы на агропеллеты.

PELLETS FROM THE WASTE OF FOOD PRODUCTION

Peretiaka S. M., Osadhcuk P. I.

Key words: pellets, bio fuel, heating system, energy efficiency, production waste, coffee sludge, grape squeezes, cereal husks.

Summary

Traditional pellets, which are common in developed countries and in Ukraine, have already taken their place in the fuel market. These pellets are made from waste wood industry. However, there remains a huge segment of raw materials that can potentially be used to produce pellets - food waste. The volumes of these wastes are directly related to the volumes of food production that are continuously growing. Ukraine's food industry has always been characterized by steady growth compared to other industries. The raw material

for a fishing rope differs significantly from wood. This difference lies in the chemical composition, the granulometric composition, humidity. The only thing that unites them - they are waste that creates a significant load on the environment. In addition, enterprises must spend money on transportation and disposal of waste at garbage disposal sites. Direct use of coffee slurry, grape harvest and waste processing of cereals in the form of fertilizer is not possible. The chemical composition of the raw material shows that the presence of cellulose and lignin ensures that the pellets can be used as fuel. Pellets were made from coffee slurry, grape harvest, oats, rice husk and buckwheat hulls, which were burnt in a special stand with a natural stove furnace. The bench allows you to measure the burning temperature of solid fuel, the percentage of ash and the heat of combustion, thanks to the glass chamber, visualization of the combustion process is possible. The purpose of the research is to substantiate the use of pellets from food industry wastes for the heat power industry of Ukraine. Analysis of literary sources and conducted experimental studies have proved the competitiveness of such pellets. The thermal energy parameters of the pellets from the waste, which can be used in the calculation of heating systems, are determined. It has been established that agricultural pellets can compete successfully with traditional wood-based traits for their thermal characteristics. Given their energy characteristics, it is permissible to replace traditional fuel (natural gas and coal) at the enterprises where these waste is generated on agro-pellets.

УДК 636.085.55.4

ПОВЕРХНЕВА ОБРОБКА ЗЕРНА ЗЛАКОВИХ КУЛЬТУР

І.І. Дударев , Г.К. Урсулов, Р.В. Слівка

Одеський державний аграрний університет

Якість зерна – це сукупність властивостей та ознак, які визначають придатність зерна до його переробки та використання для різних споживчих призначень. Показники загального стану призначеного для переробки зерна регламентують його якість за загальними ознаками його придатності для виробництва крупи. До таких показників належать: колір і запах зерна, характерні для нормального здорового зерна. При зберіганні та переробки зерна під впливом різного роду чинників змінюються його склад і властивості, втрачаються ознаки, які властиві якісному продукту . Поява сторонніх запахів у зерна обумовлено сорбцією сторонніх хімічних речовин, процесом розпаду органічних речовин зерна та інших компонентів зернової маси, активною діяльністю мікроорганізмів, що є підставою зміни якісних показників. В практичному використанні зернових ступінь свіжості зерна набуває суттєве значення для оцінки його якості. Нормальне здорове зерно або насіння мають характерну певне забарвлення, блиск, запах і смак. Відхилення показників якості зерна від нормативних значно погіршує його технологічні властивості. Істотний вплив на мікроорганізми і їх пригнічення надає ультрафіолетова і озонна обробка зерна. За такою обробкою зерна вплив відчуває тільки його поверхневий шар, основна ж маса речовини не піддається впливу і,

відповідно, не змінює власних біохімічних властивостей. У цьому полягає істотна перевага такого методу обробки в порівнянні з іншими відомими методами дезінфекції. Даний вид дезінфекції має безліч переваг і практично не має недоліків, що стало причиною його популярності. Ефективність цього способу очищення безпосередньо пов'язана з принципом дії ультрафіолету та озону не тільки на фізичну поверхню, а також на мікроорганізми. Електромагнітні хвилі, що знаходяться в невидимій частині спектра, згубно впливають на шкідливі мікроорганізми. Будь-яке забруднення, викликане живими організмами, будь то бактерії, віруси, гриби або дріжджі, без проблем усувається за допомогою ультрафіолетових променів. З метою усунення негативного впливу діяльності мікроорганізмів доцільно використовувати в технологічному циклі переробних підприємств обробку продукту УФ промінням та озоном.

Ключові слова: зерно, властивості, мікроорганізми, якість, проміння, озон.

Вступ. Зерно всіх хлібних культур оцінюють за органолептичними і фізико-хімічними показниками. Найбільш важливими показниками якості зерна всіх хлібних культур є колір, запах, стан, тип, вологість, вміст домішок, в тому числі шкідливих, зараженість шкідниками. Додатково у пшениці і жита визначають натурні масу, кількість дрібних зерен, число падіння, скловидність, а також кількість і якість клейковини в пшениці. Всі ці показники якості є обов'язковими. Органолептичними або сенсорними методами встановлюють колір і зовнішній вигляд зерна, його запах і смак. Розглядаючи властивості зерна, як фактор впливу на кінцевий продукт переробки, необхідно відзначити, що запах, вологість, колір, засміченість, зараженість, клейковина, і інші показники мають виняткове значення для забезпечення вироблення продукту високої якості. На сучасному етапі науково-технічного розвитку сільського господарства відбувається зміна технологій знезараження. Традиційні методи дезінфекції, засновані на застосуванні хімічних дезінфікуючих реагентів, і радіаційні методи стерилізації, які використовують, різні іонізуючі випромінювання, не можуть розглядатися як задовільні, оскільки небезпечні в екологічному відношенні і, крім того, можуть призводити до істотної і небажаної зміни фізико-хімічних і біологічних властивостей оброблюваних об'єктів. Спектральна бактерицидна ефективність ультрафіолетового випромінювання - відносна залежність дії бактерицидного ультрафіолетового випромінювання від довжини хвилі в спектральному діапазоні 205-315 нм. При довжині хвилі 265 нм максимальне значення спектральної бактерицидної ефективності дорівнює одиниці. Бактерицидну випромінювання на цих довжинах хвиль викликає димерізацію (процес утворення нової речовини шляхом з'єднання двох структурних елементів) тиміну в молекулах ДНК. Накопичення таких змін в ДНК мікроорганізмів призводить до уповільнення темпів їх розмноження і вимирання. Тому використання методів та технічних засобів для екологічно безпечного знезараження зерна є актуальною. До одного з найбільш ефективних і найменш витратних методів знезараження відносяться методи, засновані на впливі на продукт короткохвильового ультрафіолетового (УФ) випромінювання і озону. Під дією УФ променів та озону відбувається різних бактерій і вірусів. Озон проникає вглиб оброблюваного продукту і

забезпечує необхідний рівень знезараження в тих місцях, куди не потрапляє УФ випромінювання. Спільне застосування УФ випромінювання і озону забезпечує взаємне посилення знезаражувальних факторів, в результаті чого стає можливим проводити ефективну обробку сировини без зміни її температури і агрегатного стану.

Проблема. При зберіганні зерна під впливом різного роду чинників змінюються його склад і властивості, втрачаються ознаки, властиві здоровому зерну. При цьому в результаті впливу мікроорганізмів істотно змінюються колір, запах і смак зерна. Тому зрозуміло, що ступінь свіжості зерна має величезне значення при оцінці його якості. Запах зерна один з найважливіших критеріїв якості протягом усього циклу вирощування-транспортування-зберігання-переробки. Характерною особливістю цього показника є його проникнення в кінцевий продукт переробки (борошно, крупа, комбікорм і т. д.) Роблячи його непридатним для реалізації або використання за призначенням, як продукт не відповідає нормативним вимогам.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Зерну кожної культури характерний свій специфічний запах. Зазвичай у здорового зерна він дуже слабкий, сильно пахучі лише плоди та насіння ефіроолійних культур. Поява сторонніх запахів у зерна обумовлено або сорбції сторонніх хімічних речовин, або процесом розпаду органічних речовин зерна та інших компонентів зернової маси. Розрізняють такі запахи, які є наслідком сорбційних властивостей зерна: - полиновий запах з'являється при наявності полину. Вимагає очищення, провітрювання та мийки зерна. Може зберігатися навіть після видалення полину; - часниковий запах виникає від присутності в зерновій масі цибулинок дикого часнику, сировина вимагає ретельного миття та чищення зерна; - амбарний запах, що виникає при зберіганні зерна в тіні; - пліснявий запах - результат розвитку всередині і на поверхні зерна мікроорганізмів; - затхлий запах обумовлений розпадом органічних речовин зерна під дією мікроорганізмів, позбутися від нього не можна; - солодовий запах з'являється при проростанні зерна. (зазвичай на складах цей запах ще супроводжується і цвілевим) - гнильний запах виникає в зерні, де процеси розпаду органічних речовин зайшли дуже далеко (процес самозігрівання зерна). Відповідно до нормативних вимог якщо в зерні з'явився солодовий або пліснявий запах, то для використання в продовольчих цілях необхідно провести відповідну обробку. Зерно з затхлим запахом придатне тільки на корм тваринам а також для його використання з технічною метою. При появі гнильного запаху - тільки на технічні потреби. Наявність домішок впливає на якісні показники зернової маси. Так насіння бур'янів, як правило, мають підвищену вологість, що, призводить до підвищення вологості зерна, як наслідок спостерігається інтенсифікація процесу дихання і середовище стає благоприємним для розвитку мікроорганізмів. Негативна дія мікроорганізмів є головним фактором зниження якості зерна та його псування. Вони з'являються на зерні в період вегетації рослин. В процесі збору та обробки при контакті насіння з частинками ґрунту при цьому кількість і склад мікроорганізмів на поверхні зерна збільшуються. На поверхні зерна і насіння будь-якої культури, незалежно від віку і якісного стану, знаходяться мікроорганізми, оскільки зростання і розвиток рослин і формування плодів відбуваються в умовах, де є значна їх кількість. Факторів,

які впливають на стан і розвиток сапрофітних мікроорганізмів у зерновій масі, дуже багато. Вирішальне значення серед них мають, мета використання, середня вологість зернової маси(таблиця 1), вологість окремих її компонентів, температура і ступінь аерації, цілісність і стан покривних тканин і життєві функції зерна, кількість і видовий склад домішок. Мікрофлора зерна складається з мікроорганізмів, які поділяються на: - епіфітні, характерні для кожного роду і виду рослин; -рослинні паразити і паразити, які випадково потрапили на рослини; -мікроорганізми, що потрапили в зернову масу під час збирання врожаю та неправильного зберігання і перевезення. За ступенем впливу на зерно розрізняють три групи мікрофлори зернової маси: - сапрофітну; - фітопатогенну; - патогенну.

Таблиця 1. Межі вологості (%), для сушки зерна.

Культура	На переробку		На зберігання		Тривале зберігання (більш 1 года)	
	не вище	не нижче	не вище	не нижче	не вище	не нижче
Пшениця: для борошняного та комбікормового виробництва	15,5	14,5	-	-	-	-
Пшениця: для круп'яного виробництва	14,5	13,5	-	-	-	-
Пшениця: на зберігання	-	-	15,0	14,0	14,0	13,0
Жито	15,5	14,5	15,0	14,0	14,0	13,0
Ячмень: для круп'яного виробництва	14,5	13,5	-	-	-	-
Ячмень :на зберігання	-	-	15,0	14,0	14,0	13,0
Вівсо: для борошняного та комбікормового виробництва на корма	15,5	14,5	-	-	-	-
Вівсо: на зберігання			14,0	13,0	14,0	13,0
Гречиха	16,0	15,0	15,0	14,0	14,0	13,0
Рис	15,5	14,5	14,0	13,0	14,0	13,0
Кукурудза: для круп'яного виробництва, крохмально-патокової концентратного виробництва	15,0	14,0	-	-	-	-
Кукурудза: на зберігання	-	-	14,0	13,0	13,0	12,0
Кукурудза: для комбікормового виробництва	16,0	15,0	-	-	-	-
Сонячник: на зберігання	-	-	7,0	6,0	-	-
Сонячник:на перерабку	9,0	8,0	-	-	-	-
Соя	14,0	13,0	-	-	-	-

Сапрофітні мікроорганізми - бактерії, дріжджі, цвілеві гриби і актиноміцети. Бактерії більш поширені в свіжозібраному зерні і в партіях доброякісного зерна. Основні представники бактерій відносяться до пологів *Erginea* і *Pseudomonas*. *E. herbicola* augeum - рухома дрібна бактерія, яка не утворює спор, має форму палички довжиною 1-3 мкм. На твердих поживних середовищах вона утворює колонії золотистого кольору. Другий вид бактерій цього роду *E. Herbicola rubrum* на щільних середовищах утворює

колонії червоного кольору. У партіях свіжозібраного зерна *E. Herbicola* становить 92 - 95% усієї кількості бактерій, що свідчить про хорошу якість зерна і його свіжість, оскільки ці бактерії зерно не псують. Бактерії, що утворюють спори, в зерновій масі представлені переважно картопляною (*Bacillus mesentericus*) і сінною (*Bacillus subtilis*) паличками. Будучи типовими сапрофіти з дуже стійкими спорами, вони можуть зберігатися в зерновій масі досить тривалий час. Спори їх термостійки, не гинуть при випічці хліба, тому його м'якоть втрачає пружність, стає липким, легко розтягується, тобто такий хліб непридатний для вживання. У зернових масах зустрічаються також поодинокі збудники гнильних процесів *Fusoides*, *Droteus*, а також бактерії, що зумовлюють кислотне бродіння та які інтенсивно розвиваються при самозігрівання зерна. Цвілеві - друга за чисельністю група мікроорганізмів у зерновій масі (1 - 2% від загальної кількості мікроорганізмів). Розвиваються за рахунок органічних речовин зерна, що призводить до втрати його маси, погіршення якості або повного псування, зміни кольору, появи неприємних запаху і смаку. Більше 80% втрат зерна від діяльності мікрофлори припадає на рахунок цвілевих грибів. Мікробіологічні процеси в зерні протікають з великою швидкістю. Вже через кілька днів в свіжозібраному зерні утворюються токсини, виникає стійкий затхлий запах. Якщо в зерновій масі створюються сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів, то перш за все в ній розвиваються цвілеві гриби. Вони менш вибагливі до умов життя, ніж бактерії, і можуть активно розвиватися з самого початку зберігання зерна, викликаючи значні зміни його якості. Однак після припинення розвитку грибів ліквідувати наслідки їх розвитку не вдається, і партія зерна стає непридатною для тривалого зберігання. Відхилення показників якості зерна від нормативних значно погіршує його технологічні властивості. Наприклад, цвілювання зерна супроводжується утворенням мікотоксинів - продуктів життєдіяльності багатьох цвілевих грибів, які дуже токсичні для людини і тварин. Під дією життєдіяльності мікроорганізмів змінюються в першу чергу основні показники свіжості зерна (колір, блиск, запах, смак. Одночасно зі зміною кольору зерна відбувається його розкладання, обумовлене розвитком мікроорганізмів та виникають різні запахи. Запах зерна змінюється з двох причин: в результаті його псування - самозігрівання, гниття, цвілювання або ж через адсорбцію зерном сторонніх речовин. Зазвичай вважається, що затхлий запах, виникає через кілька діб, при розвитку в зерні цвілі роду *Penicillium*. Для усунення життєдіяльності і розвитку мікроорганізмів, широкого поширення набули різні методи знезараження зерна: - Фізичні; - Хімічні; - Механічні; - Гидротермічні та інші. Встановлено що істотний вплив на мікроорганізми і їх пригнічення надає ультрафіолетова і озонна обробка зерна. При УФ-опроміненні та озонуванні зерна обробляється тільки його найтонший поверхневий шар, основна ж маса речовини не піддається впливу і, відповідно, не змінює свої біохімічні властивості. У цьому полягає істотна перевага методу УФ обробки в порівнянні з іншими відомими методами дезінфекції. На сьогоднішній день все більше підприємств різних сфер діяльності віддають перевагу ультрафіолетового знезараження. Даний вид дезінфекції має безліч переваг і практично не має недоліків, що стало причиною його популярності. Ефективність цього способу очищення

безпосередньо пов'язана з принципом дії ультрафіолету та озону не тільки на фізичну поверхню, а також на мікроорганізми. Електромагнітні хвилі, що знаходяться в невидимій частині спектра, згубно впливають на шкідливі мікроорганізми. Будь-яке забруднення, викликане живими організмами, будь то бактерії, віруси, гриби або дріжджі, без проблем усувається за допомогою ультрафіолетових променів. Електромагнітні хвилі, довжина яких лежить в діапазоні 200-280 нм, мають максимально ефективним бактерицидним впливом. Саме такий діапазон використовують виробники УФ обладнання. Проникаючи всередину клітини мікроорганізму, таке випромінювання руйнує її, перешкоджаючи подальшій життєдіяльності і розмноженню. Ультрафіолетові хвилі діють безпосередньо на ДНК клітини, розриваючи її зв'язку. Деякі мікроорганізми з часом можуть виробляти стійкість до випромінювання, тому навіть після установки устаткування потрібно періодично здійснювати контрольні вимірювання. Важливо також враховувати, що проміні діють лише на поверхневий шар і для рівномірної обробки матеріал має перемішуватися, чого не забезпечують більшість конструкцій. Ефективність даного виду дезінфекції залежить від того, які саме мікроорганізми присутні в повітряному середовищі, воді або на поверхнях. Кожен тип мікрофлори по різному реагує на УФ промені, та озон відрізняючись більшою чи меншою чутливістю. Крім того, на якість очищення впливає безліч інших чинників: - вологість матеріалу; - оброблювальний шар; - час експозиції і т. д. Ультрафіолет впливає тільки на живі мікроорганізми, але ніяк не впливає на хімічний склад повітря, води і покриття різних поверхонь. Установка УФ обладнання на продовольчих складах дозволяє продовжувати терміни зберігання овочів, фруктів, зернових і багатьох інших продуктів. Знезараження повітря і поверхонь не дає розвиватися гнильним і цвілевим процесам без шкоди для продукції. Крім того, використання такого очищення на підприємствах зменшує ступінь захворювань худоби, що набагато безпечніше, ніж застосування хімічних засобів. Опромінення ультрафіолетом з довжиною хвилі 185 нм газової суміші, що містить кисень, викликає ще одну хімічну реакцію - утворення озону, який також знайшов широке застосування. Лампи, що використовуються діляться на два види: - озонові; - безозонові. Озонові лампи при взаємодії з киснем утворюють озон. У безозонових лампах колба виготовляється з кварцового скла зі спеціальним покриттям. Завдяки цьому виключається утворення озону, оскільки скло лампи відфільтровує озоноутворюючу спектральну лінію. Озон взаємодіє з залишками жирних кислот ліпідів - основного будівельного матеріалу мембран клітин мікроорганізмів, змінюючи їх властивості. Життєдіяльність таких клітин порушується внаслідок того, що мембрани не можуть виконувати захисні і транспортні функції. Таким чином відбувається знищення всіх хвороботворних бактерій. Зараз з'явилася технологія фотолітичн озонування, з одночасним впливом на матеріал ультрафіолетом і озоном. Метод полягає в тому, що при такому поєднанні органічні молекули окислюються в 1000-10000 разів швидше. Ультрафіолетові бактерицидні кварцові лампи (бактерицидні опромінювачі) призначені для обробки ультрафіолетом довжиною хвилі від 180 нм. В результаті впливу ультрафіолету довжиною хвилі 185 нм на кисень повітря

утворюється озон в малій концентрації одночасно відбуваються два по активності процесу: -кварцевання; - озонування під впливом ультрафіолетового опромінення. Одночасна обробка ультрафіолетом і озоном здатна вбивати всі штами бактерій (таких як сальмонела і кишкова паличка), віруси, вегетативні форми і спори грибів. Може використовуватися повсюдно для дезінфекції, усунення запахів, видалення цвілі і інших грибів, для зберігання продуктів. Лампи, виділяють озон в межах гранично допустимої концентрації для організму людини. Після роботи таких ламп провітрювати приміщення необов'язково. Такі лампи дорожче за ціною і ресурс їх роботи в 3-4 рази більше. Слід зауважити, що такі лампи використовуються в усіх країнах Європи, так як вони вважаються найбезпечнішими.

Мета дослідження. Визначення зміни якісного показника зерна як вихідного продукту для виробництва борошна, крупи, комбікормів і інших продуктів та визначення безпечних термінів при зберіганні.

Результати досліджень. В якості вихідного матеріалу для досліджень було взято зерно пшениці з вологістю 13% - 14%. Виміри проводилися протягом місяця при відносній вологості повітря 78%, та температурі 18⁰С. Доведено, що зерно пшениці завдяки адсорбції, з навколишнього середовища під час обробки змінює вологість на більш високі показники, та з початку технологічного процесу до його кінця змінюється до 16 % це викликає активацію діяльності мікроорганізмів які впливають на якість кінцевого продукту тарезими і способи його зберігання. З'являється запах з ознаками розвитку цвілевих культур. Затхлий запах як наслідок дії цвілевих грибів характеризує II ступінь псування і такий продукт використовується на технічні цілі. З середньої проби шляхом просіювання через сито Ø 6 мм, виділяли наважку для визначення органолептичних показників. Перед визначенням органолептичних показників якості проби зерна, що мають температуру нижчих кімнатної, вітримували зразок в закритій банці до тих пір, поки температура зерна не досягнено кімнатної. Запах визначали в цілому або размеленому зерні. У свіжозмеленого зерна запах відчувається краще, ніж в цілому. Такі зміни стану зерната наявність запаху відповідно категорії інтенсивності J оцінювали за допомогою категорій інтенсивності запаху (таблиця 2).

Таблиця 2. Категорії інтенсивності запаху.

Сила запаху зерна	Рівень інтенсивності
Екстремально сильний	6
Дуже сильний	5
Сильний	4
Виразний	3
Слабкий	2
Дуже слабкий	1

Таблиця 3. Інтенсивність зміни якісних показників.

Підсумкова оцінка балу з врахуванням коефіцієнту вагомості, S	Категорія інтенсивності зміни якісного показника, J	Відносна вологість повітря, ф%	Кількість діб зберігання, τ , сировини обробленої (тривалість експозиції t, 3 хв)	Кількість діб зберігання, τ , сировини обробленої (тривалість експозиції t, 5 хв).	Сировина не оброблена
0	0	78	17	21	13
5	1	78	19	27	15
10	2	78	22	29	18
15	3	78	25	33	19
20	4	78	29	36	21
25	5	78	31	39	22
30	6	78	34	43	26

Для порівняння сировина була оброблена з різною ступеню експозиції протягом 3 хв. та 5хв. За отриманими даними складено таблицю інтенсивності зміни якісних показників зерна оброблених з різною експозицією та матеріалу із звичайною обробкою. таблицю інтенсивності зміни якісних показників зерна оброблених з різною експозицією та матеріалу із звичайною обробкою.

Як видно з аналізу досвічених даних наведених у таблиці найбільш привабливою є обробка з сировини з відносною вологістю повітря, 78% з експозицією 5 хвилин, яка змінюється за рахунок регулювання пропускної здатності установки за допомогою кута нахилу спрямовуючих площин.

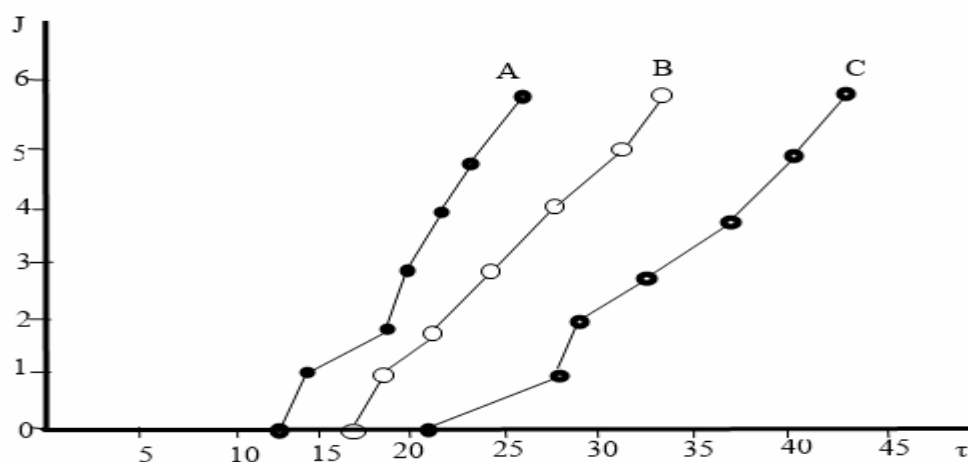


Рис.1. Графічна залежність зміни якісного показника. А- Сировина не оброблена; В- сировина оброблена (тривалість експозиції t, 3 хв); С - сировина оброблена (тривалість експозиції t, 5 хв).

Висновки. Доцільність використання додаткової обробки підтверджується побудованими графіками з яких наочно видно стійкість матеріалу до діяльності мікроорганізмів після обробки УФ промінням та озоном. З метою усунення негативного впливу діяльності мікроорганізмів доцільно використовувати в технологічному переробки зернових з існуючими та загальноприйнятими технологічними операціями додаткову обробку продукту УФ промінням та озоном.

ЛІТЕРАТУРА

- 1.Берека О. М. Ефективність озонування зернових у сильних електричних полях / О. М. Берека, С. М. Усенко // Наук.вісн. НУБіП України.– 2010. – Вип. 148. – С. 92–97.
- 2.Кирик М. М. Вплив озону на мікобіоту насіння озимої пшениці /М. М.Кирик, О. М. Берека, А. Б. Ковалишин, С. М. Усенко // Наук. вісн. НУБіП України. – 2009. – Вип. 140. – С. 121–127.
- 3.Петренкова В. П. Озонова технологія передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур / В. П. Петренкова, О. М. Єгоров, В. І. Голота, Г. В. Таран // Посібник українського хлібороба. – К., 2009. – С. 128 – 131.

ПОВЕРХНОСТНАЯ ОБРАБОТКА ЗЕРНА ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР

Дударев І.І., Урсулов Г.К., Сливка Р.В.

Ключевые слова: зерно, свойства, микроорганизмы, качество, лучи, озон.

Резюме

Качество зерна - это совокупность свойств и признаков, которые определяют пригодность зерна к его переработке и использованию для разных потребительских назначений. Показатели общего положения предназначенного для переработки зерна регламентируют его качество по общим признакам его пригодности для производства крупы. К таким показателям принадлежат: цвет и запах зерна, характерные для нормального здорового зерна. При хранении и переработке зерна под воздействием разного рода факторов изменяются его состав и свойства, теряются признаки, которые свойственны качественному продукту. Появление посторонних запахов в зерне обусловлено сорбцией посторонних химических веществ, процессом распада органических веществ зерна и других компонентов зерновой массы, активной деятельностью микроорганизмов, которые являются основанием изменения качественных показателей. В практическом использовании зерновых степень свежести зерна приобретает существенное значение для оценки его качества. Нормальное здоровое зерно или семена имеют характерную определенную расцветку, блеск, запах и вкус. Отклонение показателей качества зерна от нормативных значительно ухудшает его технологические свойства. Существенное влияние на микроорганизмы и их состояние оказывает ультрафиолетовая и озоновая обработка зерна. При такой обработке зерна, влияние получает только его поверхностный слой, основная же масса вещества не поддается влиянию и, соответственно, не изменяет собственных биохимических свойств. В этом заключается существенное преимущество такого метода обработки по сравнению с другими известными методами дезинфекции. Данный вид дезинфекции имеет огромное количество

преимуществ и практически не имеет недостатков, что стало причиной его популярности. Эффективность этого способа очистки непосредственно связана с принципом действия ультрафиолета и озона не только на физическую поверхность, а также на микроорганизмы. Электромагнитные волны, которые находятся в невидимой части спектра, пагубно влияют на вредные микроорганизмы. Любое загрязнение, вызванное живыми организмами, будь то бактерии, вирусы, грибы или дрожжи, без проблем устраняется с помощью ультрафиолетовых лучей. С целью устранения негативного влияния деятельности микроорганизмов целесообразно использовать в технологическом цикле перерабатывающих предприятий обработку продукта УФ лучом и озоном.

SURFACE OF GRAIN CEREAL GRAIN

Dudarev I. I., Ursulov G. K. , Slivka R.V.

Key words: grain, power, microorganism, yakist, prmin, ozone.

Summary

The quality of grain is a combination of properties and attributes that determine the suitability of the grain for its processing and use for various consumer purposes. Indicators of the general condition of grain intended for processing, regulating its quality by general features of its availability for the production of cereals. These indicators include: the color and smell of grain, characteristic of normal healthy grain. When storing and processing grain under the influence of various factors, its composition and properties change, and the attributes inherent in a quality product are lost. The appearance of extraneous odors in the grains is due to the sorption of foreign chemicals, the process of disintegration of organic matter of grain and other components of the grain mass, the active activity of microorganisms, which are the basis for changing the quality indicators. In the practical use of cereals, the degree of freshness of the grain acquires significant significance for the evaluation of its quality. Normal healthy grains or seeds have a characteristic specific color, luster, smell and taste. The deviation of grain quality indicators from regulatory ones significantly worsens its technological properties. Essential influence on microorganisms and their suppression is rendered by ultraviolet and ozone processing of grain. By such treatment of grain, only its surface layer experiences influence, the bulk of the substance is not influenced and, accordingly, does not change its biochemical properties. This is a significant advantage of this treatment method in comparison with other known methods of disinfection. This type of disinfection has many advantages and almost no shortcomings, which became the reason for its popularity. The effectiveness of this method of purification is directly related to the principle of the action of ultraviolet and ozone not only on the physical surface, but also on microorganisms. Electromagnetic waves, which are in the invisible part of the spectrum, have a detrimental effect on harmful microorganisms. Any pollution caused by living organisms, be it bacteria, viruses, fungi or yeast, is eliminated with no problems by ultraviolet rays. In order to eliminate the negative impact of the activity of microorganisms, it is advisable to use the processing of the product with ultraviolet rays and ozone in the processing cycle of processing plants.

UDC 622.75:629.7

MANUFACTURE BIOGAS ORGANIC FERTILIZERS FOR POWER APC

S. M. Uminskij, O.V.Kahparov
Odessa State Agrarian University

The country's energy security is heavily dependent on the degree of diversification of energy used to meet its energy needs. Ukraine has a great potential for biomass, which is available for energy use. The main components of the potential are agricultural waste and energy crops. Attracting this potential to energy production can satisfy about 13% of Ukraine's demand for primary energy. One of the possible ways of obtaining energy from biomass is its anaerobic digestion in biogas plants. Almost all types of organic waste can be used as the raw material for fermentation. First of all, it is an agricultural animal (manure) and vegetable waste. It can also be industrial waste (sugar, alcohol, milk, breweries), as well as municipal wastewater treatment plants. Another possibility is the use of natural processes of anaerobic digestion, takes place at landfills and landfills of solid household waste (SHW). Biogas plants on deer animals are the simplest and widely distributed throughout the world. Biogas installations is a simultaneous solution not only to the problems of agrochemistry and energy, but also to improve the overall ecological situation and social conditions of the villagers. For the processing of a large amount of plant and animal waste produced in farms and private homes of the population, it is necessary to use biogas plants, the process of processing of which takes place from 7 to 20 days. In the process of processing into biogas goes to 40 -50% of organic matter (by mass). Biogas technology allows accelerated production of anaerobic digestion of natural biofuels containing biologically active substances and trace elements.

Key words: bioenergy, biomass, biogas, methane fermentation, biogas plant, reactor, landfill, biofuel.

Introduction. At present, the Energy Strategy of Ukraine for the period up to 2030 and the future perspective, along with other measures, will also be envisaged, and will provide significant modernization of power equipment for power plants and boiler houses, which requires large capital investments. In the near future, it should be oriented not only on new technologies, but all the existing ones in the heat power sector should be used to realize low-cost, fast-paying projects that can already give a noticeable energy saving effect and reduce greenhouse gas emissions. To such projects, after their feasibility study, biomass burning may also be included. The technological costs of using renewable energy resources are constantly being improved and the cost of the installed kilowatts is reduced. Energy security of a country depends strongly on the degree of diversification of energy carriers used to meet its energy needs [1,2].

Problem. Ukraine has a great potential for biomass, which is available for energy use. The main components of the potential are agricultural waste and energy crops. Attracting this

potential to energy production can satisfy about 13% of Ukraine's demand for primary energy. The development of the bioenergy sector in Ukraine should be consistent and well-grounded, taking into account possible impacts on the national economy and on the environment. A prerequisite for sustainable and economically sound use of biomass for energy needs is as accurate as possible its potential assessment. Only such an approach can avoid the possible negative impact on the economy and on the environment. The main components of the potential are agricultural waste and energy crops. Widespread attraction of non-traditional and renewable sources into the energy balance of the agrarian sector is a promising direction ensuring the reduction of the energy deficit and environmental protection. In non-traditional energy, processing of biomass (organic agricultural and household waste) with methane fermentation takes a special place to obtain biogas containing about 70% of methane and disinfected organic fertilizers. Extremely important in agriculture, where various amounts of fuel are consumed for various technological needs and the continuous need for high quality fertilizers, is the utilization of biomass.

The purpose of research. The transition to sustainable development is possible by providing a radical restructuring of the entire technology of management, which should be aimed at saving all types of resources, the use of renewable energy sources and reducing the negative impact of energy on the society and the biosphere.

Research results. Geographic, ecological conditions and the specifics of Ukraine's economy determine for her the use of biomass, organic household and industrial waste as one of the most promising areas of development in the use of non-traditional renewable energy sources. For the development of this area in Ukraine there is a wide range of bioenergy resources, regional conditions, the possibility of using various technologies and solving various economic tasks. The main source of biomass in Ukraine is agricultural waste and, first of all, straw of cereal crops. Another significant source of biomass in Ukraine is the pestle stock of livestock. Moreover, for cattle (cattle) and pigs, statistical data on livestock was used, and the amount of poultry was determined based on existing egg production data, based on the estimate that one chicken carries 250 eggs a year. Further on the special rules was calculated the output of

Table 1. Potential of possible biogas plants in Ukraine

Livestock sector	Approximate capacity of the Ukrainian market, installation of methane tin 1000 м3	Installed capacity, MW, thermal power	Hours of hours / year	Replacement of fossil fuels, million e / year	Capital expenditures, USD n.million.
Cattle	2400	594 297	8360	0,56	480
Pigs	315	50 25	8360	0,0434	63
Bird	150	4483622	8360	0,0385	30
Total	2865	688344		0,6419	573

manure for each group of animals, the amount of dry matter in manure (cattle - 20-22%, pigs - 9-12%, poultry - 25%) and the amount of organic matter in the dry residue (cattle and pigs -

80 - 85%, poultry - 75-77%). According to the indicators of the biogas output from 1 kg of organic matter introduced into the reactor, the biogas output for these three groups of animals is determined. Such installations also perform the role of treatment plants, which reduce the chemical and bacterial contamination of soil, water, air. The technology of methane fermentation allows to receive in addition to biogas high quality fertilizers and protein-vitamin feed additives and are essentially non-waste. Therefore, in developed industrial countries, the need to build biogas plants is often determined by the decision of environmental problems. In Ukraine, a number of organizations possessing design and technical documentation for the construction of biogas plants of various sizes have experience in the development of biogas plants. However, for different, mainly economic reasons, these installations have not been implemented. The development of the market is restrained by two factors - the inaccessibility of the loan, and most importantly - the lack of private ownership of land and land banks. There are practically no major commercial biogas plants in Ukraine today. One of the first large biogas plants is now built at the pig farm of Agro-Oven in the village of Olenivka, Magdalinivsky district, Dnipropetrovsk region, within the framework of a technical assistance demonstration project provided by the Government of the Kingdom of the Netherlands. The reactors maintain a temperature of 32-34 ° C to meet the mesophilic bacterial process. Haywater drains are fed into methane tanks through a common mixing tank. The average dry matter content in the wastewater is 11.6%. To prevent the separation

Table 2. Maximum allowable processing costs for substrates

Limit costs when fermenting 60 days in Euro / tonne of raw mass	
Livestock (8% dry matter)	0
Bird droppings (50% dry matter)	40
Potato Bard (6% dry matter)	0
Fresh slopes of the lawn (18% of dry matter)	14,10
Herbal silage (35% dry matter)	38,70
Scarecrow (35% dry matter)	42,70
Corn silage ripe (35% dry matter)	38,20
Green rye silos (25% dry matter)	24,50
Winter wheat varieties (40% dry matter)	37,50
A mixture of plant wastes (CCM) (3.5% fiber, 65% dry matter)	94
Wheat Cereal (87% dry matter)	140
Rape seeds (88% dry matter)	198,80

of effluents from fractions in the methane, the manure is intermittently mixed. The retention time is about 25 days. The generated biogas is collected by a gas gauge located above the methane tin. The gas cylinder consists of two layers of film. A small amount of hydrogen sulfide, present in biogas, is removed using a microbiological aerophilic purification system. In the process of transportation to the gas engine in the biogas also water condensate is removed. The heat produced by the engine is used for heating methane tanks (10% in

summer, and up to 50% in winter) and heating the farm in winter. The composition of the biogas plant includes equipment for dehydration, through which the fused mass is divided into liquid and solid fractions. The liquid fraction can be pumped through pipelines to the nearest fields as fertilizers. A solid fraction, which is also a high quality fertilizer, can be transported over long distances or sold to other farms. The use of the plant leads to a significant reduction in greenhouse gas emissions into the atmosphere. The effect is achieved by reducing methane emissions in comparison with the traditional technology of storage of pumice manure in open maps (413 tons / year of methane or 6520 tons / year of CO₂ equivalent), as well as by replacing fossil fuels with biogas for energy production (976 t / year CO₂-equivalent).] Different forms of reactor (P) and materials from which it is made are analyzed. Recommendations on choosing the shape, size, design and material are developed. Considered also the location of the reactor: vertical, horizontal, sloping, associated with the method of loading and unloading the reactor. The main factors influencing the productivity of a bioenergy plant (BEE) are analyzed.

1. Reaction activity of microorganisms. 2. Chemical composition and dimensions of biomass particles. 3. Time of fermentation of biomass in the reactor. 4. Concentration of microorganisms in the reactor. 5. Method and effectiveness of mixing the reaction medium. 6. Loading rate of raw material. 7. Temperature and acid (pH) modes. 8. Presence of living and poisonous substances.

Based on the manure potential suitable for anaerobic digestion in Ukraine, the experience of technology development in the world and technical and economic calculations, the concept of construction of large biogas plants in Ukraine (with a methane voltage of 800 mS and above) is proposed. Such installations can be built on farms with a stock of 600 heads, in pig farms with a stock of 6000 heads, in poultry farms with a population of 200 thousand heads. For a good profitability, the dry matter content in the manure should not be between 8-10%. Large biogas installations can provide sufficient profitability, organize mechanization and automation of the process, provide year-round consumption of biogas in the cogeneration plant, establish a system of dehydration of the fermented mass. Construction of 2900 plants with an average volume of methane gas 1000 mZ will allow to replace in Ukraine 1.33 million tons. in rural areas, to obtain independent sources of electricity and heat, sources of high quality organic fertilizers, as well as to make a significant contribution to improving the ecological situation in Ukraine, including addressing the problem of climate change. In addition to agricultural enterprises, enterprises of the food industry (sugar, alcohol, milk, breweries), as well as sewage treatment plants have a significant potential for the implementation of biogas plants. In addition, Ukraine has a great potential for biogas use at solid household waste landfills (MSW). Cities of Ukraine generate about 40 million mZ / year of solid waste (10 million tons / year). More than 90% of solid waste is collected and exported to more than 700 landfills, located around the cities, about 140 landfills are landfills for solid waste, suitable for collection and subsequent use of biogas. Of the 140 landfills, 90 are the largest, with up to 30% of all TGWs located in Ukraine. It is these landfills that are the most cost-effective for collecting and utilizing biogas available for energy production at large solid waste landfills and is about 400 million mZ / year, which corresponds to 0.3

million tons of standard fuel. / year The potential producer of biogas is alcoholic plants with concentrated wastewater and a sufficient amount of hot water, the heat of which can be used to create the optimum temperature of methane fermentation. UkrNIIsprirbioproduct has developed a technology for obtaining biogas at alcohol plants with the use of concentrated sewage as a nutrient medium. The output of biogas for a spirits with a productivity of 6,000 tons of alcohol per day is 24,000 mZ. During operation of the plant 275 days, 6.6 million megawatt biogas per year will be obtained. Methane content in biogas reaches 70-75%, and the remainder falls on carbon dioxide and minor impurities of other gases. With the use of biogas in the boiler plant, about 5000 tons of conventional fuel per year can be saved. Therefore, from the energy point of view, it is profitable for the alcohol factory. Getting biogas is also important for environmental protection. It is known that about 1500 mZ of sewage is produced at the alcoholic beverage factory, which is 20,000 mg / DMZ. At methane fermentation of GPK they decrease by an average of 80%, that is, up to 4 thousand mg / dm. In this case, methane-forming bacteria use mainly easily accessible organic substances. Therefore, even when discharging such semi-treated wastewater into the fields of filtration, they will not cause great harm to the environment. At present, the main technologies of biogas utilization are: combustion of biogas in heat boilers with the production of thermal energy; combustion of biogas in engines - generators with electricity generation. At the same time, carbon dioxide,

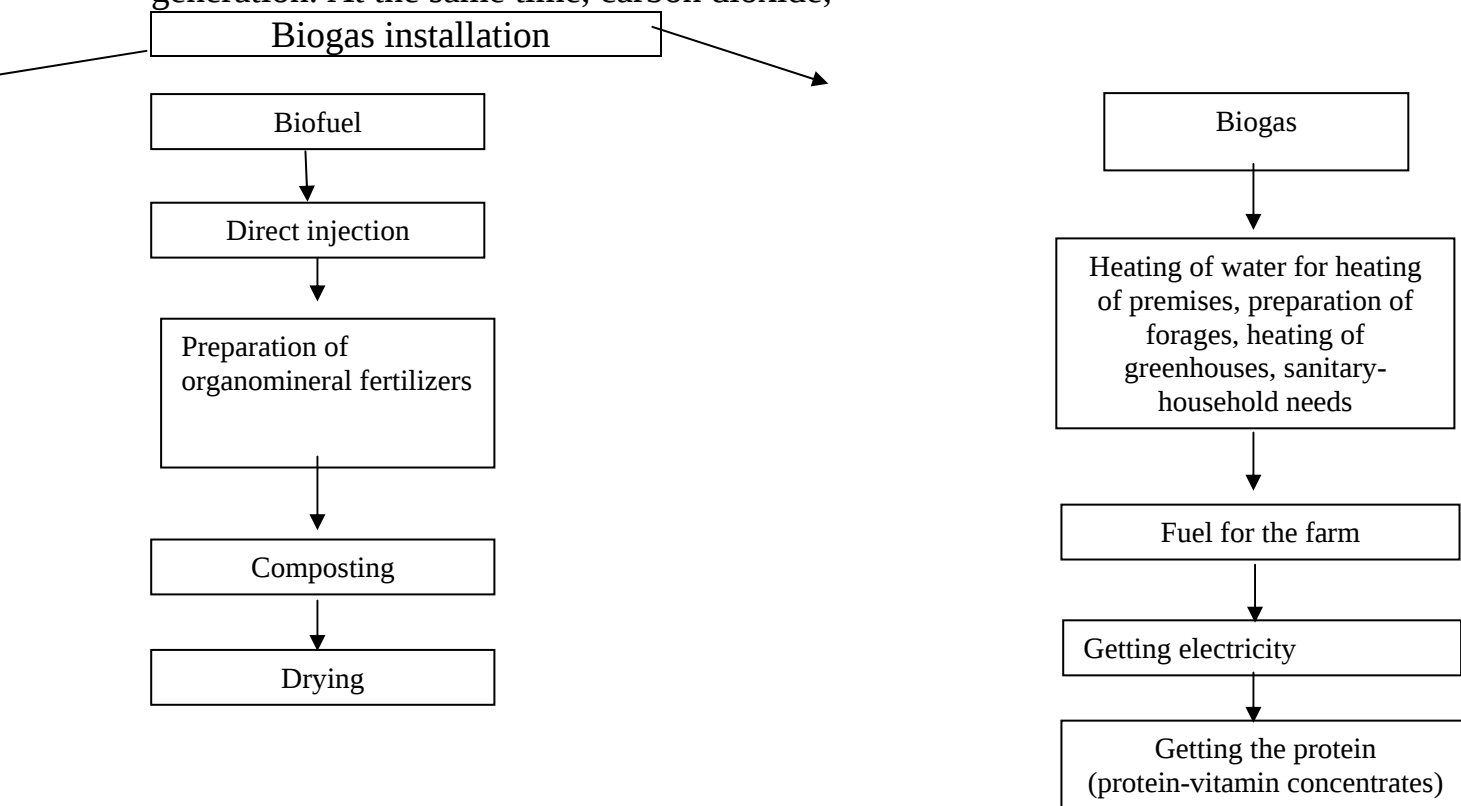


Fig. 1. Use of waste products in a biogas installation.

whose content in biogas reaches 40%, is simply a ballast, which reduces the calorific value of biogas by about 1.5 times. The efficiency of biogas use can be greatly improved by dividing it into the main components: methane and carbon dioxide. In this case it turns out a high-

calorie, including motor fuel in the form of pure methane and a valuable raw product in the form of carbon dioxide. In the NSC KPI, an original biogas separation technology has been developed with simultaneous compression of components to pressures of 10-20 MPa. The basis of technology is laid: the process of cryodistillation of biogas from a condensed (liquid or solid) state and the process of cryocompression separating component without the use of a mechanical compressor.

Conclusions. One of the possible ways of obtaining energy from biomass is its anaerobic digestion in biogas plants. Almost all types of organic waste can be used as the raw material for fermentation. First of all, it is an agricultural animal (manure) and vegetable waste. It can also be industrial waste (sugar, alcohol, milk, breweries), as well as municipal wastewater treatment plants. Another possibility is the use of natural processes of anaerobic digestion, takes place at landfills and landfills of solid household waste (SHW). The raw material potential for biotechnology includes plant potential, agricultural and household waste. Biogas plants on deer animals are the simplest and widely distributed throughout the world. Biogas installations is a simultaneous solution not only to the problems of agrochemistry and energy, but also to improve the overall ecological situation and social conditions of the villagers. For the processing of a large amount of plant and animal waste produced in farms and private homes of the population, it is necessary to use biogas plants, the process of processing of which takes place from 7 to 20 days. In the process of processing into biogas goes to 40 -50% of organic matter (by mass). Biogas technology allows accelerated production of anaerobic digestion of natural biofuels containing biologically active substances and trace elements.

REFERENCES

1. Geletukha G.G., Zhelyzensa T.A., Zhovmir N.M. [etc.](2010). Estimation of the energy potential of biomass in Ukraine. Industrial heat engineering. - T. 32, No. 6. - P. 58-65.
2. Makarchuk O.G., Savchuk V.K.(2011). Bioenergy potential of agricultural production: economic dimension, forecast of the use of the monograph K.: Agrar Media Group. 177 p.
3. Kaletnik G.M.(2010). Biofuels. Food, Energy and Ecological Safety of Ukraine: Monograph-To: "High-TechPres". - 516 p.
4. Burdenyuk I.I.(2014). Economic-mathematical modeling of biofuel production / I. I. Burdenyuk, L. O. Volontier (2014). Materials of the IV International Scientific and Technical Conference "The Land of Ukraine - The Potential of Food, Energy and Environmental Safety of the State". In two volumes, volume 1, Vinnitsa.: - pp. 74-77.
5. Chuchuy V.P., Uminsky S.M., Injutin S.V. (2015). Alternative sources of energy. A manual for students in higher education. TES publishing house and printing house., ISBN 978-617-7054-81-7, 2015, p.494c.
6. Uminsky S.M., Inyutin S.V. (2013). Production of biogas and organic fertilizers from agricultural waste. Machinery and technology of agroindustrial complex. № 11 (50) - All-Ukrainian scientific and technical journal. Jan.19-24.

ПРОИЗВОДСТВО БИОГАЗА И ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ АПК

Уминский С. М., Кашпаров О. В.

Ключевые слова: биоэнергетика, биомасса, биогаз, метановое брожение, биогазовая установка, реактор, полигон, биоудобрение.

Резюме

Энергетическая безопасность страны существенно зависит от степени диверсификации энергоносителей, используемых для удовлетворения ее энергетических потребностей. Украина имеет большой потенциал биомассы, которая доступна для энергетического использования. Основными составляющими потенциала отходы сельскохозяйственного производства и энергетические культуры. Привлечение этого потенциала в произ-водство энергии может удовлетворить около 13% потребности Украины в первичной энергии. Одним из возможных способов получения энергии из биомассы является ее анаэробное сбраживание в биогазовых установках. В качестве исходного сырья для сбраживания могут быть использованы практически все виды органических отходов. Прежде всего это отходы сельского хозяйства животного (навоз) и растительного происхождения. Это могут быть также отходы промышленности (сахарной, спиртовых, молочных, пивоваренных заводов), а так же станций очистки коммунальных сточных вод. Другой возможностью является использование природных процессов анаэробного сбраживания, имеет место на полигонах и свалках твердых бытовых отходов (ТБО). Биогазовые установки на навозе животных являются самыми простыми и получили широкое распространение во всем мире. Биогазовые установки - это одновременное решение не только проблем агрохимии и энергетики, но и улучшение общей экологической обстановки и социальных условий жителей села. Для переработки большого количества отходов растительного и животного происхождения, образуется в хозяйствах и личных подворьях населения необходимо использовать биогазовые установки, процесс переработки в которых происходит от 7 до 20 дней. В процессе переработки в биогаз переходит к 40 -50% органических веществ (по массе). Биогазовая технология позволяет ускоренно получить с помощью анаэробного сбраживания натуральное биоудобрение, содержащее биологически активные вещества и микроэлементы.

MANUFACTURE BIOGAS ORGANIC FERTILIZERS FOR POWER APC

Uminskij S.M., Kahparov O.V.

Key words: bioenergetics, biomass, biogas, methane fermentation, biogas installation, reactor, range, biofertilizer.

Summary

The country's energy security is heavily dependent on the degree of diversification of energy used to meet its energy needs. Ukraine has a great potential for biomass, which is available for energy use. The main components of the potential are agricultural waste and energy crops. Attracting this potential to energy production can satisfy about 13% of Ukraine's demand for primary energy. One of the possible ways of obtaining energy from biomass is its anaerobic digestion in biogas plants. Almost all types of organic waste can be used as the raw material for fermentation. First of all, it is an agricultural animal (manure)

and vegetable waste. It can also be industrial waste (sugar, alcohol, milk, breweries), as well as municipal wastewater treatment plants. Another possibility is the use of natural processes of anaerobic digestion, takes place at landfills and landfills of solid household waste (SHW). Biogas plants on deer animals are the simplest and widely distributed throughout the world. Biogas installations is a simultaneous solution not only to the problems of agrochemistry and energy, but also to improve the overall ecological situation and social conditions of the villagers. For the processing of a large amount of plant and animal waste produced in farms and private homes of the population, it is necessary to use biogas plants, the process of processing of which takes place from 7 to 20 days. In the process of processing into biogas goes to 40 -50% of organic matter (by mass). Biogas technology allows accelerated production of anaerobic digestion of natural biofuels containing biologically active substances and trace elements.

УДК 631.809

ОЦІНКА СТУПЕНЮ ЗАБРУДНЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ В УМОВАХ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

В.Г.Ільїна, Г.М.Вовкодав

Одеський державний екологічний університет

Виконано оцінку ступеню забруднення сільськогосподарської продукції важкими металами в умовах Миколаївської області за допомогою математичної моделі. Миколаївська область відноситься до зони з нестійкими та недостатніми умовами зволоження та недостатнім вмістом гумусу, тому для отримання високих врожайів необхідно використання зрошення та внесення мінеральних та органічних добрив. Ці заходи призводять до потрапляння у ґрунт важких металів, які переходять у сільськогосподарські рослини, забруднюючи їх. Ураховано біологічні особливості сільськогосподарських рослин з точки зору поглинання важких металів кореневою системою рослин, при цьому розрахунки виконано для основних, найбільш токсичних важких металів. В цілому по Миколаївській області не відзначено перевищення вмісту важких металів в основних сільськогосподарських культурах та сільськогосподарській продукції. Цінність дослідження полягає у сучасній інформації про вміст важких металів у ґрунтах сільськогосподарського призначення (за даними 2014 року) та її використання для оцінки екологічної чистоти сільськогосподарської продукції. За результатами роботи можливо надавати практичні рекомендації що до зменшення поглинальної здібності рослин забруднювальних елементів у сучасних умовах вирощування.

Ключові слова: забруднення, важкі метали, вміст, сільськогосподарська діяльність.

Вступ. Миколаївська область відноситься до основної з вирощування сільськогосподарських рослин. Особливої уваги потребують важкі метали, які окрім високої токсичності володіють здатністю до біокумуляції. Критерієм небезпеки

забруднення є гранично допустимі кількості (ГДК) токсичних речовин у рослинах та ґрунтах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням оцінки впливу важких металів на стан агроценозів займалися багато авторів [1]. При цьому були ураховані якісні та кількісні характеристики добрив.

Мета досліджень. Виконати оцінку впливу важких металів, які потрапляють в ґрунт в умовах Миколаївської області, на стан агроценозів за допомогою математичної моделі, що дозволить виконати оптимізацію режиму внесення мінеральних та органічних добрив з ціллю зменшення навантаження на ґрунтовий покрив [2].

Викладання основної частини дослідження. Накопичення важких металів рослиною розглядається в залежності від утримання рухомих форм важких металів у ґрунті. Швидкість надходження важких металів у рослину описується формулою [3]:

$$\frac{\Delta A_q^{\text{погл(о)}}}{\Delta t} = \frac{86,4 \alpha_q^{\text{погл}} \bar{A}_q^{\text{почв}} m_r^j}{a_r} \quad (1)$$

де $\frac{\Delta A_q^{\text{погл}}}{\Delta t}$ – швидкість поглинання важких металів корінням рослини, $\text{мгм}^{-2}\text{доб}^{-1}$;

$\alpha_q^{\text{погл}}$ – поглинальна здібність кореню, мс^{-1} ; $\bar{A}_q^{\text{почв}}$ – концентрація рухомих форм g-го виду важких металів у ґрунті, мг/кг^1 ; a_r – радіус кореню, см; q – вид важкого металу .

Результати досліджень. За допомогою наведеної вище математичної моделі виконано розрахунки вмісту найбільш токсичних важких металів в основних сільськогосподарських культурах, основні параметри якої наведені для умов Миколаївської області. За допомогою наведеної вище формули було виконано оцінку вмісту найбільш токсичних важких металів в рослинній продукції (рисунк 1 - 5). Як видно з рисунку, найбільше Cu в себе вбирають такі сільськогосподарські культури як, багаторічні трави, ріпак, соняшник, горох, а найменше цукровий буряк та гречка. Вміст Pb спостерігається в гречці на дуже високому рівні, в пшениці, кукурудзі та цукровому буряку, а в таких культурах як горох, соняшник, ріпак та багаторічні трави Pb був не виявлений, або був виявлений на дуже малому рівні. Щодо Zn, то максимальний його вміст спостерігається в кукурудзі, озимій пшениці, багаторічних трава, цукровому буряці, а мінімальні в гречці та соняшнику. Найбільший вміст Cd було виявлено в кукурудзі, мінімальний вміст у озимій пшениці, а в ріпаку його виявленню взагалі не було. В цукровому буряку та багаторічних травах Cd виявленню на рівні 0,01 мг/кг, в гречці та соняшнику на рівні 0,02 мг/кг. Максимальний вміст спостерігався в пшениці, кукурудзі, цукровому буряці, багаторічних травах та склав 0,02 мг/кг. В гороху, гречці та соняшнику вміст склав 0,01 мг/кг. В ріпаку Hg виявленню не було. У результаті проведення аналізу було визначено, що вміст міді, цинку, свинцю, кадмію та срібла у сільськогосподарській продукції не досягали гранично допустимих концентрацій. Основним фактором, який зумовлює таку поведінку рухомих та потенційно рухомих сполук важких металів у орному шарі чорноземів,

є технологія вирощування різних культур, а також, певною мірою, їх біологічні особливості (саморегуляція родючості чорноземів у тому числі).

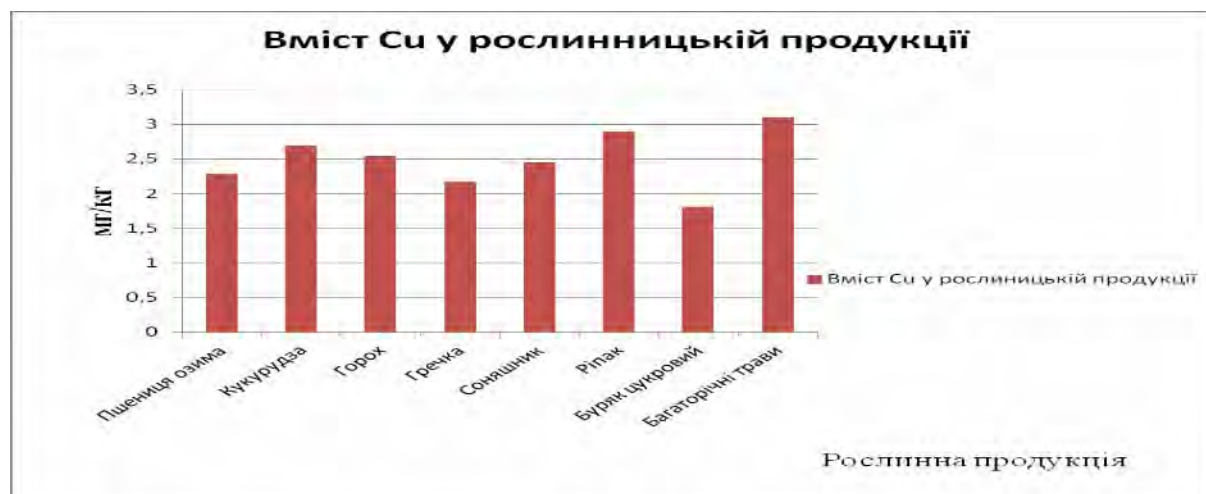


Рис. 1. Вміст Cu у рослинницькій продукції.

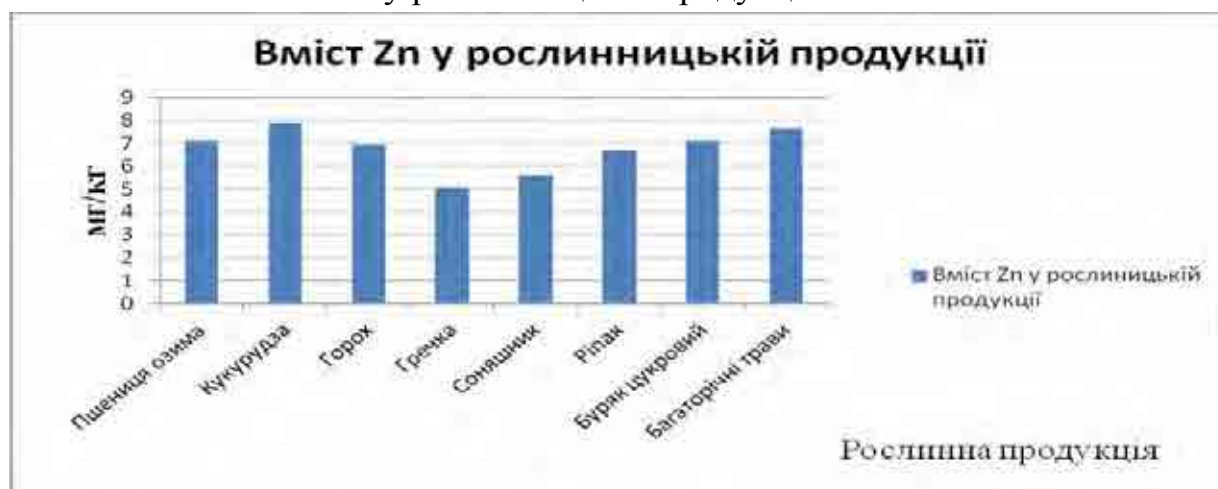


Рис. 2. Вміст Zn у рослинницькій продукції.

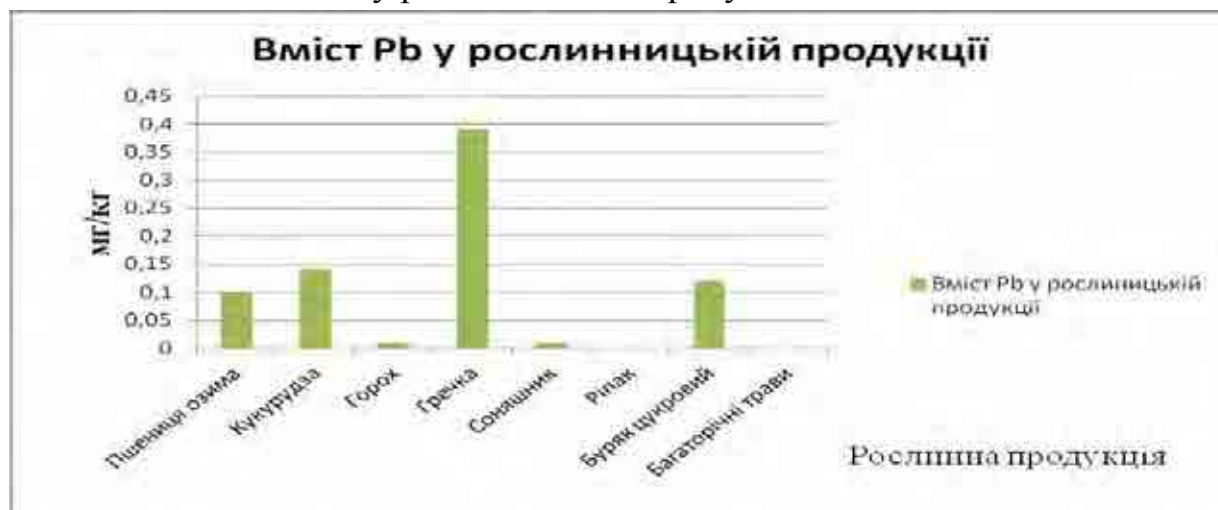


Рис. 3. Вміст Pb у рослинницькій продукції.

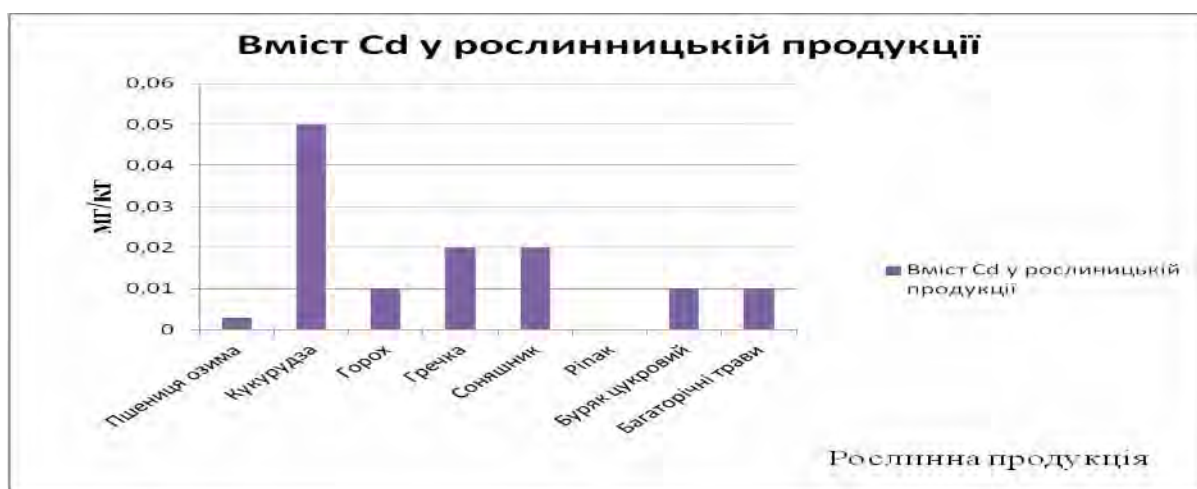


Рис. 4. Вміст Cd у рослинницькій продукції.

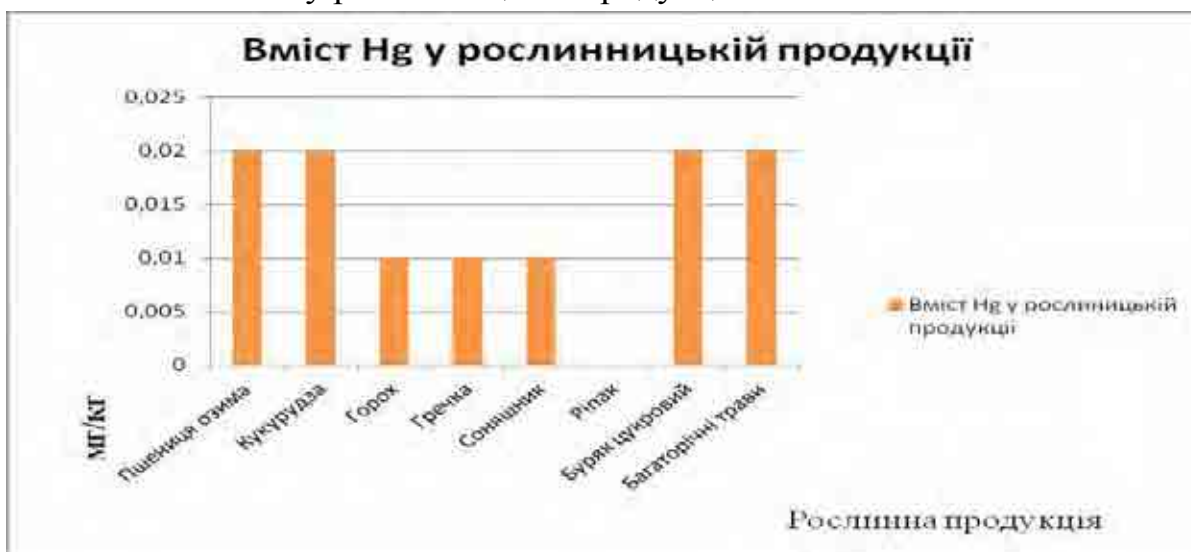


Рис. 5. Вміст Hg у рослинницькій продукції.

Висновки. Загальною характерною рисою у розподілі рухомих форм досліджуваних елементів є закономірне зростання їх вмісту від ґрунтів більш легкого механічного складу до ґрунтів важкосуглинкових. У даному випадку можна охарактеризувати такий стан, як зміни фонового вмісту елементів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Стан і якість природного середовища прибережної зони Північно – Західного Причорномор'я: монографія / за ред.. Т.А. Сафранова, А.В. Чугай. – Харків: ФОП Панов А. М., 2017. – 298 с.
2. Моделювання і прогнозування стану довільля. В. І. Лаврик, В.М. Боголюбов, Л.М. Полетаєва, С.М. Юрасов, В.І Ільїна. Монографія.К.:« Академія», 2010. – 397с.
3. Системний аналіз якості навколишнього середовища: підручник / Т.А. Сафранов, В.Ю. Приходько, Т.П. Шаніна, А.В. Чугай, А.В. Колісник; за ред.. проф.. Т.А.Сафранова і проф.. Я.О.Адаменко. – Одеса: Екологія, 2015. – 244с.

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ В УСЛОВИЯХ НИКОЛАЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

Ільина В.Г., Вовкодав Г.Н.

Ключевые слова: загрязнения, тяжелые металлы, содержание, сельскохозяйственная деятельность.

Резюме

Выполнена оценка степени загрязнения сельскохозяйственной продукции тяжелыми металлами в условиях Николаевской области с помощью математической модели. Николаевская область относится к зоне с неустойчивыми и недостаточными условиями увлажнения и недостаточным содержанием гумуса, потому для получения высоких урожаев необходимо использование орошения и внесение минеральных и органических удобрений. Эти мероприятия приводят к попаданию в почву тяжелых металлов, которые переходят в сельскохозяйственные растения, загрязняя их. Учтены биологические особенности сельскохозяйственных растений с точки зрения поглощения тяжелых металлов корневой системой растений, при этом расчеты выполнены для основных, наиболее токсичных тяжелых металлов. В целом по Николаевской области не отмечено превышение содержания тяжелых металлов в основных сельскохозяйственных культурах и сельскохозяйственной продукции. Ценность исследования заключается в современной информации о содержимом тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственного назначения (по данным 2014 года) и ее использование для оценки экологической чистоты сельскохозяйственной продукции. По результатам работы возможно предоставлять практические рекомендации по уменьшению поглощающей способности растений загрязняющих элементов в современных условиях выращивания.

EVALUATION OF STEAM OF POLLUTION OF AGRICULTURAL PRODUCTS BY HIGH-SPEED METALS IN THE CONDITIONS OF THE MYKOLAIV REGION

Ilina V.G., Vovkodav G.N.

Key words: pollution, heavy metals, the maintenance(contents), agricultural activity.

Summary

Assessment of the degree of pollution of agricultural products by heavy metals in the Mykolayiv region by means of a mathematical model is performed. Mykolayiv region belongs to a zone with unstable and insufficient conditions of humidification and insufficient content of humus, therefore it is necessary to use irrigation and mineral and organic fertilizers for obtaining high yields. These measures lead to the entry into the soil of heavy metals, which pass into agricultural plants, contaminating them. The biological peculiarities of the agricultural plants from the kidney from the view of the absorption of heavy metals by the root system of plants are taken into account, while calculations are made for the main, most toxic heavy metals. In general, in the Mykolayiv oblast, the excess of heavy metals in the main crops and agricultural products was not noted. The value of the study is the up-to-date information on the content of heavy metals in agricultural soils (as of 2014) and its use for

assessing the environmental cleanliness of agricultural products. By results of work it is possible to provide practical recommendations that reduce the absorption capacity of plants of pollutants in modern conditions of cultivation.

UDC 622.75:629.7

INSTALLATION FOR PREPARATION LIQUID FORAGES

S. M. Uminsky, D.S. Uminsky
Odessa State Agrarian University

Preparation of high quality feeds that have undergone cavitation decontamination, increased digestibility for fattening pigs, young cattle, as well as feed additives for adult animals is an urgent task. Acoustic liquid-phase processing of materials has been used in agricultural machinery and agroproduction. The cavitation preparation of liquid feed has been developed, which allows the production of complete, disinfected feeds that are easy to assimilate in the livestock farms, bypassing the phase of cooking of fodder from fodder grain, grain-processing waste, by-products of grain-processing enterprises, food waste, etc., from plant raw materials, rough and succulent feeds. The technology, and the design of the dispersant, can be applied both in livestock complexes with a large number of animals, and on small farms with a small number of animals. In large pig farms, prepared and decontaminated feed can be supplied on dead-end feed lines without washing the latter, because the food does not spoil for three days, which distinguishes the claimed technology favorably from the technology "Hüdpöimik - cinspoon" Germany, in which the feed lines are washed after each filing (before 10 times a day).

Key words: hydrodynamical radiator, the amalgamator, forage, hydrolysis.

Introduction. Acoustic liquid-phase processing of materials has been used in agricultural machinery and agroproduction. Hydrodynamic emitters - devices that convert part of the energy of a moving fluid into the energy of acoustic waves. Preparation of high quality feeds that have undergone cavitation disinfection, increased digestibility for fattening pigs, young animals of cattle, as well as feed additives for adult animals is an urgent task [1].

Problem. A well-known compound feed product and pet food, according to which the combined feed product of reduced moisture is derived from the ability to convert into a jelly mixture of source of protein and starch source. The choice of sources of protein and starch in a known fodder product is determined in general by fodder needs, peculiarities of taste and type of produced feed. Intermediate sources of vegetable protein are: gluten, wheat protein, soy protein, rice protein, corn protein, etc. Intermediate sources of animal proteins are: muscle and skeletal mammals, birds and fish, as well as crushed raw materials such as meat flour, bone meal, fish meal, and others. The source of starch is grain such as corn, rice, wheat, barley, oats or soy and their mixture. Other compounds, such as salt, spices, condiments, vitamins, mineral additives, flavoring agents, lipids, and the like can be included in the mixture capable of converting the thermal process to the jelly. The mixture is capable of

being converted into jelly during heating, obtained from gluten of wheat, skimmed soy flour, sugars, fermented bacon and water [2]. The disadvantages of this method are: - higher energy consumption for crushing and heating up to 1150°C in a colloid mill; - the need for dehydration of the mixture; - the need to feed the feed for domestic animals (dogs, cats) in a fryer, in beef fat, at a temperature of 170°C. A well-known method for utilizing high-quality food waste, which includes the addition of a high-volatile alcohol bard in a humidity of 85 to 95% pre-crushed grain waste with a moisture content of 10 to 20%. Due to the conductive mass transfer, the moisture content of the mixture is technological. The resulting mixture is extruded. Then the extrudate is dried by the air flow in the room until the humidity reaches 10 ÷ 12% [3]. The disadvantages of this method are: - the use as a main component of pre-crushed grain waste; - higher extrusion cost of the product, as friction is used as the sole source of heating; - the need for additional drying of the extrudate by a stream of heated air. A known method and installation of feed preparation [4], which includes the mixing of products with water, hydrodynamic, cavitation and thermal effects, in which the mixture is passed through a system of moving channels with variables in the course of its movement, intersections to ensure the release of energy of bursting cavitation bubbles directed on the processed mixture, which moves repeatedly on a closed circuit, to bring it to a homogeneous state at a temperature of 50-70 °C. In this method and installation, the initial agricultural raw materials containing trace elements, protein, vitamin and mineral components, in a certain proportion diluted with water. The resulting mixture is fed into a special chamber in which, due to the geometric profile of the channels, the dynamics of their crushing, as well as the rotational height, hydrodynamic conditions are created for the formation of cavitation bubbles. The mixture is pushed through the channels having a variable intersection, which, due to changes in the flow rate, is a change in the pressure of the mixture, which leads to the formation of gas vapors, vapors. When moving the flow through the channels of the chamber into a zone with reduced pressure, the cavitation bubbles begin to burst. The disadvantages of this method are: - zones of stable occurrence of cavitation vesicles can be only channels of variable cross section of the rotor and stator; - insufficiently clear understanding of the conditions for the emergence and bursting of cavitation bubbles, namely: in areas with reduced pressure cavitation vesicles arise and only when the mixture moves into the zone of high pressure, cavitation bubbles burst. The well-known technology line for the preparation of forages «Тікс-Аргус» [5], which includes a serially connected and technologically connected preloading device, a conveyor, a magnetic column, a working capacity, a chopper for cyclic processing of raw materials. Raw material for feed preparation, for example, in the form of feed grain, falls into a boiler, from which the conveyor is sent to the purifier of raw materials. Cleansing from mechanical impurities, the raw material enters the dispenser, which simultaneously adds various additives that improve the nutrition of the feed. In the capacity of the dispersant, pour water, start the pump - and the feedstock is fed into the capacity of the container. The dispersant is provided, under the influence of cavitation forces of high-frequency resonance, mechanical grinding, emulsification and heat-warming in the destruction of intercellular and inter-molecular bonds, the formation of a paste-like feed for animals occurs. The disadvantages of the technological line for cooking are: - the low density

of cavitation in the operating organs of crushing «Апрыс» because the holes in the channels in the rings of the rotor and stator are made in the form of subsonic nozzles, profile of which is designed for gases, and not for liquids - the manufacture of channels in the stator in the form of openings with the output of the processed suspension through the end surfaces - also do not contribute to an increase in the density of cavitation, and thus to increase the efficiency of the technological line.

The purpose of research: Development of the cavitate preparation of liquid feed, which will allow the livestock farms to prepare complete, disinfected feeds that are easy to digest, bypassing the cooking phase of fodder from fodder grain, grain-processing waste, by-products of grain-processing enterprises, food waste, etc., from plant raw materials, rough and succulent feeds.

Research results. The technical result of the researches is the installation of cavitational preparation of liquid feed. The composition of feed is complex, because it is, depending on the destination, feed, plant compound and feed additives (micro and macro additives). The task is achieved by the fact that in the cavitation method a feed additive is obtained on the basis of humic acids and humates (humate of sodium or potassium), from peat or brown coal, which includes cavitation, dispersion of peat or brown coal in aqueous solution of alkalis until the complete release of humic acids from followed by the receipt of humates by adding sodium hydroxide and sodium carbonate and potassium, cavitation dispersion until the temperature of the mixture of 80-90 ° C reaches the "thickening" of the suspension. Gummies, getting along with food in the stomach of animals, increase the permeability of cell membranes and thus contribute to the filling of potassium in the intracellular fluid, which accelerates cell division. At the same time, due to the additional energy reserve, the physiological processes are intensified in the cells. The trace elements contained in brown coal (magnesium, manganese, copper, molybdenum, selenium, iodine, etc.) satisfy the needs of animal organisms and contribute to filling the required energy for bone formation and total activation of the organism (for example: manganese is involved in oxidation-reducing processes and is an integral part of enzymes, copper is involved in the processes of oxidation, increases the intensity of respiratory processes, without it the difficulty in protein synthesis, iodine can be included in the free amino acids and, accordingly, the proteins). Humates made of peat are particularly effective in aqueous solutions, because water is the most important part of the diet that provides the flow of exchange reactions, digestion, excretion of urine from metabolic products, especially in this product, an absorbent in the form of not a large amount of activated carbon in combination with humic acids [6]. The content of the main components in the feed additive is determined by the initial composition of the used peat, brown coal, the content of which naturally-hydrated humic acids should be at least 20% and ash content not to exceed 30%. In the case of a deficiency of certain trace elements in the initial stores it is necessary to replenish them from other sources. At the proper stage in the practice of animal husbandry in order to increase the nonspecific natural resistance of the organism and the productive properties of animals and poultry, a number of biologically active substances, and especially of natural origin, which include the drug received from peat - humate sodium (HELAFIT), is used. Production of the preparation according to the

technical specifications (TU 26.8-23690792-002: 2006) developed by the small enterprise "MIZ" (Odessa). This drug can be used on small farms and large livestock complexes without significant increase in labor costs and investments. By its efficacy, the preparation-HELAFIT, successfully competes with synthetic drugs, and on some indicators has an advantage due to its natural origin and multilateral effects on the organism of the animal. The content of the cavitation effect is as follows: When passing a mixture of peat or coal with water through the cavitation dispersant, in constructively conceived areas there are zones of reduced and high pressure, the mixture is subjected to a sharp shift load. The work of a hydrodynamic dispersant is based on the generation of perturbations in a liquid medium, in the form of some field of velocity and pressure, in the interaction of a moving fluid with a fixed or moving obstacle of a certain shape and size. When the mixture of pressurized water vapor decreases (depending on the pressure and temperature) in the mixture of intensively boiled water, a lot of cavitation vials are formed [6,7]. In the intense sound wave during the half-life of the rarefaction there are bubbles of cavitation, which are sharply closed after the transition to the region of high pressure, causing strong hydrodynamic perturbations in the liquid, intense radiation of acoustic waves. Bubbles of cavitation are formed in those places where the pressure P in the fluid becomes lower than some critical value of P at the corresponding threshold of cavitation. For a perfect homogeneous pure liquid, the probability of spontaneous formation of bubbles becomes noticeable only with sufficiently large tensile stresses, for example, for the water, the theoretical value of P_k is close to $-P_a = 1500 \text{ kgf /}$; real liquids are less strong. The maximum stretching of thoroughly cleaned water, achieved at 10°C , is $-P_a = -280 \text{ kgf /}$. Under normal conditions, continuous fluid ruptures occur at a pressure of only a little less than the saturated vapor pressure at this temperature. The low strength of real liquids is due to the presence of cavitation germs - microscopic gas bubbles. Cavitation occurs as a result of loss of resistance of the embryos entering the region of reduced pressure in the sound waves, and their rapid growth. The process of expanding the bubbles-germs is due to a number of effects: pressure of gas and vapor in the bubble, which exceeds the pressure in the surrounding fluid; diffusion of gas into a liquid bubble; evaporation of fluid and increase in the mass of vapor in the bubble; coagulation of the embryos. The first of these mechanisms plays a major role in the formation of cavities with a sharp decrease in pressure in a liquid with a low gas content in the temperature range far from the boiling point. The microscopic bubble, getting into the region of rarefaction, is greatly expanded as a result of the fact that the pressure Q contained in it, the vapor and gas, are manifested as exceeding the total effect of the surface tension and the pressure P in the liquid. The velocity of the expansion of the bubble in this case is determined by the momentum that is obtained by the surrounding layers of the liquid under the action of the pressure Q of the vapor and gas in the bubble, and is approximately expressed by the formula:, where Q P , p is the density of the liquid. For $Q = P_a \text{ cm / s}$, that is, with a sufficiently sharp drop in pressure, the bubble rapidly expands. The diffusion mechanism is usually found at relatively slow pressure changes (i.e., at low frequencies) in a liquid with a large gas content. In expanding the bubble, the concentration of gas in it falls, and the gas diffuses from the liquid into the bubble. The velocity of diffusion expansion of the bubble, where r_g is the density of gas in

the bubble, C is the mass concentration of the dissolved gas, D is the diffusion coefficient of the gas in the liquid (for air in water D), t is the time. The installation is based on a hydrodynamic dispersant, which converts the energy of a turbulent flooded jet into heat energy by heating the liquid. The most expedient is the mechanism of hydrodynamic radiation due to the pulsation of the cavitation region, which is formed between the nozzle and the obstacle. Reflecting surfaces can be convex, flat and curved. The best in energy terms is an inverted reflector in the form of a hole. Hydrodynamic dispersant works under the pressure of the fluid created by the pump station. With the help of the adjustment mechanism, the size of the gap between the nozzle and the reflector of the disperser can be changed. The radiator is tuned by setting a certain gap between the nozzle and the reflector. The optimum clearance is 2.9 mm. The control of the operating mode of the emitter is carried out using a special acoustic sensor (hydrophone). In most cases, you can adjust the emitter by listening for maximum sounding acoustic mode. When the mixture is displaced to the zone of high pressure, the vials disappear and burst, at which points disappear, as is known, there are local zones with high temperatures and pressures. If the bubbles have preserved a spherical shape at the time, then all collisions occur in the center of the former bubble, and if the shape of the bubble was deformed by hydrodynamic effects, then when the disappearance occurs, the formation of high-energy cumulative jets. The shock waves generated by them have an energy that exceeds not only the van der Waals communications but also the CC bond in organic compounds, which provides the disintegration and destruction of the components of peat and coal, initiates and intensifies the physico-chemical processes of processing raw materials. In the cavitation method for the preparation of liquid fodder from fodder grain (grains of cereals and legumes) and grain-processing waste (crushed grain, seeds of weed plants, etc.), which includes cavitation treatment of feed grain, which is carried out by cavitation dispersion in aqueous solution fodder grain, which is a grain of cereals and legumes, and grain-processing waste until the temperature of the mixture reaches 60-80°C, at which the transition of starches into easily digestible substances occurs and the pasteurization of the resulting suspension. Such substances are most often monosaccharides, disaccharides, trisaccharides (glucose, fructose, sorbosa, maltose, galactose, etc.) [6,7]. In the cavitation method, the preparation of components of liquid feed from plant raw materials, coarse and sewage forage, which includes cavitation treatment of plant raw materials, coarse and succulent feed, in the aqueous medium and warming the mixture with the described dispersant. It is known that in the complex stomach of ruminants, cellulose is partially digested and cultivated by large colonies of microorganisms inhabiting the scar. An animal with such a stomach, in order to preserve the motility of the gastrointestinal tract, part of the feed should be stored in the primordial or partially treated species, and a smaller part is desirable to cavitationally crush, disintegrate and transfer part of fiber (cellulose) into starch and sugars. In animals with single-chamber stomachs (horses, pigs), rough feeds are digested worse, because digestion and absorption of the main amount of nutrients in the diet occurs in the intestine. For such animals, preliminary cavitation treatment of roughage, in order to transfer nutrients into easily digestible forms, yields a significant increase in productivity. The essence of cavitation influence on plant raw materials, rough and juicy food is as

follows: cellulose (cellulose), as well as starch, is a natural polymer. It turned out that these substances have the same structural components and, consequently, the same molecular formula $(C_6H_{10}O_5)_n$. Cellulose and starch molecules differ in structure. Starch molecules have a linear, and often branched structure, molecules of the same cellulose - only a linear structure. This explains that cellulose, which has a significantly higher value of n , forms fibrous materials such as cotton, flax, yarn, and the like. In the process of cavitation dispersion of plant material in aqueous solution, part of the cellulose is converted into starch, and under the action of high temperatures, in the region of the breakdown of cavitation bubbles, there is partial hydrolysis of starch in sugars. The technological line for cavitation preparation of liquid feed has been developed, which includes: - the line of cavitation preparation of a feed additive on the basis of humates (humate of sodium or potassium - HELAFIT); - a line of cavitation preparation of liquid fodder from fodder grain (grains of cereals and legumes); - a line of cavitation preparation of liquid feed from plant material, coarse and juicy feed. The technological line for implementing this method of liquid feed preparation works in the following way: pre-dried to 25-30% moisture content of peat or brown coal, most of which have high natural humidity, making them sticky and making their crushing becomes difficult due to sticking bins and tines, clogging crushers and grinders, are delivered to the feed additive feed line. The weight dispenser of peat and brown coal are sent to a mixer, which feeds water and meadow. The resulting mixture is sent to a cavitation dispersant, which pumping it from the mixer after treatment again returns it to the mixer. In the process of cavitation dispersion, the physical and chemical decomposition of peat and brown coal at the molecular level occurs simultaneously. The resulting cavitation processes, which occur, the peat or hydrocarbon paste paste is intensively warmed up and stirred. Cavitation treatment of peat and brown coal is carried out until the complete release of humic acids. If there is a need for the production of humic acids as a commodity product that will continue to be used outside the process line, the resulting suspension is sent to a storage vessel for humic acids. In the case of the use of humic acids and humates for the preparation of the feed additive, the resulting suspension is added hydroxides, carbonates and bicarbonates of potassium, sodium or potassium up to the full transfer of humic acids in the removal of potassium or sodium. To carry out the complete transfer of humic acids into the gum, the suspension is passed through a cavitation dispersant until its temperature reaches 80-90 ° C. The resulting product of dark brown or black color has a high sorption, ion exchange, complexing, gelling, flocculating, and biological activity. In the future, humates are fed into a mixing mixer for mixing with other components of liquid feed. Forage grain (cereals and legumes or grain-processing waste), delivered by car, are fed by weight dispensers, and then by a conveyor belt in the mixer. The mixer is filled with water, mineral additives and trace elements are needed. The lobed turbine of the cereal is brought to a weighed state in the mixer, then the grain mixture is fed into the cavitation dispersant, and from it back to the mixer. In the process of cavitation dispersion, when heated, destruction of cellular structures is performed, starch or gluten is released into solution. Cooking of fodder from fodder grain and waste of grain-processing is carried out by cavitation dispersion with heating in a water solution of fodder grain, which is a grain of cereals and legumes, and waste

of grain processing until the temperature of the mixture of 60-80°C, at which the transfer of starches in the light-carrying substances and pasteurization of the resulting suspension. Substances obtained as a result of hydrolysis of starch, often occur (glucose, fructose, sorbosa, maltose, galactose, etc.). After the cavitation treatment, the mixture enters the prefabricated mixer. Vegetable raw materials, rough and juicy food delivered by a car, weight dispensers, and then a belt conveyor, on which the magnetic removal of iron parts is made, is fed into a crush feeder and then into the mixer. The mixer is supplied with water mixed with a vegetable raw material mixer, rough and succulent feeds, wetting and impregnating them, and after reaching a mixture of mobility, it is directed to the cavitation dispersant and back into the mixer. As a result of the cavitation effect on the resulting mixture, it is crushed, disintegrated, the formation of starch from cellulose (cellulose) and its partial hydrolysis, with the release of sugars. In the process of cavitational dispersion of plant raw materials and succulent feeds, there is the destruction of weed seeds, the destruction of rotting and pathogenic microorganisms. Subsequently, the prepared feed mixture is fed into a mixing mixer. The components that came into the mixing mix in the required proportions, liquid feed and passed cavitation treatment on their lines, disinfected, gelatinous, etc., are mixed, and then screw conveyor are sent to a container for storage and delivery of ready-made liquid feeds for their intended purpose. The unit for liquid feed preparation (Figure 1.) works in the following way.

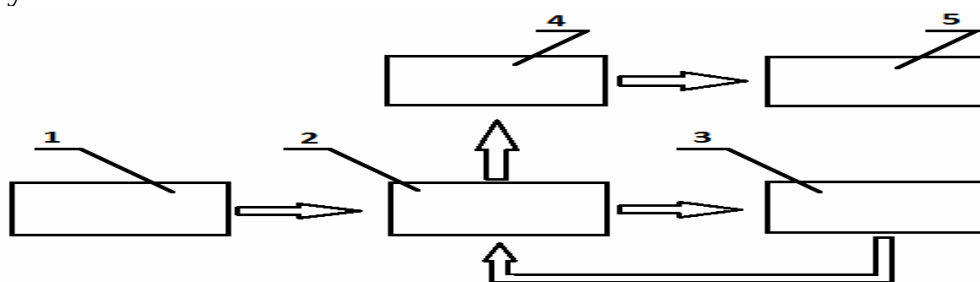


Fig. 1. Technological scheme of the method of preparation of liquid feed.

Peat or brown coal imported with cauliflower, after crushing to a size of 0-10 mm, weight doping 1, are fed to the belt conveyor, and then into the mixer 2. In the same mixer water and alkali are fed in the appropriate proportion. Coming from the mixer in dipper 3 (described construction), the mixture is subjected to intensive dispersion, heating, etc., after all physical and chemical processes and the heating of the resulting suspension to 80-90°C, commodity humic acids are added to the container. To obtain humates in the mixer, add hydroxides and potassium or sodium carbonates and continue to process the suspension until the complete release of humates, which is completed when the slurry is set to a temperature of 80-90°C. Visually, the output of humates is expressed in a zagictnoy mixture. The resulting suspension of humates is either pumped into the product container 4 or dosed into a mixing mixer 5. To obtain a feed material component of liquid feed, fodder grain and grain processing waste delivered by avtomobili, weight doses and then condensed is sent to the mixer. The same mixer is supplied with water. The turbine mixer water, grain and waste of grain processing are brought to a weighted position, and then sent to the dipper and through the pipeline return to the back [6,7]. In the process of cavitation dispersion and the course of physico-chemical

processes, the mixture intensively heats up, and when the temperature reaches 60-80C, its clay extraction occurs. The mixture becomes gelatinous and it begins with the hydrolysis of starch, which results in the release of sugars. The resulting gelatine suspension is dosed to the prefabricated mixer. To obtain the plant component of liquid fodder, vegetable raw materials, rough and juicy food, delivered avtomboilem, dispensers, and then the conveyor are sent to a shredder of rough kopmi. Along the way from the feed the magnetic separator removes iron components. Shredded feed is sent to the mixer in which they are wetted and leaked with water, which is sent to the mixer. After acquiring a mixture of mobility, it is sent to the dipper and then returns to the mixer. In the course of physico-chemical, thermal, cavitation influence, coarse fats are fused, the mixture is heated, and partly starch is released from the cellulose, some of which is hydrolyzed into sugars. Upon completion of the dispersion, the dosage mixture is sent to the prefabricated mixer. All components of liquid feed supplied to the mixing mixer are thoroughly mixed, and then screwed into the container for storage and delivery of feed. The resulting liquid feeds can be produced in any combination of components, are environmentally friendly, have increased digestibility, pleasant activities and attractive flavoring qualities.

Conclusions. The cavitation preparation of liquid feed has been developed, which allows the production of complete, disinfected feeds that are easy to assimilate in the livestock farms, bypassing the phase of cooking of fodder from fodder grain, grain-processing waste, by-products of grain-processing enterprises, food waste, etc., from plant raw materials, rough and succulent feeds. The technology, and the design of the dispersant, can be applied both in livestock complexes with a large number of animals, and on small farms with a small number of animals. In large pig farms, prepared and decontaminated feed can be supplied on dead-end feed lines without washing the latter, because the food does not spoil for three days, which distinguishes the claimed technology favorably from the technology "Hüdpöimik - cinspoon" Germany, in which the feed lines are washed after each filing (before 10 times a day).

REFERENCES

1. Topilin G.E., Uminsky S.M., Injutin S.V. (2009). The use of hydrodynamic apparatuses in technological processes. TES publishing house and printing house, ISBN 2389-04-3, 2009 p.184 p.
2. Method of preparation of a forage. Russian Patent No. 2240703 dated 27.11.2004.
3. Method of utilization of high-quality food waste. Russian Patent No. 2248720 dated 27.03.2005.
4. Method of preparation of a forage. Patent № 2261621 dated 10.10.2005.
5. Technological line for preparation of feed "Tikx-Apyc" (Russian Patent No. 2223013 dated February 10, 2004)
6. Uminsky S.M., Injutin S.V., Psilitsa B.V. (2017). How to prepare liquid feed. Patent for Utility Model UA 119675U A 23K Claimed 09.19.2016. Published 10.10.2017. Bull No. 19.
7. Uminsky S.M., Chuchuy V.P., Injutin S.V. (2014). Alternative fuels from biomass. TES publishing house and printing house, ISBN 978-617-7054-33-6, 2014 375p.

УСТАНОВКА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЖИДКИХ КОРМОВ

Уминский С. М., Уминский Д. С.

Ключевые слова: гидродинамический излучатель, кавитация, диспергатор, смеситель, корм, гумат, гидролиз.

Резюме

Приготовление кормов высокого качества, прошедшие кавитационное обеззараживания, повышенной усвояемости для откорма свиней, молодняка крупного рогатого скота, а также как кормовые добавки для взрослых животных является актуальной задачей. Акустическая жидкофазного обработка материалов получила применение в сельхозмашиностроении и агропроизводства. Разработана установка кавитационного приготовления жидких кормов, позволяет в условиях животноводческих ферм готовить полноценные, обезврежены корма, которые легко усваиваются, минуя фазу приготовления комбикормов с фуражного зерна, отходов зернопереработки, побочных продуктов зерноперерабатывающих предприятий, пищевых отходов и т.д., из растительного сырья, грубых и сочных кормов. Технология и конструкция диспергатора, может быть применена как на животноводческих комплексах с большим поголовьем животных, так и на мелких фермерских хозяйствах с небольшим числом животных. На крупных свиноводческих комплексах приготовленный и обеззараженный корм может подаваться по тупиковым кормопроводу без промывки последних, потому что корм не портится в течение трех суток, что выгодно отличает заявленную технологию, от технологии «Гидромикс - синхрон» Германия, по которой кормопроводы промываются после каждой подачи (до 10 раз в сутки).

INSTALLATION FOR PREPARATION LIQUID FORAGES

Uminsky S.M., Uminsky D.S.

Key words: hydrodynamical radiator, the amalgamator, forage, hydrolysis.

Summary

Preparation of high quality feeds that have undergone cavitation decontamination, increased digestibility for fattening pigs, young cattle, as well as feed additives for adult animals is an urgent task. Acoustic liquid-phase processing of materials has been used in agricultural machinery and agroproduction. The cavitation preparation of liquid feed has been developed, which allows the production of complete, disinfected feeds that are easy to assimilate in the livestock farms, bypassing the phase of cooking of fodder from fodder grain, grain-processing waste, by-products of grain-processing enterprises, food waste, etc., from plant raw materials, rough and succulent feeds. The technology, and the design of the dispersant, can be applied both in livestock complexes with a large number of animals, and on small farms with a small number of animals. In large pig farms, prepared and decontaminated feed can be supplied on dead-end feed lines without washing the latter, because the food does not spoil for three days, which distinguishes the claimed technology favorably from the technology "Hüdpöimik - cinspoon" Germany, in which the feed lines are washed after each filing (before 10 times a day).

УДК 631.312

ОЦІНКА СТУПЕНЮ ВПЛИВУ ЗАСОЛЕННЯ ТА ОСОЛОНЦЮВАННЯ ГРУНТУ НА РОЗВИТОК РОСЛИН ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

В.Г.Ільїна, К.Р.Шпатар

Одеський державний екологічний університет

У зв'язку із зміною клімату виникає потреба в оптимізації умов посівних площ, які зайняті під сільськогосподарські рослини, а також необхідність у застосуванні режиму зрошення. Вода, яка використовується для зрошення не завжди відповідає вимогам, що в свою чергу викликає засолення та осолонцювання ґрунту. Ця проблема є дуже актуальною для умов Одеської області. Виконано оцінку ступеню впливу засолення та осолонцювання ґрунту на ріст та розвиток сільськогосподарських культур за допомогою математичної моделі стосовно умов Одеської області. Для зменшення негативного впливу зрошення на ріст та розвиток сільськогосподарських рослин використовується фосфогіпс, тому у моделі було ураховано час та кількість вносимого уґр унт фосфогіпсу. У якості показника швидкості росту рослин використовувалася ефективна температура повітря. Важливим показником ефективності зрошення в умовах недостатнього зволоження ґрунту є спосіб зрошення, тому у роботі ураховано цей показник. Для розрахунків за моделлю використовувалася одна з основних сільськогосподарських рослин, яка широко культивується в умовах Півдня України - кукурудза. Отримані результати можуть бути використані для надання практичних рекомендацій що до зменшення негативного впливу зрошення на ріст та розвиток рослин.

Ключові слова: зрошення, якість води, важкі метали, сільськогосподарська діяльність.

Вступ. Територія півдня України володіє великими ґрунтовими багатствами. Великої шкоди родючості завдає вторинне засолення, розвинене на зрошуваних землях. На значних площах чорноземних та інших ґрунтів помітний розвиток отримало явище дегуміфікації, що приводить до втрат найважливішого компонента складу ґрунту - гумусу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням оцінки впливу зрошення на стан агроценозів займалися багато авторів [1]. При цьому були ураховані режим та спосіб зрошення.

Мета досліджень. Виконати оцінку впливу засолення та осолонцювання ґрунту на ріст та розвиток сільськогосподарських рослин, які вирощуються Одеської області, за допомогою математичної моделі, що дозволить виконати оптимізацію режиму зрошення з ціллю зменшення навантаження на ґрунтово - рослинний покрив.

Викладання основної частини дослідження. Територія Півдня України відноситься до територій з недостатнім або нестійким режимом зволоження ґрунту. Тому виробництво

сільськогосподарської продукції вимагає застосування зрошення для отримання достатньої кількості, якості та екологічної чистоти врожаїв. Але зрошення в деяких випадках веде до осолонцювання та засолення ґрунту. Тому дуже важливо з екологічної точки зору ураховувати забруднення ґрунту внаслідок зрошування [2].

Результати досліджень. Вплив осолонцювання ґрунту на формування врожаю сільськогосподарських культур враховується за допомогою функцій впливу рівню натрієво-кальцієвого потенціалу ґрунту на приріст рослинної маси [2]:

$$K_{Na-Ca}^j = 1 - (0,31P_{Na-Ca}^{почв(j)} - 0,4) \mu^{jTSL} j_n^j \quad (1)$$

де K_{Na-Ca}^j – функція впливу натрієво-кальцієвого потенціалу ґрунту на приріст сухої біомаси цілої рослини, безрозмірна; $P_{Na-Ca}^{почв(j)}$ – натрієво-кальцієвий потенціал ґрунту, безрозмірний; μ – потенціальна інтенсивність росту рослин, безрозмірна; TSL – середня за декаду ефективна температура, $^{\circ}C$; n – кількість днів у розрахунковій декаді.

Приймається, що величина натрієво-кальцієвого потенціалу ґрунту не змінюється до поливу. В декаду вегетаційного поливу ця характеристика визначається в залежності від рівня натрієво-кальцієвого потенціалу зрошуваної води та внесення фосфогіпсу [2]:

ґрунт зр.в.

$$P_{Na-Ca} = [1,25 P_{Na-Ca}^{зр.в.} - 0,125] K_{Na-Ca}(G_H) K_{Na-Ca}(G_{\text{ч}}) \quad (2)$$

зр.в.

де P_{Na-Ca} – натрієво-кальцієвий потенціал зрошувальних вод, безрозмірний; $K_{Na-Ca}(G_H)$ та $K_{Na-Ca}(G_{\text{ч}})$ – відповідно, функції впливу внесення кількості (норм) фосфогіпсу та часу внесення фосфогіпсу.

Зниження продуктивності рослин під впливом засолювання ґрунту розраховується за допомогою функції впливу міри засолювання ґрунту на приріст біомаси рослин [2]:

$$K_S^j = 1 - q_S (S_{почв}^j - S_{почв}^{кр}) \mu^{jTSL} j_n^j \quad (3)$$

де K_S^j – функція впливу утримання солей у ґрунті на приріст біомаси рослин; q_S – зниження приросту біомаси на одиничний приріст засолення; $S_{почв}^j$ – вміст солей у водній витяжці ґрунту, гр /л; $S_{почв}^{кр}$ – критичний рівень засолення, $г\text{л}^{-1}$.

Для розрахунку рівня засолення ґрунту в декаду вегетаційного поливу скористуємось рівнянням, апроксимуючи приведену в графічному вигляді залежність лінійним рівнянням, для цього введемо функції впливу внесення фосфогіпсу на засолення ґрунту:

$$S_{\text{ґрун}} = (0,086S_{\text{зр.в.}} + 0,092) \cdot K_S(G_H) \cdot K(G_{\text{ч}}) \quad (4)$$

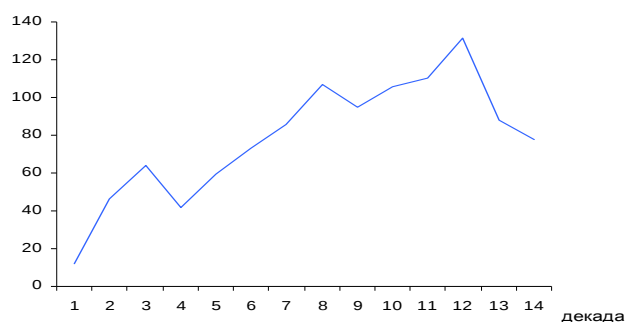
де $S_{\text{зр.в.}}$ – мінералізація зрошувальної води, $г\text{л}^{-1}$; $K_S(G_H)$ та $K(G_{\text{ч}})$ – відповідно функції впливу внесення кількості фосфогіпсу та часу його внесення.

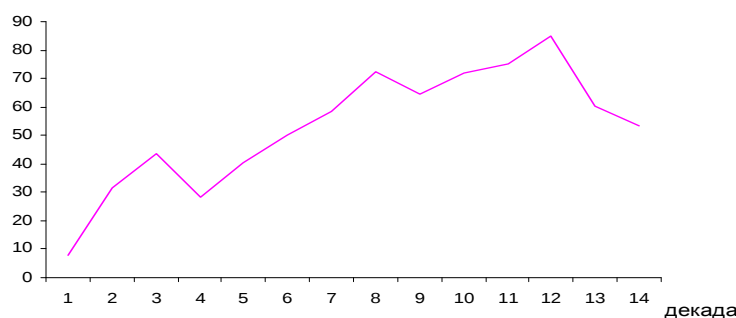
Оцінка впливу зрошення на процеси засолення та осолонцювання ґрунту виконувалася на прикладі умов Одеської області, тому у таблиці 1 наведено порівняльну характеристику способів зрошення для цієї території за даними 2015 року (табл. 1).

Таблиця 1. Порівняльна характеристика способів зрошення, га

Показники способів поливу	Кількість
Дощуванням	21584
Поверхневим способом	12551
Краплинним зрошенням	4408

Найбільш розповсюдженим методом зрошення є дощування. Цей метод найменш матеріало- та капіталоємний, але коефіцієнт ефективності при цьому складає 30-40%. Поверхневий спосіб можливо застосувати для рослин, які мають незначну площу листової поверхні. Найбільш ефективним є крапельне зрошення, але він є найбільш матеріалоємним. На рисунку 1 та 2 наведено динаміку функції впливу засолення та осолонцювання на ріст та розвиток рослин кукурудза в умовах Одеської області. З рисунків видно, що в перші періоди розвитку рослин процеси засолення та осолонцювання в значній мірі впливають на ростові функції. В період репродуктивного росту спостерігається різке зменшення впливу цих процесів на зростання та розвиток рослин. При збільшенні температури повітря процеси засолення та осолонцювання відбуваються більш інтенсивно, збільшуючи негативний вплив ріст та розвиток рослин. Отримані результати є дуже цінними у зв'язку із зміною клімату у бік збільшення температури, що найбільш актуально для території Одеської області.

 K_s

Рис. 1. Динаміка функції впливу засолення на зростання рослин.

 K_{Na-Ca}

Рис. 2. Динаміка функції впливу осолонцювання на зростання рослин.

Висновки. Мінералізація є одним з основних показників якості зрошувальної води. При великих значеннях вмісту солей у зрошувальній воді у ґрунті відбуваються процеси засолення та осолонцювання ґрунту, які в значній мірі впливають на зменшення швидкості росту та розвитку рослин.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бенцаровський Д.М., Лісовий М.В. Сучасний стан та перспективи розвитку хімізації землеробства // Агрохімія і Ґрунтознавство. Спеціальний випуск. – Харків. 2002.- С. 75-81.
2. Моделирование та прогнозування стану довкілля. Л.М. Полетаєва, С.М. Юрасов, В.Г. Ільїна.: Конспект лекцій. – Одеса: «ВМВ», 2006. – 181с.
3. Геоінформаційні моделі і системи підтримки прийняття рішень оцінки та контролю рівня техногенного навантаження на довкілля: Монографія / А.І. Волков; Одеса : ТЕС, 2016 – 150с.

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ ЗАСОЛЕНИЯ И ОСОЛОНЦЕВАНИЯ ПОЧВЫ НА РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Ильина В.Г., Шпатар К.Р.

Ключевые слова: орошение, качество воды, тяжелые металлы, сельскохозяйственная деятельность.

Резюме

В связи с изменением климата возникает потребность в оптимизации условий посевных площадей, которые заняты под сельскохозяйственные растения, а также необходимость в применении режима орошения. Вода, которая используется для орошения не всегда отвечает требованиям, что в свою очередь вызывает засоление и осолонцевание почвы. Эта проблема является очень актуальной для условий Одесской области. Выполнена оценка степени влияния засоления и осолонцевания почвы на рост и развитие сельскохозяйственных культур с помощью математической модели относительно условий Одесской области. Для уменьшения негативного влияния сращивания на рост и развитие сельскохозяйственных растений используется фосфогіпс, потому в модели было учтено время и количество вносимого угр унт фосфогіпсу. В качестве показателя скорости роста растений использовалась эффективная температура воздуха. Важным показателем эффективности орошения в условиях недостаточного увлажнения почвы является способ орошения, потому в работе учтен этот показатель. Для расчетов за моделью использовалось одно из основных сельскохозяйственных растений, которое широко культивируется в условиях Юга Украины, - кукуруза. Полученные результаты могут быть використані для предоставления практических рекомендаций что к уменьшению негативного влияния орошения на рост и развитие растений.

EVALUATION OF THE SUCCESS OF THE EFFECT OF SUCTION AND SUSPENSION OF SOIL ON THE PLANTS DEVELOPMENT BY THE MATHEMATICAL MODEL

Ilina V.G., Shpatar K.R.

Key words: an irrigation, quality of water, heavy metals, agricultural activity.

Summary

Due to climate change, there is a need to optimize the conditions of crop area occupied by agricultural plants, as well as the need to apply irrigation regime. Water used for irrigation does not always meet the requirements, which in turn causes salinization and soil salinization. This problem is very relevant for the conditions of the Odessa region. Assessment of the degree of influence of salinity and soil soils on the growth and development of crops using a mathematical model in relation to the conditions of the Odessa region. Phosphogypsum is used to reduce the negative effect of fusion on the growth and development of agricultural plants, therefore, the time and amount of the induced phosphogypsum is taken into account in the model. As an indicator of the growth rate of plants, an effective air temperature was used. An important indicator of irrigation efficiency in conditions of insufficient soil moisture is a way of irrigation, so this indicator is taken into account in the work. For calculations on the model one of the main agricultural crops was used, which is widely cultivated in the conditions of the South of Ukraine - corn. The obtained results can be used to provide practical recommendations for reducing the negative effects of irrigation on plant growth and development.

UDC 622.75:629.7

INCREASE EFFICIENCY USE MOTOR OILS IN CONDITIONS AMC

S.V. Konev , S.S. Zhitskov, D.V.Tsankov

Odessa State Agrarian University

The durability of tractors and cars is mainly limited to motorcycle engines, which largely depends on the quality of used petroleum products, in particular, motor oils. But pure oils, obtained from natural raw materials (oil), even the highest qualities, can not provide durable exploitation of modern and perspective engine models. At this time, motor oils used in agriculture for diesel engines consist of 89 ... 95% of the base, that is, oil butter, and 5..11% of additives. It has been established in the experiments that part of the engine oil additive for tractor engines falls into the sediment during storage, part of it is removed by oil filters of the engine, which in general significantly reduces their quality, which in turn negatively affects the durability of the mechanisms. The dispersion of domestic additives in oils reduces the speed of their coagulation and sedimentation, that is, it increases resistance. The most suitable way of dispersing additives in commercial oils is the hydrodynamic effect on them. The basic physical, chemical and operational properties of oils, improved by hydrodynamic treatment, are higher compared to commercial oils. Wear when working on improved oil is 33% less than on commodity. Application of oils with improved operational properties, additional influence on commercial oil - hydrodynamic treatment, gives an opportunity to increase the motor power of engines by 20-25% without additional technological and design changes.

Key words: tractor, motor oil, the engine, additives, regeneration, adsorption.

Introduction. The durability of tractors and cars is mainly limited to motorcycle engines, which largely depends on the quality of used petroleum products, in particular, motor oils. Increased operational reliability of tractors is one of the most important problems of modern machine building, the solution of which allows you to save money and release a significant amount of production capacity [1,2,4].

Problem. The main properties of the oils, which provide the durability of engines, is the ability to reduce wear and tear of engine parts and ensure their frequency. In that case, if the reduction in the wear of parts can not be achieved by improving the deterioration properties of the lubricant at this stage of their production, this is achieved by increasing the wear resistance of the parts. The cleanliness of the parts depends not only on the properties of the lubricant, but with the increase in engine speed, the temperature regimes of them considerably increase, which contributes to the rapid formation of contaminants. Therefore, it is this property of oil that has a significant effect on the durability of modern engines [4,6]. But pure oils, obtained from natural raw materials (oil), even the highest qualities, can not provide durable exploitation of modern and perspective engine models. In order to add the necessary qualities of oils to them add special compounds - additives.

Analysis of recent research and publications. At this time, motor oils used in agriculture for diesel engines consist of 89 ... 95% of the base, that is, oil butter, and 5..11% of additives [1,2,4]. However, it is not possible to obtain the oils of the required quality only with the increase in the amount of additives, and in some cases it even leads to negative results. Thus, an increase in the proportion of metal-containing additives dramatically reduces the wear and anti-spill properties of lubricants, violates the normal work of heavy-loaded parts cylinder-piston engine group. Recently, new dispersant and antioxidant soaps have been created, such as bisphenol antioxidants, as well as washing alkylsalicylic additives based on various alkaline earth metals, which considerably improves the performance of engine oils for forced engines. It has been found in the experiments that a part of the engine oil additive for tractor engines falls into the sediment during storage, part of it is removed by the engine oil filters, which in general significantly reduces their quality, which in turn negatively affects the durability of the mechanisms [4,5, 7].

The purpose of research: The reserve for improving the quality of engine oil is the increase in the dispersion of additives, which will allow you to get higher results with the lowest operating costs.

Research results. Acoustic rarely phase-processing materials have been used in agricultural machinery and agro production. With its help you can substantially intensify the main technological processes and in some cases obtain qualitatively new indicators of agricultural products. The main factor affecting the stability of the solution of additives in motor oil is the size of their particles. If the particle size is the same and small enough (about 10 nm.), Then the conditions that arise when operating in the engine and storage of oil, can not make a noticeable negative impact on the stability of additives. The dispersion of domestic additives

in oils reduces the speed of their coagulation and sedimentation, that is, it increases resistance. The most suitable way of dispersing additives in commercial oils is the hydrodynamic effect on them. This makes it possible to obtain particles of rather small sizes without contacting the tool with processed particles, and it occurs much faster compared with other methods [3,4,5]. When the ultrasonic waves are propagated in a liquid medium, there are three effects - sound wind, sound pressure and cavitation. Moreover, the destruction of solid particles occurs at the expense of cavitation, for the emergence of which requires a certain power. Minimal ultrasonic power required for cavitation in mineral motor oils within the range of 9 ... 50 kW / m. Three types of electromechanical emitters are used for this purpose: electrodynamic, magnetostrictive and piezoelectric. Magnetostrictive converters can give sound power up to several hundred kilowatts per square meter with a useful efficiency of 50 ... 60%. In the process of testing, the following works were carried out: rolled up of tractors in a flow of 60 working hours according to the factory instructions; removed heads from engine blocks and applied artificial bases on the inner surface of cylinder liners in their area for more wear. Micrometers of cylinder liners were carried out in the same zone. The artificial bases are deposited in the form of wells cut in the sleeves of the UPLO-6 devices. The results of the micrometerization of the cylinders of the engines are given in Table 1, and the size of the wells in Table 2. The engine of the tractor with the economic number 1024 was filled with commodity motor oil of the mark M IOG TU 38 101650 - 96, and the engine of the tractor 1023 was the same commodity motor oil, but further processed by ultrasonic waves. Motors during the comparative tests worked on diesel fuel of the mark "L" GOST 305 - 93. Engines D - 65H, loaded with commodity and improved oil produced 480 motor hours. After every 120 engine hours of engine operation, samples of engine oil and sediment from oil filters with simultaneous determination of the total mass of deposits in oil filters were selected. In the case of engine oil, ash content was determined according to GOST 1451 - 95, kinematic viscosity according to GOST 33 - 96, mass fraction of insoluble precipitates according to GOST 20684 - 95 and alkaline number according to GOST 11362 - 96. Results of analysis of oil samples and mass of deposits in oil filters are given in Table 3. The preliminary analysis of the obtained results of the samples of oils shows that the mass fraction of insoluble precipitates in the improved oil is twice less than in the market, and the alkaline number at the end of the test at 0.3 mg KOH per gram of oil is greater. The viscosity in the product oil is 0.5 cSt more than that of the improved. The value of the oil indicators makes it possible to make a suggestion that the wear of the engine parts that worked on the product oil with improved operational properties by an additional one-time hydrodynamic effect on it will be less than that of the working oil. Analysis of the results of measurements given in Table. 1 confirms the proposal to reduce the wear of engine parts, working on oil, improved by processing. Thus, the average and total wear of the sleeves of engines working on the marketable and improved oil, respectively, is 0.015 and 0.01 mm. Consequently, the wear of an engine that works on improved oil is less than 33% [4,5,6,8]. Bench tests of engines were also carried out. The bench tests were carried out on engines D-65N. The first cycle of bench tests was carried out at loading power of the engine at 75-90% of the maximum for 320 motododin on commercial oil grade M-10M GOU and oil treated with a hydrodynamic

apparatus. Engine tests were carried out after it was rolled over 30 engine hours according to the factory instructions, and an additional 70 mo / dd when the engine power was loaded at 55-80% of the maximum. The braking of the D-65N engine was carried out at the booth of the mark KI 5543-GOSNTI, and the gross oil was measured every 10 operating hours of the engine before the start of the change by weighing the impregnated oil on scales of the type

Table 1. Dimensions of cylinders of engine D-65N in zone of maximum wear

№ Sleeve	The plane of measurement s	Dimensions, mm									
		The exploit. №1024					The exploit. №1023				
		micrometers		wear			micrometers		wear		
		1	2	in the square measurement.	We d mean sleeves	We d mean computer sleeves	1	2	in the square measurement.	We d mean sleeves	We d mean computer sleeves
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	A-A	110,05	110,07	0,02	0,015		110,02	110,06	0,04	0,010	
	B-B	110,06	110,07	0,01			110,01	110,01	-		
	C-C	110,07	110,11	0,04			110,01	110,05	0,04		
	D-D	110,04	110,03	0,01			110,02	109,98	0,04		
2	A-A	110,05	110,05	-	0,023	0,015	110,03	110,03	-	0,005	0,010
	B-B	110,05	110,09	0,04			110,03	110,04	0,01		
	C-C	110,05	110,07	0,02			110,03	110,03	-		
	D-D	110,05	110,08	0,03			110,03	110,04	0,01		
3	A-A	110,04	110,05	0,01	0,015		110,04	110,04	-	0,015	
	B-B	110,05	110,09	0,03			110,04	110,06	0,02		
	C-C	110,06	110,06	-			110,05	110,08	0,03		
	D-D	110,05	110,07	0,02			110,04	110,05	0,01		
4	A-A	110,05	110,05	-	0,008		110,04	110,05	0,01	0,008	
	B-B	110,03	110,04	0,01			110,05	110,06	0,01		
	C-C	110,03	110,04	0,01			110,04	110,05	0,01		
	D-D	110,05	110,06	0,01			110,05	110,05	-		

VNTS-2, accounting for fuel consumption was carried out by reducing the volume in the measuring banks. Every 2 hours of engine operation, the logs of the devices, which show the power loading, the temperature of water and oil, the speed of the crankshaft and the pressure of the oil in the lubrication system of the engine, were recorded in the magazine. Before the start of the experiment, the engine was disassembled with micrometry of the main parts of the

cylinder-piston group, the cutting of artificial bases in the cylinder liners, assessment of the pollution of the pistons by lacquer deposits. Repeated micrometers were carried out after 50 moons.

Table 2. Dimensions of wells cut into cylinder liners of engines Д-65Н (holes sliced in the zone of greatest wear of cylinder liners)

The pers on No. tr-ra	Sam ple mast ially	Worke d out moto / hours to the beginn ing tested it	Roo ms sleev es	Size holes, dividing the scale						
				number of holes				Average value	Wear	
				1	2	3	4		sleev es	total
1024	commodity	60	1	90/72	85/X	100/67	89/73	93/70,7	22,3	41,43
			2	95/25	103/42	84/59	82/22	91/37	54,0	
			3	95/45	92/18	82/30	76/X	89,7/31,3	58,4	
			4	100/69	83/62	97/66	85/45	91,5/60,5	31,0	
1023	polished	60	1	70/34	80/X	77/27	87/51	78/37,3	40,7	40,58
			2	85/65	90/42	65/34	87/33	81,8/43,5	38,3	
			3	92/46	90/X	94/62	103/75	96,3/61	35,3	
			4	90/45	85/34	105/39	102/71	95,5/47,5	48,0	

Conclusions. The basic physical, chemical and operational properties of oils, improved by hydrodynamic treatment, are higher compared to commercial oils. Wear when working on improved oil is 33% less than on commodity. Application of oils with improved operational properties, additional influence on commercial oil - hydrodynamic treatment, gives the opportunity to increase the motorcycle of engines by 20-25% without additional technological and design changes.

REFERENCES

1. Bilokon Y. Yu., Okocha A. I. (2004). Fuel and lubricants and other operational materials. -K .: Center for Spiritual Culture. -448 p.
2. Bilokon Y. Yu., Okocha A. I. (2002). Tractors and cars. -K .: Harvest. -322 p.
3. Gershgal DA, Friedman V.M. (2006). Ultrasonic technological equipment. M., Energy, 420 p.
4. Grushetsky C.M., Bendera I.M., Kozachenko O.V. et al., Ed. S. SM Grushetsky, Bendery I.M. (2014). Technical service in the APC: Educational-methodical complex: Teaching. manual for students is engineered. special directly "Processes, machines and equipment of agro-industrial production" Kamyans-Podilsky: FSP Sysyn Ya.I., 680 p.
5. Gorovoy G.V. (2006). Diagnostics of engine on change of composition of motor oil. - Agrarian Bulletin of the Black Sea Coast, collection of scientific works, Engineering. Whip 34.-196 c, S. 34-37.

6. Zabrodsky V.M., Topilin G.E.(2004). The working capacity of tractors. - Moscow: "Kolos",- 18 p.l.
7. Topilin G.E., Uminsky S.M., Chuchui V.P.(2014). Operational traction of tractors. Simexprint Publishing House, ISBN 978-966-2771-35-0. 593 p.
8. Uminsky S.M., Topilin G.E., Inituin S.V. (2009). The use of hydrodynamic devices in technological processes. TES publishing house and printing house., ISBN 978-966-2389-04-3.184 p.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ В УСЛОВИЯХ АПК

Конев С.В., Житков С.С., Цанков Д.В.

Ключевые слова: трактор, моторное масло, двигатель, кавитация, присадки.

Резюме

Долговечность работы тракторов и автомобилей, в основном, ограничивается моторесурсом двигателей, в значительной степени зависит от качества применяемых нефтепродуктов, в частности, моторных масел. Но масла в чистом виде, полученные из природного сырья (нефти) даже самых высоких качеств, не могут обеспечить долговечную эксплуатацию современных и перспективных моделей двигателей. В это время моторные масла, используемые в сельском хозяйстве для дизельных двигателей, состоят из 89 ... 95% основы, то есть нефтяного масла, и 5..11% присадок. Опытами установлено, что часть присадки из моторных масел для тракторных двигателей выпадает в осадок в период хранения, часть удаляется маслофильтры двигателя, в общем значительно снижает их качество, а это, в свою очередь, негативно влияет на долговечность работы механизмов. Диспергирования отечественных присадок в маслах снижает скорость их коагуляции и седиментации, то есть повышает устойчивость. Наиболее приемлемым способом диспергирования присадок в товарных маслах является гидродинамический влияние на них. Основные физико-химические и эксплуатационные свойства масел, улучшенных путем гидродинамической обработки, выше по сравнению с товарными маслами. Износ при работе на улучшенном масле на 33% меньше, чем на товарном. Применение масел с улучшенными эксплуатационными свойствами, дополнительным воздействием на товарное масло - гидродинамической обработкой, дает возможность увеличить моторесурс двигателей на 20-25% без дополнительных технологических и конструкторских их изменений.

INCREASE EFFICIENCY USE MOTOR OILS IN CONDITIONS AMC

Konev S.V., Zhitkov S.S., Tsankov D.V.

Key words: tractor, motor oil, the engine, additives, regeneration, adsorption.

Summary

The durability of tractors and cars is mainly limited to motorcycle engines, which largely depends on the quality of used petroleum products, in particular, motor oils. But pure oils, obtained from natural raw materials (oil), even the highest qualities, can not provide durable exploitation of modern and perspective engine models. At this time, motor oils used in

agriculture for diesel engines consist of 89 ... 95% of the base, that is, oil butter, and 5..11% of additives. It has been established in the experiments that part of the engine oil additive for tractor engines falls into the sediment during storage, part of it is removed by oil filters of the engine, which in general significantly reduces their quality, which in turn negatively affects the durability of the mechanisms. The dispersion of domestic additives in oils reduces the speed of their coagulation and sedimentation, that is, it increases resistance. The most suitable way of dispersing additives in commercial oils is the hydrodynamic effect on them. The basic physical, chemical and operational properties of oils, improved by hydrodynamic treatment, are higher compared to commercial oils. Wear when working on improved oil is 33% less than on commodity. Application of oils with improved operational properties, additional influence on commercial oil - hydrodynamic treatment, gives an opportunity to increase the motor power of engines by 20-25% without additional technological and design changes.

UDC 502.53

**EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE AGRICULTURAL
ACTIVITY ON THE QUALITY OF WATER IN THE KREMENCHUG WATER
SUPPLY**

G.N Vovkodav

Odessa State Ecological University

The Kakhovka reservoir belongs to fish-water water objects of general state significance, which predetermines the possibility of its use for commercial fishing, which was carried out during practically from the very existence of a reservoir. The relevance of the research thesis lays in its systematic monitoring of the water quality of the Kakhovka reservoir considering the environmental component. The purpose of the research is to assess the water conditions of the Kakhovka reservoir in 11 control areas within the Zaporizhzhya and Kherson regions. Analysis of the surface water pollution conditions in the areas is based on data from observations on the content of hydrochemical indicators provided by the Kherson and Zaporizhzhya Regional Departments of Water Resources. The article gives an estimation of the agricultural people's activity influence on the present-day conditions of water quality at the Kremenchug reservoir for fishery needs.

Key words: water object, quality of water, a hydrochemical parameter, agricultural activity.

Introduction: Agricultural activities caused by environmental risks, which were and are conducted in the Cherkasy, Kirovograd and Poltava oblasts determine the need for an integrated approach to study long-term trends and patterns of changes in the quality indicators of surface waters at the Kremenchug reservoir. Therefore, the assessment of water quality in the Kremenchug reservoir is an urgent task for scientists and workers at water industry [1]. Analysis of recent researches and publications: the analysis of the current ecological state of Kremenchug reservoir waters within the territory of Kirovograd, Poltava and Cherkasy

regions shows that negative processes in the reservoir are ongoing. It is polluted by chemicals that got into the water object as a result of industrial wastewater discharges and lost their natural significance. The problem of qualitative and quantitative depletion of water resources with each passing year becomes more and more relevant. In order to improve the status of the water ecosystem, the main directions of ecological activity should be identified. To date, the question remains regarding the analysis of the status of the water basin of the Kakhovka reservoir.

Purpose: The purpose of the research is to assess the water status of the Kakhovka reservoir in 11 control areas within the Zaporizhzhya and Kherson regions. The analysis of the status of surface water pollution in those areas is based on data from observations with the hydrochemical indicators provided by the Kherson and Zaporizhzhya Regional Departments of Water Resources. Presentation of the main research material: Processing and systematization of data for the period from 2007 to 2011 of the chemical analysis of water at the Kakhovka reservoir in 11 areas indicates that during the observation period, the total mineralization of water varied from 347 mg/dm³ to 382 mg/dm³ (2011 - fresh gipogalnaya). By the average arithmetic degree of the water mineralization at the reservoir in 2008-2011 belongs to the fresh gigantic 1 category of mineralization quality. The content of sulfates in the Kakhovka reservoir water ranged from 51,1 mg/dm³ (2009) to 53,3 mg/dm³ (2011). The average arithmetic mean content of SO₄²⁻ in water was 52,7 mg/dm³ - for the entire period of research. By content of sulfates water of Kakhovsky reservoir at all times belonged to the 2nd class of quality and 2 categories of quality. The content of chlorides in the water of the reservoir was almost unchanged over the entire period of research and amounted to an average of 49,2 mg/dm³. There was no excess of MAC for the content of chlorides in water for reservoirs of household and drinking and fishery purposes recorded. The average water content of chlorides in Kakhovka Reservoir in 2008-2011 was related to the 2nd grade of quality and 3 categories of quality. The content of the prevailing cation - calcium ranged from 49.5 mg/dm³ (2011) to 51,3 mg/dm³ (2010). The average calcium content in water is 50,5 mg/dm³. According to ecological and sanitary indicators, the water of the Kakhovka Reservoir is characterized as follows. The content of suspended particles varied from 2,0 mg/dm³ (2009) to 2,3 (2011) mg/dm³, which corresponded to the 1 category of quality. According to the average weight index of suspended matter, water belongs to the 1 category of quality - very clean. In the water of the reservoir the oxygen content ranged from 8,05 (2009) to 8,73 (2011) mgO₂/dm³. That is, this indicator of water in different periods of research was very clean. Biochemical oxygen consumption for 5 days in the water of the Kakhovka reservoir was 2,58 (2008) – 2,91 (2011) mgO₂/dm³, which corresponded to the 4 categories of quality (poorly contaminated with organic substances). The content of various forms of nitrogen in the Kakhovka Reservoir waters is as follows. The concentration of ammoniacal nitrogen in the waters varied from 0,33 (2008) to 0,35 (2011) mgN/dm³. According to the arithmetic mean data of Kakhovsky reservoir water in all research periods belonged to 4 categories of quality - moderately polluted. The content of nitrite nitrogen ranged from 0,011 (2011) to 0,013 (2008) mgN/dm³. Concentration of nitrate nitrogen varied from 0,33 (2011) to 0,35 (2008) mgN/dm³. According to the arithmetic mean values of nitrate

nitrogen content of the Kakhovka reservoir in 2010-2011, it was also classified as moderately polluted in 3 categories. The concentration of mineral phosphorus in the Kakhovka reservoir waters ranged from 0,27 (2009) to 0,37 (2011) mgP/dm³. Since 2008, the content of phosphorus in all samples of water in the reservoir belongs to the 6-7 category of quality, that is, the water is very polluted. The content of petroleum products in the Kakhovka Reservoir waters ranged from 0,05 (2009) to 0,02 (2010.011) mg/dm³. Consequently, the water pollution of the Kakhovka reservoir by oil products is single and low. After 2008, the content of petroleum products did not exceed the MAD (maximum allowable discharge) for reservoirs of fishery management purposes. According to the arithmetic mean content of petroleum products, the Kakhovka reservoir is classified as very clean and the average content of petroleum products does not exceed 0,02 mg/dm³. Pollution of SPAR waters varied from 0,01 to 0,02 mg/dm³. The increased content of pesticides was detected in samples taken in the reservoir in 2008-2011. The analysis of the data on the quality of Kakhovka Reservoir waters shows that it is mainly contaminated with organochlorine pesticides: DDT, its metabolites and isomers of HCCh. The content of such herbicides as trifluralin, glyphosate, as well as synthetic pyrethroids (karate) in water samples during the study of the reservoir was at a level below the detection limit provided by standard techniques. The results of the analysis of bottom sediments indicate that organochlorine pesticides were contained in them at the level of global dispersion of them in the biosphere.

Results of the research: Environmental analysis shows that 7,9 km³ of the sewage waters got into the Kremenchug reservoir. Only about 10% (0,733 km³) of the sewage waters found in water bodies is cleared to the standard quality indicators at the treatment facilities [2]. The largest pollutant at the Kremenchug reservoir is agriculture. With the drainage of agricultural land in the water objects of the Kremenchug reservoir, there are about 28% of nitrogen and 7,4% of phosphorus are supplied there. In total, 19,1 thousand tons of nitrogen, 0,63 thousand tons of phosphorus and 0.118 tons of pesticides are delivered to the Kremenchug reservoir territory. Hence, agriculture is one of the main sources of access to the reservoir of nutrients. The particular concern is the increase in the concentration of synthetic surfactants in them, which practically do not neutralize existing treatment plants and negatively affect the quality of water and the livelihoods of hydrobionts [2]. Thus, the main causes of pollution of surface waters at Kremenchug reservoir are:

- 1) outdated methods of wastewater treatment;
- 2) emergency discharges of chemical industry enterprises;
- 3) surface runoff from agricultural land and close proximity of animal complexes to hydrological objects;
- 4) ecologically unreasonable regulation of small and medium rivers [3].

There is a need for scientific substantiation of rational water use and the development of measures to protect the waters at the Kremenchug reservoir from pollution. And the first step in this way is to assess the quality of water. Today, this problem is devoted to many scientific works [3]. The quality of surface water meets the requirements for aquatic fisheries with the exception of general iron, ammonium ions, nitrite ions and BOD₅. Excess of these indicators is explained mainly by the characteristics of the local economy and natural factors. Pollution

by ammonium ions, nitrite ions is due to anthropogenic sources of pollution coming from utilities and industrial enterprises [3]. Based on the observation data for the period from 2007-2011, it can be concluded that all the values of the concentration of dissolved oxygen in the waters of the Kremenchug reservoir during the observation period exceed the value of the maximum permissible concentration (MAD for dissolved oxygen not less than 6). The values of BOD₅ at the control areas, in which the observation was conducted, are within the maximum permissible concentration (MAD 3 mgO₂/dm³), except for 2008. The values of the concentration of phenols in the waters of the reservoir did not exceed the value of the maximum permissible concentration (MAD 0,001 mg/dm³) in 2007 and 2008. In other years of the study period, excessive MAD was observed. The maximum content of the concentration of phenols was obtained in 2007.

Conclusions: Generally, the quality of water for fishery needs in the reservoir is not always consistent with standards, thus, needs to be cleaned, especially from the excessive concentrations of phenols.

REFERENCES

1. Study of water quality. Date of update: March 27, 2007 <http://www.novaecologia.org/voeco-861.html> (application date: 11.04.18).
2. Obukhov Ye.V. Koryagina O.S. Koretsky EIP Influence of the temperature factor on the evaporation rates from the water surface of the Kakhovka reservoir / Visnyk of the Odessa State Ecological University. Odessa, 2012. WIP number 14. Pp. 160-169.
3. Kremenchug reservoir: negativism dominates. Date of update: 16.03.2018. http://www.rusnauka.com/45_PWMN_2016/Ecologia/6_220314.doc.htm (date of treatment: 13.05.17)

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА КАЧЕСТВО ВОД КРЕМЕНЧУГСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Вовкодав Г.Н.

Ключевые слова: водный объект, качество воды, гидрохимический показатель, сельскохозяйственная деятельность.

Резюме

Каховское водохранилище принадлежит к рыбохозяйственным объектам общегосударственного значения, что обуславливает возможность его использования для промышленного вылова рыбы, который осуществлялся на протяжении практически всего периода существования водохранилища. Актуальность исследуемой проблемы состоит в систематическом мониторинге качества воды Каховского водохранилища с учетом экологической составляющей. Целью исследований является оценка состояния вод Каховского водохранилища в 11 контрольных створах в пределах Запорожской и Херсонской областей. Анализ состояния загрязнений поверхностных вод в створах выполнено на основе данных наблюдений за содержанием гидрохимических показателей, предоставленных Херсонским и Запорожским Обласными управлениями водных ресурсов. В статье приведена оценка влияния

сельскохозяйственной деятельности человека на современное состояние качества вод Кременчугского водохранилища для рыбохозяйственных нужд.

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE AGRICULTURAL ACTIVITY ON THE QUALITY OF WATERS IN THE KREMENCHUG WATER SUPPLY

Vovkodav G.N.

Key words: water object, quality of water, a hydrochemical parameter, agricultural activity.

Summary

The Kakhovka reservoir belongs to fish-water water objects of general state significance, which predetermines the possibility of its use for commercial fishing, which was carried out during practically from the very existence of a reservoir. The relevance of the research thesis lays in its systematic monitoring of the water quality of the Kakhovka reservoir considering the environmental component. The purpose of the research is to assess the water conditions of the Kakhovka reservoir in 11 control areas within the Zaporizhzhya and Kherson regions. Analysis of the surface water pollution conditions in the areas is based on data from observations on the content of hydrochemical indicators provided by the Kherson and Zaporizhzhya Regional Departments of Water Resources. The article gives an estimation of the agricultural people's activity influence on the present-day conditions of water quality at the Kremenchug reservoir for fishery needs.

УДК 666.973.6

ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ З РОЗШИРЕННЯМ ЇХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ

Л.М. Петров, П.М. Павлішин, О.А. Шостаковський

Одеський державний аграрний університет

В статті виконано аналітичний огляд сучасних енергонасичених тракторів з метою їх використання на складних сільськогосподарських операціях з метою розширення їх технологічних можливостей. Також зроблено спроба виявити шляхи удосконалення таких технологічних операцій по напрямках с.г. виробництва на основі великого фактичного матеріалу відносно мобільних енергетичних засобів. Аналіз великої кількості досліджень мобільної тракторної енергетики та розробок нових моделей енергонасичених тракторів з метою їх використання в АПК, інструментів щодо їх пропонування на різноманітних технологічних операціях, а також розширення базових фізичних параметрів (вихідних параметрів) таких машин і їх двигунів охоплює велику галузь блоку механізації АПК. Сучасне виробництво енергонасичених тракторів знаходиться в стані скорочення та морального старіння повністю ліквідовано тракторні заводи, не розширюється галузь проведення випробувань нових тракторів з метою їх сертифікації, щодо використання. В даний час, мабуть, відчуваючи катастрофічний стан мобільного енергетики, деякі підприємства приступають до

розробки і організації дрібносерійного виробництва тракторної техніки. При цьому трактори продовжують поділятися на гусеничні та колісні. Велика кількість оновленої енергонасиченої техніки має недоліки, такі як, по-перше, ці трактори не відрізняються від тих машин, які б-чи розроблені багато років тому ні з технічної структури (фактично ДТ-75, МТЗ-100), ні по тяговому класу - 3; по-друге, вони як і раніше не мають ніяких додаткових пристроїв для розширення агрегаткування. Певний виняток становить машина класу 5, розроблена свого часу в НАПІ і допрацьована зараз колективом конструкторів Агромашу, але також без додаткових пристосувань. Особливість всіх машин - це можливість установки гумоармовані гусениць.

Ключові слова: енергонасичений трактор, рушій, колесо, острів, двигун, агрегат, знаряддя.

Вступ. Багатопроцесні (багатоопераційні) мобільні технологічні агрегати в рослинництві є результат, з одного боку, розвитку тракторної енергетики, принаймні, за останні 50-60 років; з іншого, - і це головне, - розвитку сільгоспвиробництва (рослинництва). Сучасне сільгоспвиробництво втратило більшу частину свого технічного оснащення, і темпи втрат поки не знижуються. Це означає, що для свого способу існування, не кажучи вже про виконання своїх стратегічних завдань в повному обсязі, воно, це виробництво повинно мати на своєму озброєнні, по-перше, високопродуктивні технологічні агрегати, що забезпечують значне реальне скорочення кількості, при незмінному обсязі польових робіт; по-друге, сільгоспвиробництво вимагає механізаторів високого рівня з тим, щоб підвищувати вироблення одиничних мобільних агрегатів, яку отримали останні в випробуваннях на МІС, з одночасним вирішенням проблеми високої ергономіки та інжинірингу людино-машинних систем як основи підвищення тривалості роботи механізаторів; по-третє, має бути передбачено підвищення рівня організації ведення польових робіт як основи підвищення виробництва праці на польових технологічних операціях.

Проблема. Основною проблемою щодо створення, енергонасичених енергетичних засобів з метою розширення їх функціональних можливостей полягає в тому, що наші ґрунти не сприймають важку мобільну техніку, а тому необхідно по можливості зменшити кількість проходів по одному й тому ж сліду.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Розробки схем мобільних енергозасобів зажадали аналізу перспективні тракторних конструкцій, які можуть бути запропоновані до серійного виробництва в найближчі 3-5 років. В даний час розробляється і частково поставлено на виробництво нове сімейство тракторів класичної схеми з великим (прямо скажемо) кількістю імпортованих деталей і вузлів. Найбільш закінченим представником цього сімейства виступає трактор АТМ-5280 класу 5 потужністю 180 к.с. (Рис. 1.1). За конструктивно-технологічною схемою трактор мало відрізняється від моделей МТЗ (передні і задні колеса різні; поворотні - передні; передній міст теж провідний). На базі такої схеми передбачається організація виробництва більш потужних машин



Рис. 1.Трактор АТМ-5280 класу 5.

Мета досліджень: Сучасний рівень розвитку технологій дозволяє значно підвищити ККД використання енергонасичених енергетичних засобів при як найбільшому розширенні їх функціональних можливостей, а тому поставлена мета як більш корисно використати закладений потенціалі в такий мобільний засіб.

Результати досліджень. Критерієм, за яким оцінюються основні параметри гусеничного рушія, є обертальний момент на ведучому колесі. Обмеженням щодо застосування критерію є кількість площадок зсуву. На рисунку 2 показана схема натягу гусеничного ланцюга на ведучому колесі та гусениці при застосуванні звичайного гусеничного рушія, а на рисунку 3 (а,б) наведена схема запропонованого гусеничного рушія, яка виконана по енергозберігаючій технології.

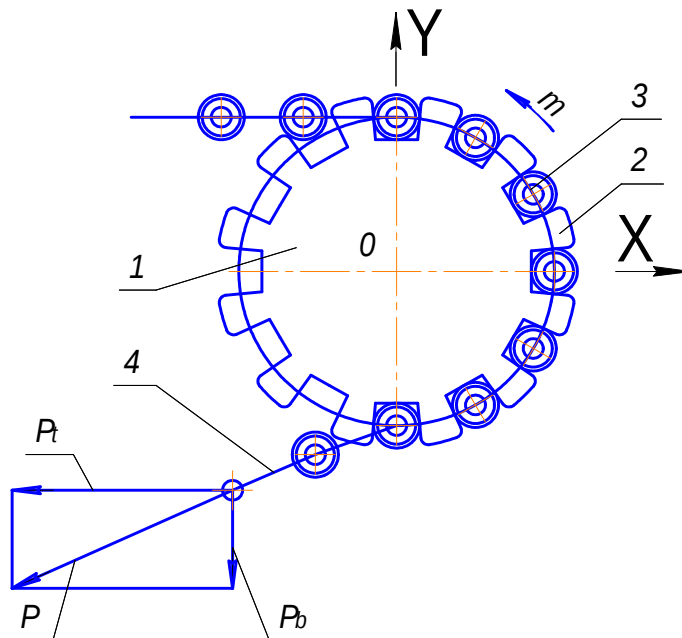


Рис. 2. Схема натягу гусеничного ланцюга по методу аналога:
1- ведуче колесо; 2 - цівка; 3 - палець; 4 - гусеничний ланцюг.

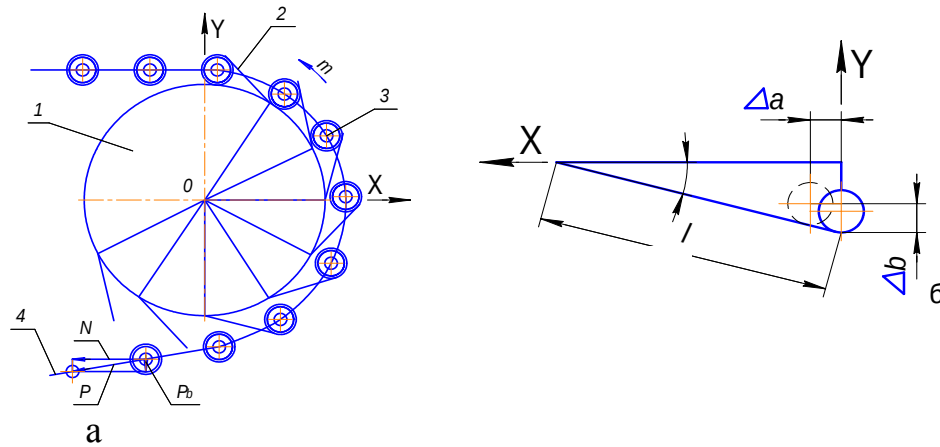


Рис. 3. Схема натягу гусеничного ланцюга рушія з енергозбереженням по запропонованій методиці (а) та моделювання нахилу зубця ведучої зірочки (б): 1-ведуче колесо; 2 - площадка зсуву, 3- палець; 4 – гусеничний ланцюг.

Розглянемо змінення координат x та y при пересуванні трактора по гусениці:

$$\begin{cases} \frac{x}{l} = \sin \varphi \\ \frac{y}{l} = \cos \varphi \end{cases} \quad (1)$$

Обидві частини рівняння (1) зведемо до квадрату та складемо:

$$\left(\frac{x}{l}\right)^2 + \left(\frac{y}{l}\right)^2 = \sin^2 \varphi + \cos^2 \varphi = 1 \quad (2)$$

$$\frac{x^2 + y^2}{l^2} = 1 \rightarrow \ln(x^2 + y^2) - \ln l^2 = 0 \quad (3)$$

Прологарифмуємо вираз 3:

$$\ln(x^2 + y^2) = \ln l^2 \quad (4)$$

Виходячи з цього, отримаємо рівняння:

$$x^2 + y^2 = e^{\ln l^2} \quad (5)$$

Задамося лінійним значенням положення пальця 3 ланки гусеничного ланцюга 4 та по формулі (5) за програмою "MS Excel" і визначимо положення "особливої точки" яку можна зробити за допомогою програми MathCad.

Висновки. Проведений аналітичний огляд літератури показав, що для підвищення якісних показників гусеничних рушіїв потрібно створити удосконалену модель гусеничного рушія. Патентні дослідження конструктивних рішень довели можливості створення гусеничного рушія з двома степенями вільності. Доведено можливості підвищення якісних показників шляхом створення торсійного гусеничного рушія. На пелюстковій діаграмі отримані координати особливої точки – забезпечує оптимальність режиму роботи гусеничного рушія. Зміна координат поступального переміщення трактора в залежності від переміщення точки дотику зубців ведучої

зірочки у вертикальному напрямку відповідає закону експоненти. Зміна кутової координати обертання ведучої зірочки здійснюється по закону тангенса. Фізична здійснимість кінематичної моделі ведучої зірочки зі зміненою конструкцією довела, що сила яка спрямована на переміщення трактора прямо пропорційна подвійному крутному моменту та зворотно пропорційна радіусу ведучої зірочки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Луцюк В.І. «Організація і технологія механізованих робіт сільськогоспо-дарського виробництва». Навчальний посібник Київ ТОВ «Л.Д.Л.» 2008 – 336 с.
2. А.Ф. Головчук, А.С. Лімонт, М.Г. Бондаренко «Машиновикористання та екологія довкілля». Підручник Київ ,Грамота 2007 – 360с.
3. І.В. Веселивоський , В.П. Гудзь, В.М. Каліберда «Основи агрономії» Київ Урожай 1991- 232 с.
4. А.И. Гулейчук , А.И. Калошин «Методика проведениязаняттий по подготовке машино - тракторных агрегатов к работе» Москва Агропромиздат -1986 -184с.
5. Ротимська З.С. «Механізація сільського господарства.» Львів , Оріяна –Нова, 2000 - 134 с.
6. Мухин А.А. Организация использования машино-тракторного парка и технология производства работ». М Высшая школа 1983- 367с.
7. Самокіш М.І., Ермантраут Е.Р., «Організація і технологія механізованих робіт» – К. : Урожай 1991-160 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ С РАСШИРЕНИЕМ ИХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

Петров Л.Н., Павлишин П.Н., Шостаковский О. А.

Ключевые слова: энергонасыщенный трактор, движитель, колесо, остов, двигатель, агрегат.

Резюме

В статье выполнен аналитический обзор современных энергонасыщенных тракторов с целью их использования на сложных сельскохозяйственных операциях с целью расширения их технологических возможностей. Также сделана попытка выявить пути совершенствования таких технологических операций по направлениям с.г. производства на основе большого фактического материала относительно мобильных энергетических средств. Анализ большого количества исследований мобильной тракторной энергетики и разработок новых моделей энергонасыщенных тракторов с целью их использования в АПК, инструментов по их предложения на различных технологических операциях, а также расширение базовых физических параметров (исходных параметров) таких машин и их двигателей охватывает большую область блока механизации АПК. Современное производство энергонасыщенных тракторов находится в состоянии сокращения и морального старения полностью ликвидировано тракторные заводы, не расширяется область проведения испытаний новых тракторов с целью их сертификации, об

использовании. В настоящее время, пожалуй, чувствуя катастрофическое состояние мобильного энергетика, некоторые предприятия приступают к разработке и организации мелкосерийного производства тракторной техники. При этом тракторы продолжают делиться на гусеничные и колесные. Обилие обновленной энергонасыщенной техники имеет недостатки, такие как, во-первых, эти тракторы не отличаются от тех машин, которые-либо разработанные много лет назад ни с технической структуре (фактически ДТ-75, МТЗ-100), ни по тяговому классу - 3; во-вторых, они по-прежнему не имеют никаких дополнительных устройств для расширения агрегатирования. Некоторое исключение составляет машина класса 5, разработанная в свое время в НАТИ и доработана сейчас коллективом конструкторов Агромаша, но также без дополнительных приспособлений. Особенность всех машин - это возможность установки резиноармированные гусеницы.

USE OF ENERGY-SATURATED ENERGY MEANS WITH THE EXPANSION OF THEIR FUNCTIONAL CAPABILITIES IN THE VILLAGE PRODUCTION

Petrov L.M., Pavlyshyn P.M., Shostakovsky O.A.

Key words: tractor, a wheel, a skeleton, the engine, the unit.

Summary

An analytical review of modern energy-intensive tractors was conducted in the article with the aim of their use in complex agricultural operations in order to expand their technological capabilities. An attempt is also made to find ways to improve such technological operations in the direction of this region. production based on large actual material relative to mobile energy products. The analysis of a large number of researches of mobile tractor energy and the development of new models of energy-intensive tractors for the purpose of their use in the agroindustrial complex, the instruments for their offering in various technological operations, as well as the expansion of the basic physical parameters (output parameters) of such machines and their engines encompasses a large branch of the mechanization unit of the AP. Modern production of energy-intensive tractors is in a state of reduction and aging, tractor factories are completely eliminated, the field of testing new tractors for the purpose of their certification, for use is not expanded. At present, apparently, experiencing a catastrophic state of mobile energy, some enterprises are beginning to develop and organize small-scale production of tractor technology. In this case tractors continue to be divided into crawler and wheeled tractors. A large number of renewed energy-consuming equipment has drawbacks, such as, firstly, these tractors do not differ from those machines that have been developed many years ago either from the technical structure (in fact, the DT-75, MTZ-100), not by the traction class - 3; and secondly, they still do not have any additional devices to expand aggregation. A certain exception is the car of class 5, developed at one time in NATI and has now been refined by the team of designers Agromash, but also without additional adaptations. The peculiarity of all machines is the ability to install trailed lorries.

УДК 621.941

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАКТОРНОЇ ТЕХНІКИ НА КООРДИНАТНО-РОЗТОЧУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ

Р.О. Мацей

*Одеська державна академія будівництва і архітектури***О.А.Оргіян, Г.В. Баланюк, В.Д. Юргачов***Одеський Національний політехнічний університет*

У статті розглянуто підвищення точності виготовлення типових деталей вузлів, механізмів і агрегатів автотракторної техніки і технологічних машин, що обробляються на розточувальних верстатах шляхом урахування властивостей динамічної якості оброблювального устаткування. Визначені джерела збудження коливань і резонансні значення низькочастотних та високочастотних коливань координатно-розточувальних верстатів, що роблять негативний вплив на точність форми і розмірів оброблюваних поверхонь виготовляємих деталей машин в подовжньому і поперечному напрямках, а також на їх шорсткість. Встановлені параметри верстатів, що забезпечують їх високу вібростійкість при обробці і отже підвищену точність і якість оброблюваної поверхні основних деталей, що визначають ресурс вузлів та механізмів автотракторної техніки. Розроблені конструктивно-технологічні заходи по модернізації координатно-розточувальних верстатів які впроваджені в удосконаленій моделі верстата 2Б420, що забезпечують стійкість експлуатаційних параметрів координатно-розточувальних верстатів, завдяки чому приблизно вдвічі підвищується точність і якість виготовлення деталей машин автотракторної техніки, позитивно впливаючих на її надійність.

Ключові слова: координатно-розточувальні верстати, динамічні показники якості, точність оброблюваної поверхні, типові деталі вузлів та механізмів.

Вступ. Сучасне конструювання і виробництво виробів автотракторної техніки потребує постійного підвищення надійності складових вузлів, механізмів і агрегатів машин за рахунок поліпшення їх технічного рівня.

Проблема. Експлуатаційні характеристики деталей, що входять в приводи і робочі механізми транспортних та технологічних машин сільсько-господарського і промислового призначення значною мірою визначаються точністю їх виготовлення, що в значній мірі впливає на якість машин в цілому. Практика показує, що приблизно половина всіх рекламаций в гарантійний період експлуатації машин обумовлено недосконалістю технологічного супроводження процесу виробництва їх складових деталей. Тому, для забезпечення показників надійності автотракторної техніки, задачі, що пов'язані з якістю виробів, необхідно вирішувати в процесі проектування і виготовлення, а виявляються їх недоліки зазвичай в процесі експлуатації. Досягнення високих показників функціонування і довговічності машин нерозривно пов'язане з

підвищенням якості виготовлення деталей на підставі науково обґрунтованих технологій і встановлення властивостей оброблювального устаткування впливаючих на точність обробки. Основними конструктивними елементами автотракторної техніки, від яких багато в чому залежить її ефективність, є силовий агрегат, приводи і трансмісії. Сучасна тенденція збільшення потужності силових агрегатів більш ніж в 1.5 разу щодо базової моделі без значної зміни розмірів її основних деталей (колінчастий вал, шатун, блок циліндрів і ін.), впливає на довговічність і конкурентоспроможність силового агрегату. Це зокрема, можна прослідкувати на прикладі постійного форсування двигуна автотранспортного засобу КамАЗ, параметри якого представлені в табл.1 [1].

Таблиця 1. Моделі двигунів і їх основні параметри

Найменування параметра, одиниця вимірювання	Модель двигуна				
	КамАЗ-740.10	КамАЗ-740.11-240	КамАЗ-740.13-260	КамАЗ-740.30	КамАЗ-740.50
Номінальна потужність, кВт	154	176	191	191	265
Максимальний обертаючий момент, Н·м	667	833	931	1079	1470
Діаметр циліндра, мм	120	120	120	120	120
Хід поршня, мм	120	120	120	120	130

Форсування силових агрегатів шляхом вдосконалення їх конструкції і технології виготовлення змінюють їх надійність, яка є основним комплексним показником, що характеризує зміни його якості у часі в процесі напрацювання. Зниження довговічності елементів енергетичних установок, приводів і трансмісій обумовлене декількома чинниками, одним з яких є недостатня точність виготовлення, вплив якої зазвичай виявляється в ранній період експлуатації машин. Наприклад при недостатній співвісності розточуваних отворів під підшипникові опори валів зубчастих передач редукторних механізмів приводів і трансмісій, в зубчастих зачепленнях виникає концентрація контактного тиску на торці, що різко знижує навантажувальну здатність і ресурс передач зачепленням. Отже підвищення точності виготовлення основних деталей які визначають ресурс вузлів, механізмів і систем сільськогосподарських і промислових машин займає важливе місце в підвищенні надійності і ресурсу автотракторної техніки.

Аналіз останніх публікацій. Підвищення якості та точності виготовлення типових деталей, які обробляються на розточувальних верстатах, викладено зокрема в роботах [5-8]. Показано, що одним з резервів підвищення точності обробки деталей на координатно-розточувальних верстатах є дослідження динаміки замкнутої на процес різання технологічної системи і розробка на цій основі рекомендацій по вдосконаленню технологічного процесу. Мета роботи - підвищення точності виготовлення деталей машин автотракторної техніки шляхом дослідження і оптимізації параметрів технологічних процесів їх обробки на координатно-розточувальних верстатах з урахуванням наукового обґрунтування властивостей оброблювального

устаткування, які істотно впливають на коливальні процеси при обробці деталей, що обумовлюють їх точність і якість оброблюваної поверхні. Координатно-розточувальні верстати (КРВ) призначені для остаточної обробки точних по розташуванню і формі отворів і плоских поверхонь деталей машин і механізмів. Класифікують КРВ по класах точності В, А і С в залежності від компоновок, відповідно з одним, двома стояками і горизонтальні. Збільшення кількості ступенів вільності КРВ може бути досягнуте за рахунок встановлення на двокоординатний стіл поворотного столу, що розширює технологічні можливості при обробці складних деталей на верстаті. Для підвищення продуктивності КРВ і точності обробки деталей, разом з впровадженням автоматизації процесу обробки, більшу частину операцій при можливості, необхідно здійснювати, на одному верстаті. Типові деталі сільськогосподарської і промислової техніки для обробки розточуванням (обточуванням), що потребують високих показників точності виготовлення приведені в табл. 2.

Мета досліджень. Високі вимоги, що пред'являються до точності КРВ, повинні забезпечуватися достатньою жорсткістю його елементів: напрямної станини, вузла шпинделя, а також заходами щодо зниження рівня збудження від приводу станка, оскільки недостатня вібростійкість КРВ може перешкоджати якісному виконанню технологічних операцій розточування і фрезерування. Таким чином, вдосконалення конструкцій КРВ з метою підвищення їх якісних показників, повинні ґрунтуватися на результатах досліджень властивостей їх жорсткості і вібростійкості.

Таблиця 2 .Типові деталі, що обробляються на розточувальних верстатах.

Оброблювані деталі і оброблювані поверхні	Машини і вироби, в які входять оброблювані деталі
Поршень. Отвори під палець, зовнішня поверхня юбки, канавки під поршневі кільця в	Автотракторні двигуни, двигуни внутрішнього згорання підйомно-транспортних, будівельно-дорожніх і технологічних машин, компресори, вакуумні насоси
Вкладиши, напіввкладиши. Отвори циліндричні і з криволінійною утворюючою	Двигуни автотракторної техніки сільськогосподарського і промислового призначення, компресори
Вилка кардана. Отвори і канавки у вилки	Сільськогосподарські і промислові машини, трактори, автотransпортні засоби
Корпус масляного насоса. Отвори під установку зубчастих коліс, отвори під вали, втулки, центруючі пальці	Сільськогосподарські і промислові машини, трактори і автотransпортні засоби
Корпус і головка паливного насоса. Отвори під втулки плунжерів і	Трактори, автотransпортні засоби, тепловози, підйомно-транспортні, будівельно-дорожні і технологічні машини
Корпус водяного насоса. Отвори і торці під вал, втулки, кришки	Автотракторна техніка
Втулки, фланці, стакани, шків, зубчасті колеса. Отвори і торці	Автотракторна техніка, будівельно-дорожні машини, тепловози, верстати і ін.

Корпусні деталі машин, верстатів, приладів, механізмів редукторів, картери, бабки шпинделів, барабани, коробки зміни передач. Отвори під підшипники ковчеза і ковчеза.	Автотракторна техніка, сільськогосподарські і промислові технологічні машини, редукторні механізми
Зубчасті передачі. Отвори	Автотракторна техніка, сільськогосподарські, підйомно-транспортні, будівельно-дорожні і технологічні машини. Рядні та планетарні редукторні механізми

Результати досліджень. У цьому зв'язку були досліджені коливання і жорсткості конструктивних елементів КРВ моделей 2А430 і 2В420 з одним стояком, вузол шпинделя яких може переміщатися по напрямній стійці. Коливання елементів КРВ мод. 2А430 вимірювалися на холостому ході за допомогою двокомпонентного ємкісного датчика встановленого на контрольній оправці ($d_1 = 20$ мм; $l_1 = 100$ мм). Результати випробувань тридцяти двох верстатів, представлені на рис. 1 у вигляді розподілу кількості верстатів по інтервалах середнього значення рівня коливань, що характеризують вплив на пружньо-дисипативно-інерційну систему (ПДІС) зовнішніх збуджень залежно від частоти обертання шпинделя. Встановлено, що із зростанням частоти обертання збільшується максимальне і найбільш вірогідне значення амплітуди коливань.

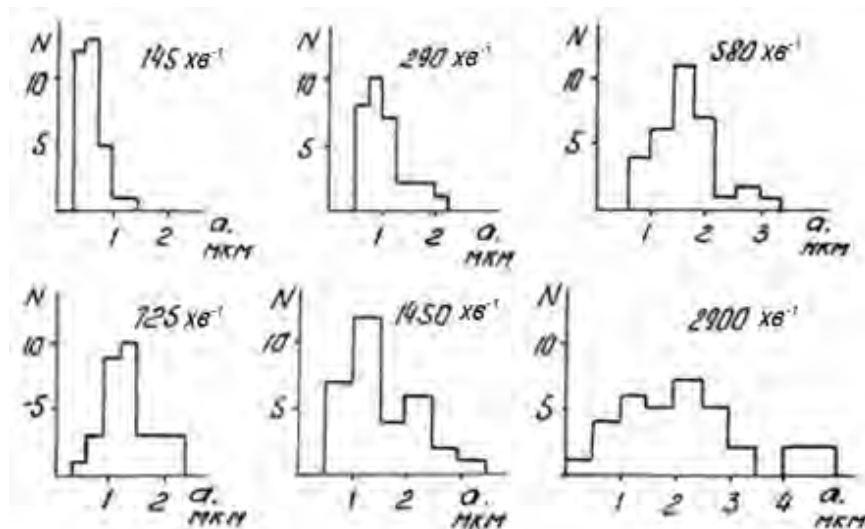


Рис. 1. Розподіл кількості КРВ по рівню коливань на холостому ході.

У спектрі коливань контрольної оправки на власній частоті вигинистих коливань спостерігається інтенсивна гармоніка за амплітудою і група низькочастотних гармонік. Джерела коливань низької частоти виявлені при аналізі спектрів коливань гільзи. На рис. 2 представлені виділені гармонічні складові коливань з частотою обертання: Е - електродвигуна, Ш - шпинделя, В - проміжного валу приводу головного руху. Отримані дані, що характеризують процес коливання оправки на максимальній частоті обертання двигуна приводу (табл. 3), дозволяють виділяти низькочастотні коливання від сил пружності і коливання від кінематичного биття оправки. Обробка отворів, розточених в бронзових зразках при частоті обертання електродвигуна 2900 хв^{-1} показує, що відхилення отворів від круглості мають певну величину і частоту. Таким чином

встановлено, що основною причиною низькочастотних коливань і відхилення розміру і форми поперечного перетину розточеного отвору від номінальних є збудження, джерелом якого є працюючий ротор електродвигуна. Середні значення амплітуд високочастотних гармонік і їх середньоквадратичні відхилення (табл.4) зростають із збільшенням частоти обертання двигуна. Отримані величини коефіцієнтів варіацій c_a/a_{cp} . моделей верстатів КРВ 2А430 і 2В420 лежать в межах 6,1...8 %, порядок величин яких співпадає з порядком величин коефіцієнтів варіацій параметрів ПДІС КРВ моделі 2Д450, що визначені в роботі [2]. Вимірювання коливань борштанг довжиною (20 мм; 60...100 мм) при розточуванні сталі 45, чавуну СЧ 18 і бронзи ОЦС 6-6-3 виконувалися за допомогою ємкісного датчика 3 (рис. 3). Борштанги 2 різної довжини закріплювалися в конусному отворі шпінделя 1. Сталевими і чавунними зразками були плити 4, що встановлені на столі 6 верстата на монтажних плитках 5. Зразки з бронзи мали циліндричну форму. Експериментальні зразки для обробки з сталі і чавуну відповідали умовам: для сталі – глибина різання $t=0,05 - 0,2$ мм, швидкість різання $v=150$ м/хв, подача $s=0,05$ мм/об, різець зі сплавом Т30К4; для чавуну – $t=0,05 - 0,3$ мм, $s=0,05$ мм/об, $v=125$ м/хв, різець зі сплаву ВК3; для бронзи – алмазні різці 2146-0001 (ДСТУ ГОСТ 13288-67) при $t=0,1$ мм, $s=0,02$ мм/об, $v=230$ м/хв. Змінність параметрів ПДІС при обертанні шпінделя викликає зміни амплітуд коливань (табл. 5).

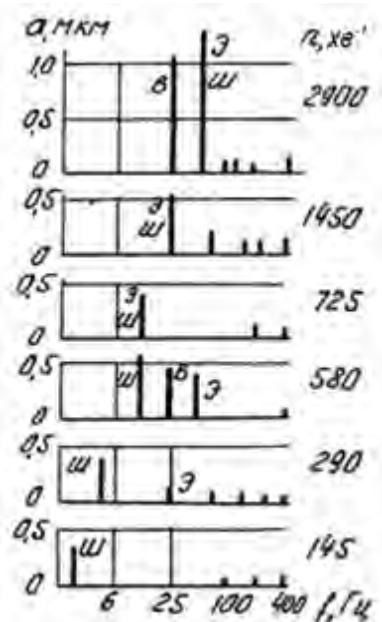


Рис. 2. Спектри коливань гільзи КРВ при холостому ході.

При малій частоті обертання шпінделя низькочастотна гармоніка аналогічно податливості, має велику інтенсивність у фронтальному напрямі по осі у, а при великій частоті обертання - в бічному напрямі z. При цьому у напрямі z розвиваються і інтенсивніші високочастотні коливання. Аналіз коливань гільзи, корпусу головки шпінделя і стійки показав, що низькочастотні коливання пов'язані головним чином з деформаціями в стиках корпусу шпиндельного вузла з гільзою і стійкою.

Таблиця 3. Амплітуди низькочастотних коливань оправки при $n = 2900 \text{ хв}^{-1}$

Умови експерименту	Амплітуда a , мкм	Частота f , Гц
Обертання на холостому ході при нормальних умовах роботи верстата (жорстке пристосування)	5	48
Оправка не обертається. Вал двигуна станка відключений від проміжного валу	0.5	48
Обертання двигуна на холостому ході. На валу двигуна дисбаланс 60 г·см	6.4	48
Оправка не обертається. Вал двигуна з дисбалансом 60 г·см, відключений від проміжного валу	2.5	48
Обертання на холостому ході. На проміжному валу дисбаланс 90 г·см	5.5	48
Оправка не обертається. Проміжний вал з дисбалансом 90 г·см, відключений від шпінделя	0.4	30

Таблиця 4. Амплітуди високочастотних коливань оправки на холостому ході.

Частота обертання, хв^{-1}	Середні значення a_{cp} , мкм	Середньоквадратичні відхилення σ_a , мкм
145	0.28	0.017
290	0.50	0.038
580	0.95	0.070
725	0.70	0.041
1450	0.75	0.056
2900	1.05	0.091

Таблиця 5. Відношення амплітуд.

$n, \text{хв}^{-1}$	a_y / a_z на частотах коливань	
	Низьких	Високих
580	1,0 – 1,3	0,6 – 0,9
1450	0,7 – 1,1	0,6 – 0,9

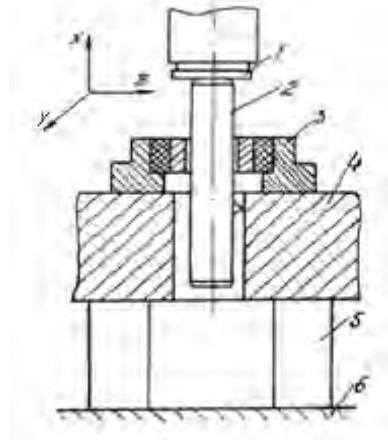


Рис. 3. Схема вимірювань коливань борштанги КРВ при розточуванні.

Причиною високочастотних коливань переважно являється деформація інструменту спільно з системою шпиндель-гільза. У роботі [2] проаналізована залежність високочастотних коливань шпинделя КРВ від швидкості його обертання і по положенню максимумів амплітуд коливань встановлений параметричний характер збудження. При дослідженні впливу збільшення вильоту борштанги КРВ по наростанню рівня високочастотних коливань встановлені граничні значення радіальної піддатливості k , співпадаючі з відповідними значеннями $[k]$ для обробно-розточних верстатів (табл. 6):

Таблиця 6. Граничні значення піддатливості борштанги.

матеріал	$[k]$, мкм/Н
сталь 45	0.08
чугун СЧ 18	0.2
бронза ОЦС 6-6-3	0.3

Рекомендації по підвищенню жорсткості стиків конструктивних елементів верстатів і зниженню інтенсивності збудження в приводі головного руху, що ґрунтуються на приведених вище результатах дослідження, були впроваджені в КРВ моделі 2Б420. Випробування верстатів цієї моделі показали, що в порівнянні з КРВ моделі 2А430 інтенсивність високочастотних і низькочастотних коливань знизилася приблизно удвічі.

Висновки. Визначені джерела збудження коливань і резонансні значення низькочастотних та високочастотних коливань конструктивно-технологічної схеми координатно-розточувальних верстатів, що випускаються і їх негативний вплив на точнісні показники виготовляємих деталей машин сільськогосподарського і промислового призначення. Розроблені конструктивно-технологічні заходи по модернізації координатно-розточувальних верстатів які впроваджені в удосконаленій моделі верстата 2Б420, що забезпечують стійкість експлуатаційних параметрів КРВ, завдяки чому приблизно вдвічі підвищується точність і якість виготовлення деталей машин автотракторної техніки, позитивно впливаючих на її надійність.

ЛІТЕРАТУРА

1. Азаматов, Р.А. Восстановление деталей силового агрегата КамАЗ-740.1 1-240 (Евро-1) / Р.А. Азаматов, А.С. Денисов, А.Т. Кулаков, П.Г. Курдин. - Набережные Челны: КамАЗ техобслуживание, 2007. - 307 с.
2. Чернянский П.М., Локтев В.И., Чугаринов А.В. Вероятностный анализ динамического качества координатно-расточных станков //Станки и инструмент. -1978.-№8.-с. 7-8.
- 3.Ильяшев А.В. Параметрические колебания шпинделя координатно-расточного станка и их влияние на точность растачивания//Исследование процессов и динамики машин.-М.:Ун-т Дружбы народов им. П. Лумумбы, 1979.-с.54-56.
4. Кудинов В.А. Динамика станков. М.:Машиностроение, 1967.-359 с.
5. Оргиян А.А. Комплексная обработка поршнем ДВС: колебания и точность // Високі технології в машинобудуванні: Зб. наук. пр. НТУ «ХПІ». - 2001. - Вип. 1(4). - С. 198 - 204.

6. Оргиян А.А. Технологическая динамика подрезки сплошных и прерывистых торцов / А.А. Оргиян, А.В. Баланюк, И.М. Творищук // Сучасні технології в машинобудуванні: зб. наук. праць. – Вип. 11 – Харків : НТУ «ХПИ», С. 264 – 275, 2016.
7. Оборский, Г. О. Задачи динамики в технологии машиностроения / Г. А. Оборский, А. А. Оргиян, Р. М. Минчев, А. В. Баланюк // Резание и инструменты в технологических системах: Междунар. науч.-техн. сб. – Харьков : НТУ «ХПИ». – Вып. 87. – С. 3-11, 2017.
8. Оргиян А.А. Расчеты погрешностей тонкого растачивания гладких и ступенчатых отверстий». / А.А. Оргиян, А.В. Баланюк, Аимен Албакуш// Сучасні технології в машинобудуванні, зб. наук. праць. – Вип. 10 – Харків: НТУ «ХПИ», с. 235-248, 2015.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ НА КООРДИНАТНО–РАСТОЧНЫХ СТАНКАХ

Мацей Р.О., Оргиян О.А., Баланюк Г.В., Юргачов В.Д.

Ключевые слова: координатно–расточные станки, динамические показатели качества, точность обрабатываемой поверхности, типовые детали узлов и механизмов.

Резюме

В статье рассмотрено повышение точности изготовления типовых деталей узлов, механизмов и агрегатов автотракторной техники и технологических машин, которые обрабатываются на расточных станках путем учета свойств динамического качества обрабатывающего оборудования. Определены источники возбуждения колебаний и резонансные значения низкочастотных и высокочастотных колебаний координатно–расточных станков, которые оказывают негативное влияние на точность формы и размеров обрабатываемых поверхностей изготавливаемых деталей машин в продольном и поперечном направлениях, а также на их шероховатость. Установлены параметры станков, которые обеспечивают их высокую вибростойкость при обработке и следовательно повышенную точность и качество обрабатываемой поверхности основных деталей, которые определяют ресурс узлов и механизмов автотракторной техники. Разработаны конструктивно–технологические мероприятия по модернизации координатно–расточных станков которые внедрены в усовершенствованной модели станка 2Б420, обеспечивающей устойчивость эксплуатационных параметров координатно–расточных станков, благодаря чему приблизительно вдвое повышается точность и качество изготовления деталей машин автотракторной техники, положительно влияющих на ее надежность.

IMPROVING THE ACCURACY OF TREATMENT OF DETAILS OF AUTOMOBILE AND TRACTOR MACHINERY AT COORDINATE-BORING MACHINES

MATSI R.O., ORGIYAN O.A., BALANYUK G.V., ORGACHOV V.D.

Key words: coordinate-boring machines, dynamic quality indicators, accuracy of the processed surface, typical parts of assemblies and mechanisms.

Summary

The article discusses improving the accuracy of manufacturing typical parts of

assemblies, mechanisms and assemblies of automobile, tractor equipment, and technological machines that are processed on boring machines by taking into account the properties of the dynamic quality of processing equipment. The sources of vibration excitation and the resonance values of low-frequency and high-frequency oscillations of coordinate-boring machines, which have a negative impact on the accuracy of the shape and dimensions of the machined surfaces of the machine parts produced in the longitudinal and transverse directions, as well as their roughness, are determined. The parameters of the machines that provide their high vibration resistance during processing and, consequently, increased accuracy and quality of the processed surface of the main parts, which determine the life of the components and mechanisms of automotive engineering, are established. Design and technological measures were developed to modernize coordinate boring machines that were introduced in an improved model of the 2B420 machine, which ensures the stability of the operational parameters of coordinate boring machines, which approximately doubles the accuracy and quality of manufacturing of machine parts for automobile, tractor equipment that positively affect its reliability.

UDC 622.75: 629.7

TECHNOLOGY OF REGENERATION OF EMPLOYED MASTS

S. M. Uminsky, D.S. Uminsky
Odessa State Agrarian University

Aging of the engine oil is a complex complex of physical and chemical processes, of various factors, which are closely interconnected. Engine oils can be restored by chemical, physico-chemical and physical methods. Microfiltration can enter into the process of oil regeneration as the main operation, and in combination with other operations. The combination of microfiltration with the previous operations of regeneration of oils (removal of water, fuel fractions, coarse impurities) allows you to obtain high-quality butter. Distilled waste oil is cleaned of mechanical impurities, water and fuel fractions at high-speed centrifugal cleaners. The work proceeds at a temperature not higher than 95 ° C and pressure at the inlet to the cleaner of about 10 MPa. The purified oil is heated to 60 ° C and passed through the micropores of ceramic rods. Such microfiltration through a semipermeable membrane further cleans the oil. To further improve the performance of the oil filtrate add additives or prepare their mixture with fresh oil, followed by processing in the ultrasonic field. This allows to increase the connection of the components of additives with carbohydrate elements of oils at the molecular level, that is, to stabilize the content of additives and increase the term of their service.

Key words: lubricant, oxidation, regeneration, impurities, kinematic viscosity, coagulation, adsorption, microfiltration.

Introduction. The most important requirement for motor oils is their ability to protect the parts of the cylinder-propeller group from abrasion, scuffing, dyeing. Purification of oils - the

technological process of removing from oil distillates and oils of harmful impurities. Regenerated oil - technical grease obtained by purification of spent oil by physical, chemical and physical and chemical methods, with operational properties restored to the requirements of normative and technical documentation (GOST 26098-84). Temperature resistance of oil - the property of the lubricant to provide with a temperature increase a low and stable coefficient of friction in conditions of limiting lubrication. It is known that contamination of oils occurs as a result of their contact from the outside, and as a result of changes in the carbohydrate composition of oils. These processes begin already at the production of oil at refineries and continue at all stages of its transportation, storage and operation. They can be classified into two main types: manufacturing and operating (Fig. 1) [1, 2].

Problem. On the basis of the analysis of literary sources, it was established that used in operation s.-g. technics, diesel oils may contain up to 0.14% (by mass) of pollution, and autotractor oils in the same conditions - up to 0.28% (by mass). The results of the microscopic and spectral analysis of contaminants carried out on the oils DS-11 and DS-8 show that in the oil entering the refueling machines and mechanisms, there are many particles of contamination in the size of more than 50 microns. In reservoirs of oil reservoirs, the number of such contaminants can exceed 1000 per 1 cm³ (Table 1), and a significant proportion of compounds of silicon and aluminum (Table 2) indicates the high abrasiveness of the used oils [2, 4]. Along with solid contamination in motor oils, there is water in the presence of which the process of changing the properties of oils proceeds especially intensively and plays a crucial role in the stability of the oil.

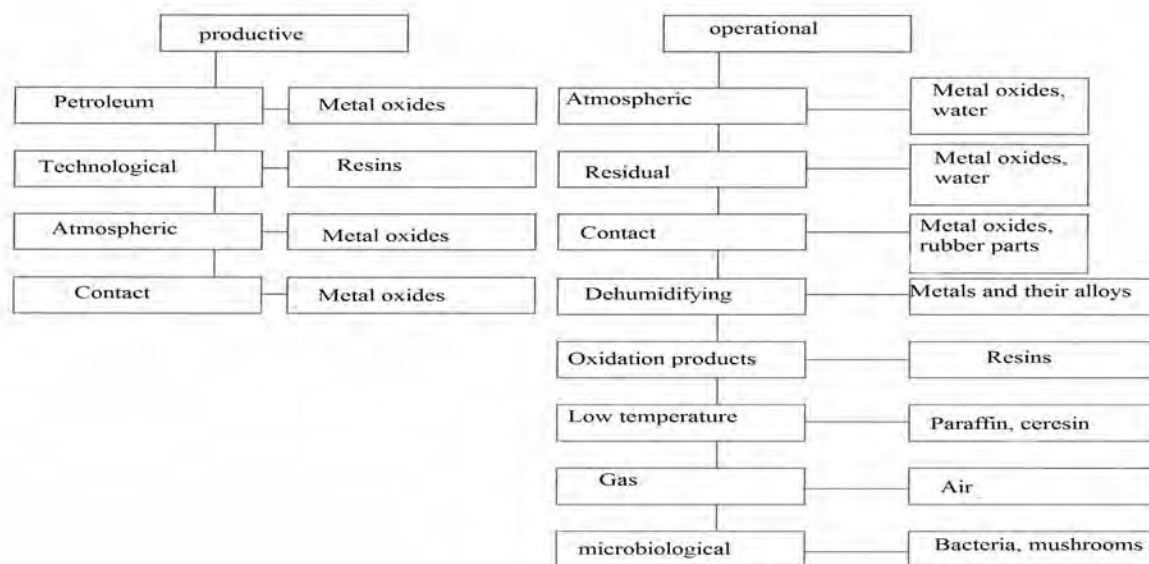


Fig.1. General classification of lubricant contamination processes.

Aging of the engine oil is a complex complex of physical and chemical processes, of various factors, which are closely interconnected. The main ones are the following. Oxidation of oil, which occurs under the influence of oxygen and high temperature. The products of oxidation and polymerization of hydrocarbon oils can be liquid, semi-liquid and solid products, some of

which can be soluble in oil, and the other part will replenish the amount of insoluble impurities.

Table 1. Contents and granulometric composition of pollution in diesel oils

Brand	Place selection	% by weight	Average number of particles (thousand pieces / cm ³) in intervals of dimensions, μm							
			1-5	5-10	10-15	15-20	20-30	30-40	40-50	50
DS-11	F / d tank	0,010	15,8	8,4	3,9	2,1	1,1	0,3	0,2	0,01
DS-11	Reservoir composition	0,014	17,4	12,3	2,0	1,0	0,8	0,2	0,02	0,005
DC-8	The same	0,110	863,7	97,2	30,1	13,9	7,5	0,97	0,8	1,15
DS-11	Barrel	0,112	974,5	849,2	24,5	74,2	16,3	4,1	1,7	2,9

Table 2. Characteristics of the ash of contaminations in motor oils

Oil brand	Sampling point.	Content of contaminants, % (by mass).	Contents, $10^{-4}\%$.				
			Fe	Cu	Pb	Al	Si
DS-1	Reservoir composition	0,137	traces	0,2+0,4	0,04	traces	1,5+2,0
АКП-10	The same	0,080	-	0,12	-	0,5	2,3
DS-11	Tanker	0,100	-	0,7+0,9	-	traces	1,7
DS-11	Barrel	0,115	traces	0,25	0,02	0,12	1,4+2,2
АКП-10	The same	0,125	traces	0,17	-	0,32	1,4+2,5
DS-11	Distributing	0,103	-	0,1+0,2	-	0,13+0,3	2,4

Contamination of oil with insoluble impurities, which is formed from solid carbohydrate particles (soot) due to incomplete combustion of fuel, from solid and liquid products of oxidation of oil are formed when interacting with impurities, from products of deterioration and pollution coming from the surrounding water (water, sand, dust) . The main source of formation of insoluble impurities is soot, products of wear, dust and others. Chemical processes of oil aging include the neutralization of compounds of acidic nature with impurities (decrease of alkalinity of oil) to oxidation of oil. [2, 5]. The speed of these processes depends on the concentration of the reactants and changes in the process of engine operation. As a result of the aging process, there is a change in the composition of the oil, as the content of the impurity decreases, the concentration of insoluble and soluble oxidation products and impurities increases (Fig. 2). Changing the composition of the oil leads to a change in its quality. Indicators characterizing negative properties (such as the content of insoluble impurities, acidity), as the aging of the oil increases. The formation of oil in products of its aging significantly affects the wear of friction surfaces of engine parts. It is known that microvision externally manifests itself as abrasion. It can be caused by various reasons. The presence of slight abrasion often does not interfere with the operation of parts, and in the initial period of operation is even necessary for the application of parts. The processes of friction and wear significantly affect the micro pollution of the oil. Studies

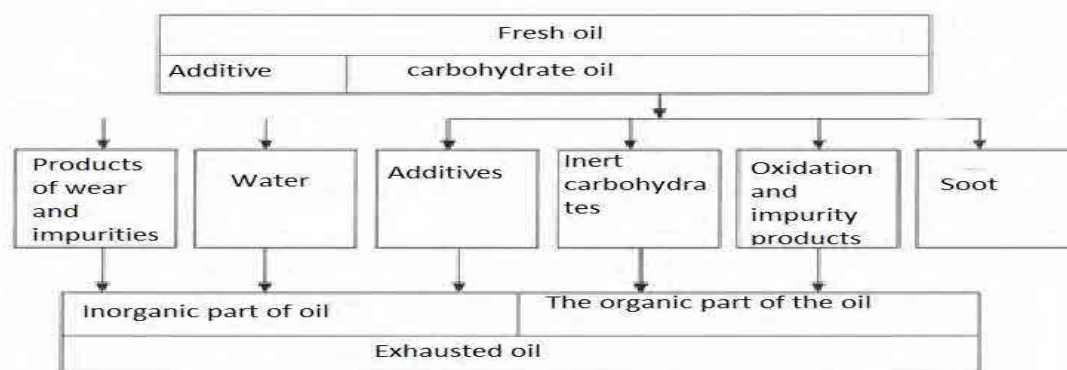


Fig. 2. Changes in the lubricant during engine operation.

have shown that a significant part of the power loss in the engine is due to the friction of the sealing rings on the cylinder wall. The process of oil contamination is just as intense in the same area. Friction in this site occurs in the mode of limit lubrication.

The purpose of research. Development of effective technologies and equipment for restoration of operational properties of waste oils for the purpose of their re-use in agricultural production.

Research results. Engine oils can be restored by chemical, physico-chemical and physical methods, the classification of which is given in Fig. 3. Chemical methods are based on the interaction of substances that pollute the engine oils and reagents introduced into these oils. As a result of the reactions occurring, compounds are formed, easily removed from the oil. Chemical methods of purification include: acid purification, alkaline purification, drying with the help of calcium compounds, dehydration and reduction by hydrides: metals. The application of chemical methods of cleaning and clarification allows the removal of asphalt-frost, acid, some heterogeneous compounds as well as water from oils.

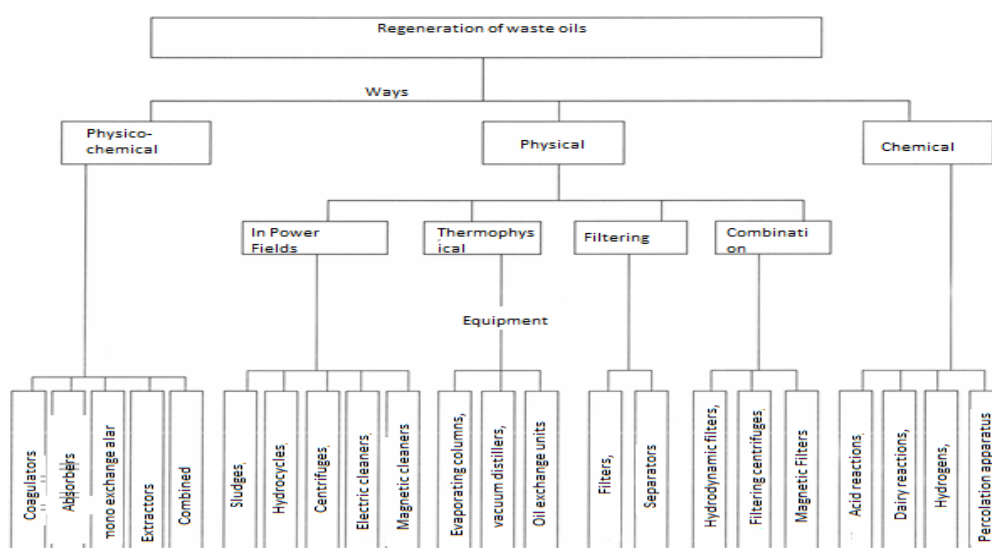


Fig. 3. Classification of regeneration of waste oils.

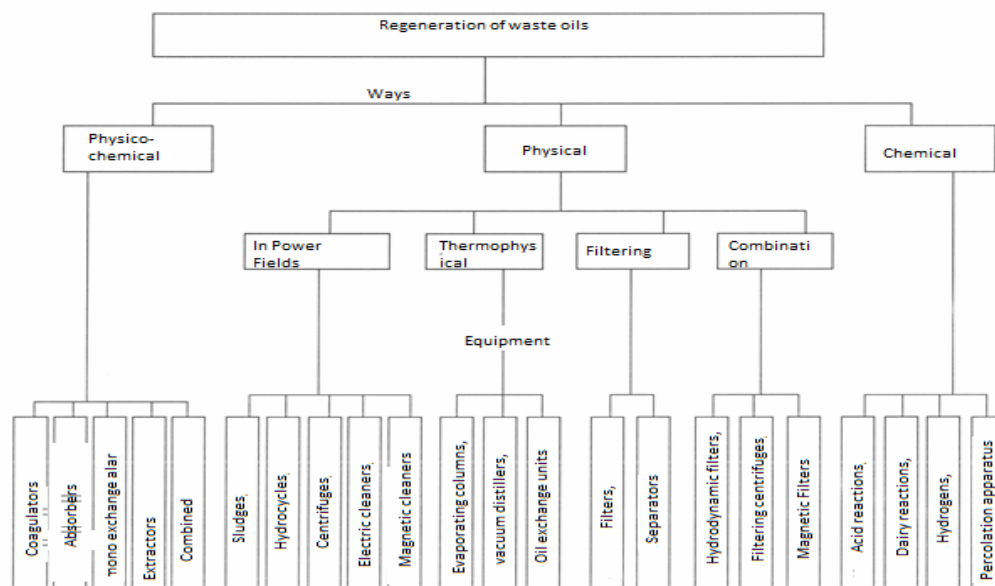


Fig. 4. Classification of filter elements.

These methods have been widely used in industrial regeneration plants. Basic from physico-chemical methods used in practice: coagulation (inorganic and organic electrolytes, not electrolytes, solutions); adsorption (percale filtering, contact cleaning, cleaning in the moving layer, adsorbent), ion-exchange purification (static and dynamic); dissolution of impurities (deasphalting with propane, deparafinization, selective purification, water washing) [2, 4]. These methods, as well as chemical, are difficult for the practical realization of oil regeneration in the conditions of agricultural production. The physical methods of cleaning the oils include filtering and strength fields of high tension. These methods allow the removal of solid particles from the oils, microcurrents of water and partially-resinous and coke-forming substances. The main types of equipment used in the cleaning of oils in the power field: centrifugal (hydrocyclones and centrifuges); electric (high-frequency and electrostatic); magnetic (about an electromagnet and a permanent magnet), vibration (mechanical and ultrasonic), combined [2,4,5]. It is known that high-strength field strengths can be achieved on centrifugal, ultrasonic and magnetic cleaners of different design. In centrifugal cleaners solid particles of contamination are separated from the oil by the action of centrifugal forces. Depending on the speed of rotation of the rotor, the centrifuge is divided into low speed (5000-10000 rpm), high speed (10000-20000 rpm) and ultracentrifuge (rotational speed more than 20,000 rpm). The most widely used centrifuge with a hydrostatic drive. Different types of filters are also used to clean the oils. By way of separation of polluting impurities, they are divided into surface and deep. Classification of filter elements is shown in Fig. 4. Surface filters delay particles of the dispersed phase on the surface of the filter element. Such filters act as a sieve, that is, they hold only those particles whose linear dimensions are larger than the limits of the boundary channels of the filtering element. The following types of filters are used for filtration of oil: mesh, slit, mater, cardboard, paper, ceramic. In microfiltration, the lubricant is cleared of tar substances, asphaltenes, varnishes, scum, and the like. Depending

on the porous surface of the particles constantly removed from the surface by the flow of oil, created by a centrifugal pump, which is included in the circulating circuit. The efficiency of microfiltration depends on the pressure in the system and the temperature of the oil. After the microfiltration the oil enters the heating device and the reactor, which undergoes catalytic hydrogenation. In this case, cracking gas, which can be used for combustion in the tubular furnaces of the installation, is released, and heavy hydrocarbons are hydrated. The acceleration of the oil obtained in vacuum to separate it into three viscosity fractions is the last stage of the regeneration process. The oil obtained as a result of such processing, like fresh oils and can be used without restrictions. The amount of recovered oil from the raw material can exceed 70%. Microfiltration can enter into the process of oil regeneration as the main operation, and in combination with other operations. The combination of microfiltration with the previous operations of regeneration of oils (removal of water, fuel fractions, coarse impurities) allows you to obtain high-quality butter. On this basis, the scheme of the technological process of recovered waste oils, which is given in Fig. 5, was chosen. One of the operations of oil recovery in the development technology is the process of purification by the method of microfiltration. The essence of the proposed technology is as follows. Distilled waste oil is cleaned of mechanical impurities, water and fuel fractions at high-speed centrifugal cleaners. The work proceeds at a temperature not higher than 95°C and the pressure at the inlet to the cleaner is about 10 MPa. The purified oil is heated to 60°C and passed through the micropores of ceramic rods. Such microfiltration through a semipermeable membrane further cleans the oil. To further improve the performance of the oil filtrate add additives or prepare a mixture of them with fresh oil, followed by treatment in the ultrasonic field. It allows to increase the connection of components of additives with carbohydrate elements of oils at the molecular level, that is, to stabilize the content of additives and increase the term of their service. Regenerated and stabilized oils are deposited and delivered to consumers. Structurally, the microfilter unit is an independent installation with tanks, a pump station with membrane elements, an electric heating and a control board (Figure 5). The microfilter unit is a welded frame structure on which the main oil tank (4) is mounted with a capacity of 600 liters. The tank is equipped with electric heaters, temperature sensors and temperature sensors. Around the tank 12 blocks of microfilters (5), each of which has 24 ceramic rods installed. The scheme of oil flows in the elements of the block is shown in Fig. 5. The oil circulation in the block of microfilters is carried out by the pump station (1). To clean the blocks of microfilters, use compressed air supplied by the compressor at a pressure of 0.4 MPa. The block consists of: control shield (4), concentrate drain pump (7), storage capacity (6), oil-wires, shut-off valves, pressure sensor. The block has a functional connection with the stabilization unit and a unit of preliminary purification of oils through a network of pipelines and shut-off valves. Install in filtration mode this way. The purified oil from the first block by the pumping station of this unit is pumped into the working capacity of the microfilter unit, which opens the shut-off valve supplying oil from the capacity of the purge, at the outlet of the pump, two shut-off valves of the oil supply lines are cut off into the working capacity of the microfiltration unit. Include pumping station unit.

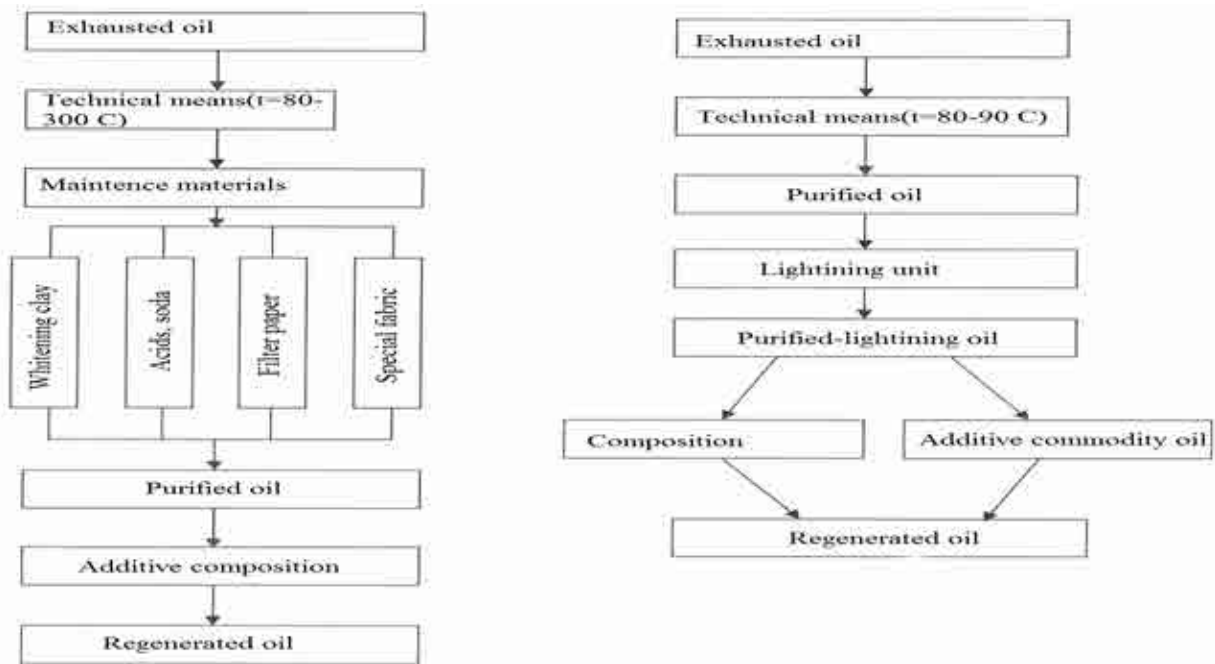


Fig. 5. Scheme of technological process of recovery of waste oils.

The filling process proceeds to reach the oil of the upper level sensor, which excludes the pumping station of the clearing unit. Close the filling lines valves. On the control panel of the microfilter unit, the heating of the oil, by setting the temperature of 70 ° C on the sensor, opens the valve of the pressure manifold of the pumping station of the microfilter unit. Upon reaching the operating temperature of 70 ° C oil, the pump station of the unit is switched on automatically. The pressure at the line at the inlet of the microfilter unit is 0.7 MPa and is supported by the through valve. The purified oil circulates in the block of microfilters, passes through the mountains of ceramic rods, on which contaminants settle, and the jet pump is fed into the storage capacity of the oil. Filtration subtlety in the block of microfilters up to $0.5 \cdot 10^{-6}$ m. The process continues to reduce the productivity of the rods [5, 6]. In purge mode, the installation works in the following way. Open the shut-off valves of the purge line of the block of microfilters, include a compressor station in operation and 0.4 MPa of air is fed in a microfilter under pressure. Passing through the pores of the ceramic rods, antistrum compressed air frees the surface of the rods from contamination, bringing them into a container for collecting concentrate. At the end of the purge, the compressor is switched off and shut-off valves on the cleaning line are closed. Similarly, the elements of the block are cleaned if, instead of compressed air, a diesel fuel or washing liquid is used. However, this reduces the productivity of the plant and increases the operation of the unit. In purge mode, the installation works in the following way. Open the shut-off valves of the purge line of the block of microfilters, include a compressor station in operation and 0.4 MPa of air is fed in a microfilter under pressure. Passing through the pores of the ceramic rods, antistrum compressed air frees the surface of the rods from contamination, bringing them into a container for collecting concentrate. At the end of the purge, the compressor is switched off and shut-off valves on the cleaning line are closed. Similarly, the elements of the block are cleaned if, instead of compressed air, a diesel fuel or washing liquid is used. However, this reduces the productivity of the plant and increases the operation of the unit. For the treatment

of the filtration regime of oils on the block of microfilters, experimental studies were carried out, in which the productivity of microfilters from carbon graphite and ceramics was determined, with microfiltration of purified waste oil M-10M2. Characteristics of microfilters are given in Table. 4. As the initial parameters, the operating temperature of oil 60 and 95 ° C was adopted, the flow rate at the installation is 4 m / s and the pump performance is $0.5 \cdot 10^{-3}$ m³ / c. Analysis of the results shows that when filtration of oil through carbonaceous rolled rods, the productivity of the process with increasing pressure practically does not increase. When filtration due to neglected carbonaceous rods productivity increases in proportion to pressure. When filtering through the ceramic rods, the performance is sharply increased with a pressure variation of 0.1 to 0.5 MPa, and with further increase in pressure, the productivity increase decreases. Ceramic rods are most susceptible to changing the pressure drop across the filtering partition. The M-10G2 oil filtrate was examined in passing light. The filtrate, obtained through rolling carbonaceous rods, is transparent, has a bright red coloring. It characterizes it as a highly dispersed. Ceramic rods are most susceptible to changing the pressure drop across the filtering partition. The M-10G2 oil filtrate was examined in passing light. The filtrate, obtained through rolling carbonaceous rods, is transparent, has a bright red coloring. It characterizes it as a highly dispersed organosol, as absorbed short waves with blue staining. In this case, the radius of particles is 0.5 microns and below. The oil filtrate, obtained from non-liberated carbonaceous rods, is cloudy, has a dark red color, which characterizes it as ultramicroheterogenic organosol with a particle radius of 3 microns and below. The filtrate obtained through the ceramic rods, transparent, has a dark red color, which characterizes it as a colloid-dispersed organosol with a particle radius of 1 μm or lower. In addition, a comparative estimation of the optical density of the filtrate compared with the fresh marketable oil of M-10M2 was performed on the photocometer FEK-56DO. The optical density of the first filtrate is lower than the centrifuged oil purified twice with a wavelength of 500 nm; the second filtrate is 1.5 times, the third - 1.2 times at the same wavelength. This allows us to conclude that the oil filtrate reduces the amount of pollutants from 3 microns and below. Analysis of the dependence of the productivity of microfiltrations on pressure based on the rheological properties of colloidal systems allows us to conclude that in the chosen filtration regime, a turbulent flow of liquid occurs in the capillaries of the microfilter. As the turbulent filtration regime is not optimal, additional tests are needed to find optimal filtration regimes based on a more in-depth study of rheological and other properties of colloidal oil systems. The hydraulic characteristics of the filtering of commercial and waste oil M-10M2 through the ceramic filter are obtained. Characteristics suggest that the most significant influence on the rate of filtration is the temperature regime and the pressure drop on the surface of the microfilter. Under the influence of temperature and pressure, the viscosity of the oil varies, and the effect of these factors on the process is uneven. Increased pressure leads to deformation of the layer of sediment on the surface of the microfiltration, the transition of the flow of filtrate through the capillaries from the laminar regime to turbulent, ie, increases the resistance of the filtration [2, 5]. For the treatment of oil filtration regimes, a series of experimental studies was conducted on a microfilter block. The productivity of microfilters (membranes) made from ceramics, with microfiltration of oil

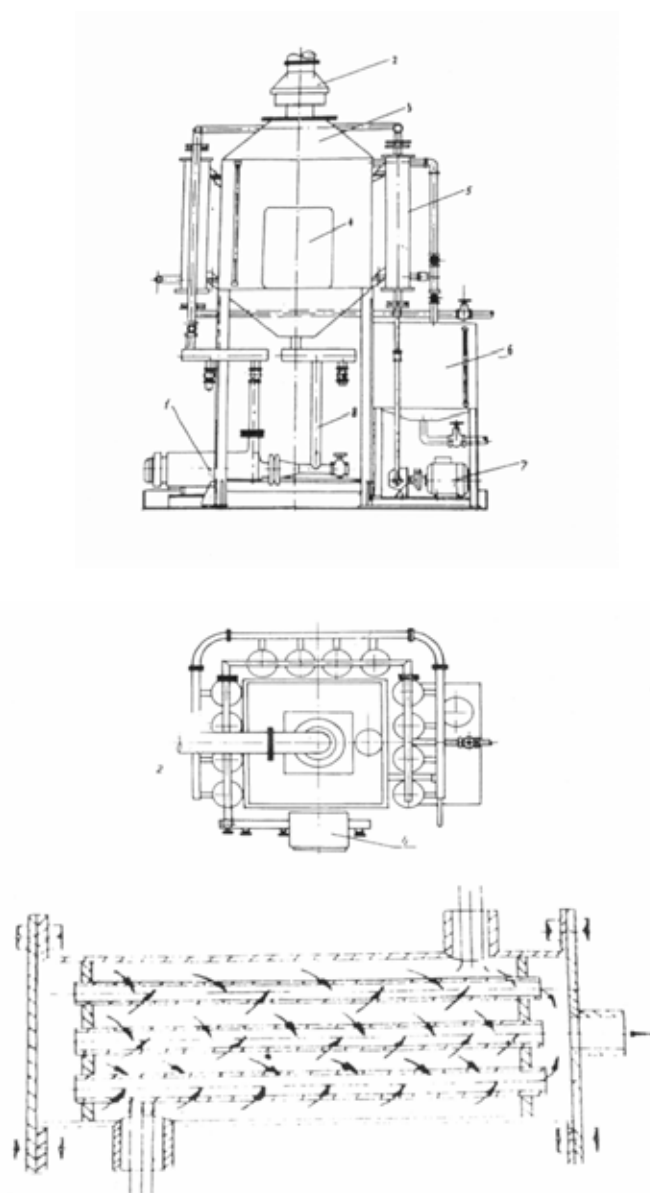


Fig. 6. General view of installation and block of microfilter.

Table 3. Basic technical data of the installation.

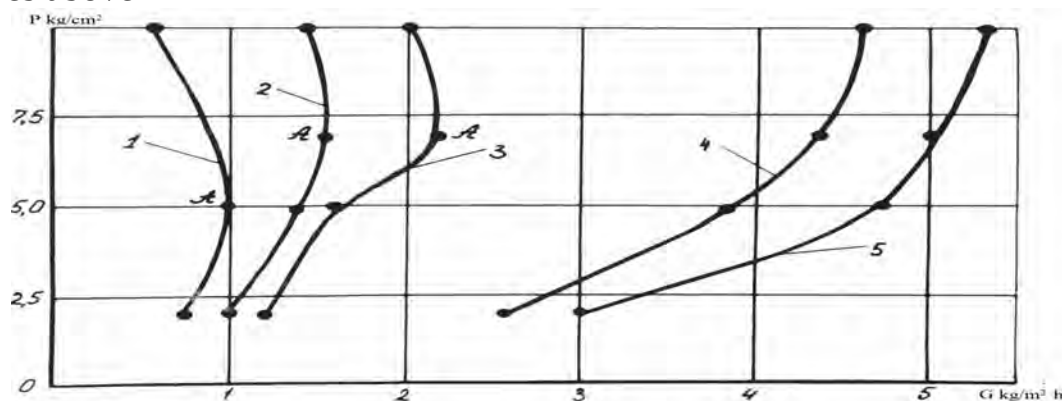
Number of microfilters, pcs	288
Working surface of microfilters, m ²	8
The type of filter element is tubular	Tubular
Material of the ceramic filter element	Ceramics
Average pore diameter of the microfilter, m	$1 \cdot 10^{-6}$
Porosity of microfilter element, %	
The size of the ceramic rods, mm: length	800
External diameter	12
Internal diameter	6
The diameter of the oil at the entrance to the element, MPa	0,5
Operating temperature	80

Selectivity, %	46
Productivity, l / hour	20-30
Capacity for refined oils, l	600
Capacity for collecting concentrate, l	200
Nutrition Network, V	220/380
Installation capacity, kw	18,5

Table 4. **Characteristics of microfilters.**

Name	Dimensions of rods			Size of pores, μm	Porosity, %
	length	diameter	The thickness of the wall		
Carbon steel rods	800	6,0	2,0	0,6	44,1
Non-wrought carbon brushes	800	6,0	2,0	1,0	38,0
Ceramic rods	800	6,0	3,0	1,0	60,0

M10M2, purified centrifugation at the oil-treatment plant SUOM-1H was determined. During the block performance, the supply performance remained virtually unchanged. According to the results of the experiment, the graphical dependence of the variation of the unit's productivity on pressure and temperature was constructed (Fig. 7). The analysis of the graph shows that at a temperature of up to 95°C and at a pressure variation from 2 to 10 kg/cm^2 , there is an experimental point A in which the block achieves the highest productivity. At oil temperatures above 95°C , productivity increases with pressure. It was established that at temperatures above


Fig. 7. Dependence of membrane performance on pressure and temperature.

95°C the oil filtrate permeates sharply. This is due to a decrease in the viscosity of the oil and its contact with electric heaters, which at these temperatures contribute to the preservation of highly dispersed soot particles in it. At low oil temperatures, the selectivity of the microfilter unit increases, that is, on the surface of the microfilter, particles of the microadmixture are most effectively retained. Table 5.6 shows the results of physico-chemical analysis of oils at different filtration regimes, which also confirm that, at low filtration temperatures, the concentration of mechanical impurities in oil is reduced. Data analysis table. 5 shows that the process of filtration of purified oil reduces the content of mechanical impurities by 6.5 times compared with purification centrifugal apparatus and 2.5 times improve the light penetration. The content of detergents in the filtrate decreased by 3% compared to the refined oil and by 12% compared to the spent fuel. The content of

mechanical impurities in the product oil is almost 10 times the permissible values, the viscosity is 2% lower than the standard. The filtrate contains 2 times less mechanical impurities and a 10% reduced viscosity due to the destruction of polymers in the process of operation in the engine. In general, the filtrate is close to the relevant requirements of the standard, and when introduced into it, the composition of the additive will conform to the standard. [5,7,8]. According to the content of pollutants and products of engine wear (Fe; Al; Cr; Cu; Si), the filtrate is comparable to commercial oil. The results of the comparative analysis allow to confirm the significant efficiency of the process of microfiltration of oil with ceramic filters and the possibility of bringing the waste oils to a level of fresh commodity.

Table 5. Physico-chemical parameters of oil filter M1OG 2

Type of oil	Contents fur. impurities, %	Cinematic viscosity. at 100 oz, mm ² / s	Mooney number, mg KIN / g
Output M1OG2	0,0164	10,52	2,68
M1OG2 filtrate at T = 40 ^o C	0,0051	9,64	2,25
M1OG2 filtrate at T = 60 ° C	0,0073	9,81	2,28
M1OH2 filtrate at T = 95 ° C	0,0094	9,98	2,27
M1OH2 filtrate at T = 120 oz	0,0127	10,23	2,25
M1OH2 filtrate at T = 120 oz	0,0158	10,75	2,26

Table 6. Physico-chemical parameters of oils M1OG

Type of oil	Commodity butter	Kinematic viscosity, cSt	Flame temperature, oz	Alkaline number, mg CIN / g	Water content, %	Content density, %
Fresh oil	0,220	10,82	204	5,66	0,07	65
Exhausted oil	0,410	10,56	179	1,63	0,24	23
Purified oil SUOM-1M	0,014	10,23	181	1,61	Слід	29
Oil filtrate, keram. Filter	0,007	9,32	176	0,44	Слід	58
Commodity oil	0,042	10,25	189	4,90	0,08	32

Conclusions. Microfiltration can enter into the process of oil regeneration as the main operation, and in combination with other operations. The combination of microfiltration with the previous operations of regeneration of oils (removal of water, fuel fractions, coarse impurities) allows you to obtain high-quality butter. Distilled waste oil is cleaned of mechanical impurities, water and fuel fractions at high-speed centrifugal cleaners. The work proceeds at a temperature not higher than 95 ° C and pressure at the inlet to the cleaner of about 10 MPa. The purified oil is heated to 60 ° C and passed through the micropores of ceramic rods. Such microfiltration through a semipermeable membrane further cleans the oil. To further improve the performance of the oil filtrate add additives or prepare their mixture with fresh oil, followed by treatment in the ultrasonic field. It allows to increase the connection of components of additives with carbohydrate elements of oils at the molecular level, that is, to stabilize the content of additives and increase the term of their service.

Analysis of the dependence of the productivity of microfilters on pressure based on the rheological properties of colloidal systems allows us to conclude that in the chosen filtration mode there is a turbulent flow of liquid in the capillaries of the microfilter. Under the influence of temperature and pressure, the viscosity of the oil varies, and the effect of these factors on the process is uneven. The increase in pressure leads to the deformation of the layer of sediment on the surface of the microfiltration, the transition of the filtrate stream through the capillaries from the laminar regime to the turbulent, that is, the increased resistance to filtration. The filtrate contains 2 times less mechanical impurities and a 10% reduced viscosity due to the destruction of polymers in the process of operation in the engine. In general, the filtrate is close to the relevant requirements of the standard, and when introduced into it, the composition of the additive will conform to the standard.

REFERENCES

1. Bilokon Y.Yu., Okocha A. I.(2004). Fuel and lubricants and other operational materials. -K .: Center for Spiritual Culture. -448 p.
2. Bilokon Y. Yu., Okoy A. I.(2002). Tractors and cars. -K .:Harvest. -322 p.
- 3.Topilin G.E., Uminsky S.M., Chuchuy V.P.(2014). Operational traction of tractors. Simeksprint Printing and Publishing House. ISBN 978-966-2771-35-0. 593 pp.
4. Uminsky S.M., Inyutin S.V., Chuchui V.P.(2013). Technical service in the agroindustrial complex. TES publishing house and printing house., ISBN 978-617-7054-07-7, p.196 p.
- 5.Uminsky S.M.(2014). Hydrodynamic processing of petroleum products processing - Agricultural bulletin of the Black Sea region, collection of scientific works, Technical sciences. Whip 74. Odessa, 186 pp. P. 155-157.
6. Uminsky S.M., Inyutin S.V., Chuchuy V.P.(2015). Technical exploitation of mobile agricultural machinery. TES publishing house and printing house., ISBN 978-617-733754-06-4, p.224c
7. Grushetsky S.M., Bendera I.M., Kozachenko O.V. et al., Grushetsky S.M., Bendery I.M. (2014). Technical service in the APC: Educational-methodical complex: Teaching. manual for students is engineered. special directly "Processes, machines and equipment of agro-industrial production" / - Kamyanets-Podilsky: FSP Sysyn Ya.I.,- 680 pp.
8. Uminsky S.M., Inyutin S.V., Chuchuy V.P.(2014). Organization of technical service in agricultural production. TES publishing house and printing house, ISBN 978-617-7054-32-9, p. 225c.
- 9.Gorovoy G.V.(2006). Diagnostics of engine on change of composition of motor oil. - Agrarian Bulletin of the Black Sea Coast, collection of scientific works, Engineering. Whip. 34.-196 c, S. 34-37.

ТЕХНОЛОГИЯ РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ

Уминский С. М., Уминский Д. С.

Ключевые слова: масло, окисление, регенерация , примесь , кинематическая вязкость, коагуляция, адсорбция, микрофльтрация.

Резюме

Старение масла в двигателе - это сложный комплекс физических и химических процессов, различных факторов, тесно связанных между собой. Моторные масла можно восстанавливать химическими, физико-химическими и физическими методами. Микрофльтрация может входить в технологический процесс регенерации масла как основная операция, так и в сочетании с другими операциями. Сочетание микрофльтрации с предыдущими операциями регенерации масел (удаление воды, топливных фракций, грубодисперсных примесей) позволяет получить высококачественное масло. Отстоявшееся отработанное масло очищается от механических примесей, воды и топливных фракций на высокоскоростных центробежных очистителях. Работа протекает при температуре не выше 95°C и давлении на входе в очиститель около 10 МПа. Очищенное масло подогревается до 60°C и пропускается через микropоры керамических стержней. Такая микрофльтрация через полупроницаемые мембраны дополнительно очищает масло. Для дальнейшего улучшения эксплуатационных качеств в фильтрат масла вводятся присадки или готовится их смесь со свежим товарным маслом, с последующей обработкой в ультразвуковом поле. Это позволяет увеличить связь компонентов присадок с углеводными элементами масел на молекулярном уровне, то есть стабилизировать содержание присадок и увеличить срок их службы.

TECHNOLOGY OF REGENERATION OF EMPLOYED MASTS

Uminsky S.M., Uminsky D.S.

Key words: lubricant, oxidation, regeneration, impurities, kinematic viscosity, coagulation, adsorption, microfiltration.

Summary

Aging of the engine oil is a complex complex of physical and chemical processes, of various factors, which are closely interconnected. Engine oils can be restored by chemical, physico-chemical and physical methods. Microfiltration can enter into the process of oil regeneration as the main operation, and in combination with other operations. The combination of microfiltration with the previous operations of regeneration of oils (removal of water, fuel fractions, coarse impurities) allows you to obtain high-quality butter. Distilled waste oil is cleaned of mechanical impurities, water and fuel fractions at high-speed centrifugal cleaners. The work proceeds at a temperature not higher than 95 ° C and pressure at the inlet to the cleaner of about 10 MPa. The purified oil is heated to 60 ° C and passed through the micropores of ceramic rods. Such microfiltration through a semipermeable membrane further cleans the oil. To further improve the performance of the oil filtrate add additives or prepare their mixture with fresh oil, followed by processing in the ultrasonic field. This allows to increase the connection of the components of additives with carbohydrate elements of oils at the molecular level, that is, to stabilize the content of additives and increase the term of their service.

УДК 629.025

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛІВ ДЛЯ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

С.Г.Чабан, О.В.Ковра

Одеський Національний політехнічний університет

У статті приводяться вимоги до джерел енергії, застосування нових джерел енергії, удосконалення існуючих джерел енергії, використання накопичувачів енергії. Розглядаються загальні тенденції удосконалення традиційних конструкцій автомобілів, перспективні напрямки створення екологічних та економічних автомобілів. Аналізуються сучасні електроавтомобілі на акумуляторах, паливних елементах та інших альтернативних джерелах. Досліджується енергетика електроавтомобілів. Для комплектування електричного автомобіля можуть використати, як електродвигуни постійного струму, так і змінного. Останнім часом досить популярним стало використання в електромобілях мотор-коліс. Деякі електродвигуни змінного струму при гальмуванні транспортного засобу здатні працювати в генераторному режимі, завдяки чому виробляється електрична енергія, яка зберігається в акумуляторних батареях, і надалі використовується для руху автомобіля (функція рекуперативного гальмування). Основними джерелами енергії в електричних автомобілях є акумуляторні батареї. Свинцево-кислотні батареї є найпопулярнішим і найбільш дешевим варіантом і підлягають вторинній переробці. Нікель-металгідридні акумулятори мають більш високу продуктивність, ніж свинцево-кислотні, але за ціною вони дорожчі. Літій-іонні батареї - оптимальний варіант для електромобілів, вони мають високу щільність накопичуваної енергії і розрядних струмів, легкі, компактні і ефективно зберігають енергію. Проте в теперішній час літій-іонні батареї є відносно дорогим видом акумуляторів. Приводяться залежності для визначення запасу ходу електроавтомобіля в режимі рівномірного руху та в реальних умовах експлуатації. Аналізуються різні схеми та конструкції гібридних автомобілів та приводяться рекомендації їх вибору. Аналіз вимог до сучасних автомобілів і перспективи їх розвитку показали, що на даному етапі для агропромислового комплексу одним з перспективних напрямків розвитку їх конструкцій являється створення гібридних автомобілів, які більш економічні традиційних конструкцій та значно менше забруднюють довкілля.

Ключові слова: електроавтомобілі, гібридні автомобілі, літій-іонні акумулятори, інвертор, потужність, крутний момент, трансмісія, електродвигун, зарядний пристрій, паливний елемент.

Вступ. Постійне зростання світового автомобільного парку, робить актуальною проблему створення екологічно безпечних і економічних автотransпортних засобів.

Більшість транспортних засобів концентруються у великих містах і промислових мегаполісах, що веде до екологічної напруженості і, як наслідок, до екологічних катаклізмів, наприклад, у вигляді фотохімічного "смогу". Двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ) традиційних транспортних засобів практично 90% часу експлуатуються на нестійких режимах роботи, окрім цього, рух автотранспорту в міських зонах з обмеженими пропускними можливостями викликає використання тільки незначної частини потенційної потужності двигунів. Використання потужності традиційними автомобілями становить біля 30–50% номінальної. При гальмуванні втрачається від 15 до 60 кінетичної енергії, яка була передана автомобілю двигуном. Якщо цю енергію акумулювати, а потім використати в режимах руху з перевантаженням, то можна заощадити до 30 % палива. Ці чинники є визначальними в низькій ефективності роботи традиційних двигунів автомобілів з точки зору витрати палива і викидів шкідливих речовин. Тому необхідність в створенні транспортних засобів, що використовують альтернативні енергоустановки, стає усе більш актуальною. Провідні виробники автотранспортних засобів прийняли концепцію створення екологічно чистого автомобіля в дві стадії. На першій стадії передбачається створення автомобілів з комбінованою енергетичною установкою (КЭУ), що включає ДВЗ, з перспективою переходу його живлення на водень або синтез-газ, і на другій стадії автомобілі з акумуляторами або електрохімічним генератором на базі паливних елементів "водень-повітря". Комбінована енергетична установка здатна забезпечити роботу ДВЗ на режимах його найбільшої ефективності. Нині у ряді країн ведуться роботи по створенню транспортних засобів, які використовують КЭУ, до складу яких входять ДВЗ і буферний накопичувач енергії. Застосування буферного накопичувача енергії дозволяє забезпечити роботу ДВЗ в незалежності від режиму руху автомобіля і тим самим забезпечити роботу ДВЗ на його найсприятливіших режимах. Цей напрям отримав останнім часом досить бурхливий розвиток і поступово завойовує автомобільний ринок.

Мета досліджень. Подальше удосконалювання традиційних схем автомобілів на основі ДВЗ, що працюють на вуглеводневих паливах, вже не може забезпечити відповідність перспективним нормам екологічних вимог, що практично виключають викид шкідливих речовин енергетичною установкою автомобіля, а також значне скорочення витрати палива. Необхідні нові рішення й конструкції, які дозволять забезпечити екологічну безпеку та паливну економічність. У зв'язку з цим до актуальних задач, направлених на удосконалення конструкцій традиційних автомобілів, що дозволить пристосувати їх до сучасних екологічних та економічних вимог, є дослідження основних напрямків розвитку конструкції електроавтомобілів та гібридних автомобілів і встановлення можливості їх використання в агропромисловому комплексі.

Результати досліджень. Тенденції розвитку сучасних конструкцій автомобілів обумовлені вимогами до їх конструкції [1], серед яких можна виділити наступні: техніко-експлуатаційні; техніко-економічні; виробничі; конструктивні; соціальні. В теперішній час поряд з перерахованими, особливо актуальними являються економічні

показники. До економічних показників відноситься - зменшення витрат паливо-мастильних матеріалів, здешевлення виробництва та перевезень. Зменшення витрат паливно-мастильних матеріалів досягається за рахунок удосконалення існуючих джерел енергії шляхом удосконалення систем впорскування палива, застосування електронного керування систем живлення та запалювання, впровадженням наддуву, модернізацією газорозподільного механізму, використанням накопичувачів енергії. Особлива увага приділяється застосуванню нових джерел енергії. Перспективним напрямом вдосконалення конструкції автомобілів, що дозволить підвищити економічність, є розвиток електромобілів та гібридних автомобілів. Електромобіль – автомобіль, що приводиться в рух одним або декількома електродвигунами з живленням від акумуляторів або паливних елементів тощо, а не ДВЗ. Підвидами електромобіля вважаються електрокар (вантажний транспортний засіб для руху на закритих територіях) і електробус (автобус з акумуляторною тягою) [2]. Акумуляторні електроавтомобілі BEVs, AEVs – електричні автомобілі в яких проходить процес накопичення енергії в акумуляторах і перетворення її в механічну роботу. Ці автомобілі відзначається нульовим рівнем викидів, оскільки вони не мають викидів вихлопних газів під час роботи. В електричних автомобілях застосовуються такі різновиди акумуляторів: свинцево-кислотні, AGM акумулятори (VRLA батареї), нікель-кадмієві, нікель-металгідридні, літій-іонні (Li-ion), літій-полі (Li-pol) і цинк-повітряні батареї. Перетворення електричної енергії в механічну відбувається в електродвигунах, які відносно ДВЗ мають значні переваги. Як приклад успішної розробки моделі з високими характеристиками можна привести двигун від Yasa Motors. Інженери компанії створили агрегат, який при вазі 25 кг здатний видавати до 650 Н·м крутного моменту [2]. В порівнянні електромобіля з автомобілем, де використовується, ДВЗ він характеризується більш простою схемою, мінімальним числом рухомих елементів. Отже, таке рішення є більш надійним. Живлення мотора відбувається від тягової акумуляторної батареї. Найчастіше використовується літій-іонні батареї, що включають в себе кілька модулів, підключених послідовно. На виході акумулятора формується напруга від 300 В постійного струму. Потужність змінюється залежно від моделі автомобіля. Сучасні зразки здатні створювати і 700 В. Для коректної взаємодії ємність батареї підбирається з урахуванням потужності двигуна. Цей показник в переважній більшості конструкцій становить від 15 до 200 кВт. Якщо порівняти електричний двигун з ДВЗ, то у першого ККД становить 95%, а в іншого - 25%. Різниця істотна. Є приклади в автомобілебудуванні, коли в конструкції використовується кілька агрегатів, що можуть приводити в рух певні колеса. Такий принцип організації дозволяє збільшити тягову потужність автомобіля. Одним з варіантів такої схеми є двигун інтегрований в колесо. Недоліком такого пристрою тягового електродвигуна є погіршення керованості транспортного засобу. Тому розробники продовжують вести активну діяльність в цьому напрямку. Що стосується трансмісії, то у електромобіля вона має спрощений вигляд. Багато конструкцій оснащені одноступінчастим редуктором. Завдяки інвертору відбувається перетворення високої напруги постійного струму батареї. За рахунок наявності в конструкції

бортового зарядного пристрою гарантується зарядка акумулятора від електромережі побутового призначення. Забезпеченням зарядки додаткової батареї на 12 В займається перетворювач. Ця батарея використовується для живлення різних допоміжних пристроїв транспортного засобу. Зовні електромобіль не має відмінностей від традиційного автомобіля з ДВЗ, проте основні розбіжності знаходяться в області експлуатації: висока початкова вартість, необхідність тривалої зарядки, обмежений хід. Тому будова електромобіля має певні розбіжності з конструкцією традиційного транспортного засобу. Висока вартість авто формується в основному через ціну на акумулятори, які ще й мають невеликий термін служби - до 7 років. Це змушує фахівців шукати нові рішення для вдосконалення технології: літій - полімерні батареї, конденсатори великої ємності, паливні елементи і інші. Витрати на утримання електромобіля найчастіше нижчі, ніж автомобіля з ДВЗ, особливо в тих державах, де вартість електроенергії низька. Слабким місцем електромобіля являються: висока вартість заміни акумуляторів; відсутність (недостатня кількість) зарядних станцій великої потужності 50–120 кВт які забезпечують 80% зарядки за 30–40 хвилин; тривалий час зарядки акумуляторів від традиційних джерел живлення, невисокий рівень автономного функціонування, викликаний коротким запас ходу без підзарядки. Запас ходу електромобіля є важливим експлуатаційним чинником який впливає на його продуктивність та залежить від багатьох чинників.

В даний час немає єдиної методики розрахунку запасу ходу електромобілів. Іноді для цих цілей використовується вираз [3]:

$$L = e \cdot G_6 / (\omega \cdot G_e)$$

де e – питома енергоємність джерела струму, Вт·ч/кг (кВт·год/кг); G_6 – маса батареї акумуляторів, кг (т); ω – питома витрата енергії на переміщення кожного кілограма (тони) маси електромобіля на кілометр шляху, Вт·ч/(кг·м) (кВт·год/(т·км)); G_e – повна маса електромобіля, включаючи масу вантажу, що перевозиться, кг (т).

Цей вираз зустрічається і в інших варіантах запису, наприклад, коли в чисельнику формули знаходиться показник «енергія акумуляторної батареї». Перевагою такого виразу є його простота і невелика трудомісткість розрахунків. Слід зазначити недоліки формули, в якій не враховується, що величина енергоємності акумуляторної батареї в значній мірі залежить від режиму і інтенсивності розряду, ступеня зарядженості і типу джерела струму. Питомі витрати енергії на переміщення електромобіля залежать від ряду факторів як конструктивного, так і експлуатаційного характеру. Однак існує й інша задача: визначення реального запасу ходу при нестандартному режимі руху і різних дорожніх умовах. З огляду на особливості такої постановки завдання, формулу енергетичного балансу представимо в наступному вигляді:

$$Q \cdot \eta_{TC} = W_K + W'_K + W_B + W_j$$

де η_{TC} – коефіцієнт корисної дії (ККД) тягової системи;

$$W_K = \frac{G_e \cdot f \cdot L}{3.6 \cdot 10^2} - \text{витрати на подолання сил опору коченню і підйому, Вт \cdot г;}$$

$$W'_K = \frac{G_e \cdot f \cdot L_r}{3.6 \cdot 10^2} - \text{то ж, але при русі електромобіля в режимі гальмування і руху}$$

накатом, Вт·г;

$$W_B = \frac{k \cdot F \cdot v_{\text{пр}} \cdot a \cdot L}{3.6 \cdot 10^3} - \text{витрати енергії на подолання сили опору повітря на ділянках}$$

розгону і рівномірного руху, Вт·г;

$$W_j = \frac{G_e \cdot b \cdot j \cdot L_{\text{п}}}{g \cdot 3.6 \cdot 10^3} - \text{енергія, що витрачається на подолання сили опору інерції, Вт·г;}$$

G_e – повна маса електромобіля, кг; f – коефіцієнт опору дороги; L – загальна довжина шляху, м; L_r – шлях, який проходить електромобіль в режимі гальмування і накатом, м; $v_{\text{пр}}$ – середня швидкість на ділянках розгону і рівномірного руху, м/с; $a = 1 - L_r / L$ – частка шляху, що припадає на розгін і рівномірний рух; b – частка шляху, який проходить електромобілем з прискоренням; j – прискорення електромобіля, м/с²; $L_{\text{п}}$ – шлях, який проходить електромобіль з прискоренням, м.

Після перетворень вираз для розрахунку запасу ходу електромобілів запишеться у вигляді

$$L = \frac{Q \cdot \eta_{\text{еп}} \cdot \gamma \cdot 3.6 \cdot 10^2}{G_e \cdot a \cdot \left(\psi + \frac{k \cdot F \cdot v_{\text{пр}}^2}{10 \cdot G_e} + \frac{i \cdot \delta \cdot b}{g \cdot a} \right)}$$

де $\eta_{\text{еп}}$ – ККД електричного приводу; γ – коефіцієнт що враховує допустимий рівень розряду акумуляторної батареї; ψ – коефіцієнт сумарного дорожнього опору; k – коефіцієнт обтічності, Н·с²/м⁴; F – площа лобового опору, м²; δ – коефіцієнт врахування мас, що обертаються.

Знаючи режим руху і вибравши розрахунковий цикл, можна визначити запас ходу електромобіля за допомогою отриманої залежності. При цьому результати розрахунків добре узгоджуються з даними ходових випробувань електромобілів. Аналіз вимог до сучасних автомобілів і тенденції їх розвитку показали, що враховуючи недоліки електромобілів, в найближчі 5–10 років одним з перспективних напрямків розвитку конструкцій автомобілів для агропромислового комплексу є використання гібридних автомобілів, які значно більш економічні традиційних конструкцій та значно менше забруднюють довкілля. Особливістю гібридних автомобілів є застосування як ДВЗ так і електродвигуна, можливість використання яких залежить від конструктивної схеми гібридної установки. Конструктивно гібридні силові установки можна поділити на чотири структурних схеми, які відрізняються як схемними рішеннями, так і потужністю використаних тягових електричних машин. Перша структура побудови гібридних силових установок заснована на використанні оберненої електромашини малої потужності (від 2 до 4 кВт), яка виконує функції стартер-генератора. Такі автомобілі компонуються системою Stop&Start, яка автоматично відключає ДВЗ при зупинці, а при гальмуванні або при русі за інерцією здійснюється заряд акумуляторної

батареї при відключеному ДВЗ. Силова установка створена за другою структурною схемою гібридизації використовує тяговий електричний двигун потужністю до 25 кВт, який генерує механічну енергію паралельно з ДВЗ таким чином, що еквівалентна потужність формується з потужності ДВЗ та електродвигуна. Ця схема побудови гібридної силової установки найбільш ефективна на старті та при інтенсивному розгоні транспортного засобу, коли обертовий момент електродвигуна максимальний. Такі електричні машини також можуть замінити стартер і генератор, а гібридна силова установка може працювати у режимі Stop&Start. Третій принцип побудови гібридних автомобілів засновано на використанні тягових електричних двигунів з ще більшою потужністю (від 30 кВт). Такі транспортні засоби відрізняються тим, що можуть рухатися у комбінованих режимах: тільки на ДВЗ, тільки на електротязі, або сумісно на ДВЗ і електродвигуні. Автомобілі комплектуються, як правило, одною, двома або чотирма вентильними електричними машинами, а розподіл механічної енергії серед споживачів виконується або механічно за допомогою планетарного механізму, або електричним шляхом. Погоджують роботу на всіх режимах перетворювач напруги і керуючий комп'ютер. До четвертого принципу побудови гібридної силової установки віднесемо схемні рішення, в яких ДВЗ не має кінематичного зв'язку з ведучими колесами. Механічна енергія з ДВЗ через генератор перетворюється в електричну енергію, яка подається в тяговий електромеханічний привод коліс та витрачається для заряду акумуляторної батареї. До цієї схеми відносяться також конструкції гібридних силових установок з мотор-колесами. Позитивні сторони такого принципу гібридизації - це відсутність механічної трансмісії, зниження питомої витрати палива та токсичності відпрацьованих газів за рахунок стабілізації режимів роботи ДВЗ за потужністю та частотою обертання, можливість електронного керування кожного колеса окремо. До цієї схеми відносяться також конструкції гібридних силових установок з мотор-колесами. Така схема знайшла своє використання в кар'єрних великовантажних самоскидах, наприклад, "БелАЗах", в яких потужний дизель-генератор постачає електроенергію в мотор-колеса. Позитивні сторони такого принципу гібридизації - це відсутність механічної трансмісії, зниження питомої витрати палива та токсичності відпрацьованих газів за рахунок стабілізації режимів роботи ДВЗ за потужністю та частотою обертання, можливість електронного керування кожного колеса окремо. Негативні сторони такої електричної трансмісії - зменшення ККД за рахунок подвійного перетворення енергії: механічна енергія ДВЗ - електрична енергія генератора - механічна енергія електродвигуна, збільшення невіднесеної маси автомобіля за рахунок вбудованих у колеса електродвигунів, що призводить до погіршення керування та комфорту. Таким чином, на основі аналізу структурних принципів побудови гібридних силових установок автомобіля можна зробити наступні висновки: - конструкцію гібридних силових установок можна структурно поділити на чотири типи, які відрізняються як схемними рішеннями, так і потужністю використаних електричних машин; - автомобіль з будь-яким типом гібридної технології є більш ефективним, економічним та екологічним, ніж аналогічний автомобіль з традиційною силовою установкою; - недоліком конструкції першого

принципу гібридизації є те, що електричні двигуни малої потужності 2-4 кВт не використовують свою енергію для додаткової тяги в комбінованому режимі з ДВЗ; - недоліком конструкцій другого принципу побудови гібридної силової установки є те, що електричні двигуни відносно великої потужності (до 25 кВт) не використовуються для автономного приводу автомобіля, що покращило би економічні та екологічні показники, особливо в міських умовах руху; - третій принцип побудови гібридних автомобілів, на наш погляд, на даний час є більш перспективним, тому що він має найвищі показники економічності та екологічності, а при цьому потужність та динаміка розгону кращі ніж у аналогічних автомобілів з традиційною силовою установкою; - четвертий принцип побудови гібридної силової установки теж є перспективним, як з точки зору електронного керування та розподілу енергетичних потоків, так і у разі економічних та екологічних характеристик.

Останнім часом набули популярність гібриди які можуть підзаряджатись. В числі перших модель гібрида такого типу випустила Toyota (модель Prius). Ці гібриди отримали назву plug-in hybrid (Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV). Вони мають на борту АКБ підвищеної ємності (у Toyota літій-іонні замість нікель-металгідридних), які можна заряджати від побутової електромережі. Тому plug-in hybrid може пересуватися тільки на електротязі на великі відстані - не 1,5-2,0 км, а від 20 до 80 км і більше. Для агропромислового комплексу актуальним є використання гібридних вантажних автомобілів, які, останнім часом, розробляють та виготовляють провідні компанії світу. Наприклад, американський автомобілебудівний концерн Ford Motors і німецька поштово-логістична компанія Deutsche Post DHL приступили до серійного випуску вантажних електромобілів. Електромобілі Streetscooter були запущені Deutsche Post DHL в 2016 році на основі розробок стартапу. На сьогоднішній день по містах Німеччини роз'їжджають вже 8 тис. таких невеликих жовтих фургонів які [5]. Концерн Volvo також запустив у виробництво FE Hybrid. Вже більш 50 автомобілів передані клієнтам по всій Європі. Половина з них була задіяна при доставці товарів, а половина за прибирання сміття. В обох випадках машини показали значну економію витрат на експлуатацію. Залежно від шасі і робочих циклів вантажівки зафіксували економію палива 15-20%, в той час як деяким сміттєвозам, які мають електрифікований ущільнювач відходів що заряджається, вдалося скоротити витрату палива на 30% [9]. Японська компанія Hino Motors, Ltd. займається розробкою і виробництвом гібридних вантажних автомобілів понад 20 років, і саме вона стала однією з перших фірм, які почали серійне виробництво автобусів з гібридною силовою енергетичною установкою, які отримали позитивні відгуки по всьому світу. Компанія Hino розробляє і впроваджує енергетичні установки наступного покоління - на базі паливних елементів. Підсумком кропіткої роботи всіх співробітників компанії є виробництво надійних, екологічних, безпечних, економічних та комфортних автомобілів, багато в чому випереджають свій час [10].

Висновки. 1. Подальше використання в якості силової установки традиційних ДВЗ не задовольняє перспективним вимогам екологічності та економічності у зв'язку з неможливістю подальшого їх вдосконалення. 2. Перспективним напрямком розвитку

конструкції автомобілів є застосування електромобілів які не зважаючи на більшу початкову вартість більш екологічні та дешевші в експлуатації. 3. Обмежена продуктивність електроавтомобіля пов'язана з недостатнім запасом ходу та відсутністю в Україні мережі заправних станцій великої потужності стримують широке використання електроавтомобілів. 4. Більш доцільним на даному етапі для агропромислового комплексу є використання плагін-гібридних автомобілів з послідовно-паралельною схемою трансмісії які майже на 90 % менше забруднюють зовнішнє середовище та більш екологічні, в порівнянні з автомобілями аналогічного класу з ДВЗ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Основы конструкции автомобиля. Навчальний посібник в електронному вигляді. Г.О. Ковальчук, В.П. Сахно. 2011р. - 805с.
2. <https://poznayka.org/s25190t1.html>
3. autoleek.ru/dvigatel/jelektricheskij-dvigatel/ustrojstvo-jelektromobilja.html
4. <https://ecotechnica.com.ua> ›
5. <https://hevcars.com.ua> ›
6. <https://cardiagram.com.ua> ›
7. <https://ecotechnica.com.ua> ›
8. <https://ru.tsn.ua/auto/news/gibridnye-gruzoviki-volvo-udivili-svoey-nadezhnostyu-303048.html>
9. <https://ru.tsn.ua/.../gibridnye-gruzoviki-volvo-udivili-svoey-nadezhnostyu-303048.ht...>
10. <https://hino-rb.ru/articles/59-gibridnye-avtomobili-hino>
11. https://ru.wikipedia.org/wiki/Гибридный_автомобиль

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ АВТОМОБИЛЕЙ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Чабан С.Г., Ковра А.В.

Ключевые слова: электроавтомобили, гибридные автомобили, литий-ионные аккумуляторы, инвертор, мощность, крутящий момент, трансмиссия, электродвигатель, зарядное устройство, топливный элемент.

Резюме

В статье приводятся требования к источникам энергии, применение новых источников энергии, усовершенствование существующих источников энергии, использование накопителей энергии. Рассматриваются общие тенденции усовершенствования традиционных конструкций автомобилей, перспективные направления создания экологических и экономических автомобилей. Анализируются современные электроавтомобили на аккумуляторах, топливных элементах и других альтернативных источниках. Исследуется энергетика электроавтомобилей. Для комплектования электрического автомобиля могут использовать, как электродвигатели постоянного тока, так и переменного. В последнее время достаточно популярным стало использование в электромобилях мотор-колес. Некоторые электродвигатели переменного тока при торможении транспортного средства способны работать в генераторном режиме, благодаря чему производится

электрическая энергия, которая хранится в аккумуляторных батареях, и в дальнейшем используется для движения автомобиля (функция рекуперативного торможения). Основными источниками энергии в электрических автомобилях являются аккумуляторные батареи. Свинцово-кислотные батареи являются самым популярным и наиболее дешевым вариантом и подлежат вторичной переработке. Никель-металгидридные аккумуляторы имеют более высокую производительность, чем свинцово-кислотные, но по цене они более дороги. Литий-ионные батареи - оптимальный вариант для электромобилей, они имеют высокую плотность накапливаемой энергии и разрядных токов, легкие, компактные и эффективно хранят энергию. Однако в настоящее время литий-ионные батарей являются относительно дорогим видом аккумуляторов. Приводятся зависимости для определения запаса хода электроавтомобиля в режиме равномерного движения и в реальных условиях эксплуатации. Анализируются разные схемы и конструкции гибридных автомобилей и приводятся рекомендации их выбора. Анализ требований к современным автомобилям и перспективе их развития показали, что на данном этапе для агропромышленного комплекса одним из перспективных направлений развития их конструкций является создания гибридных автомобилей, которые экономичнее традиционных конструкций и гораздо меньше загрязняют окружающей среды.

PERSPECTIVE DIRECTIONS FOR DEVELOPMENT OF CARS FOR AGRICULTURAL COMPLEX

Chaban S.G., Kovra A.V.

Key words: electro - cars, hybrid cars, lithium ion accumulators, negator, power, twisting moment, transmission, electric motor, charge device, fuel element.

Summary

In the article requirements over are brought to the energy sources, application of new energy sources, improvement of existent energy sources, use of stores of energy. The general tendencies of improvement of traditional constructions of cars, perspective directions of creation of ecological and economic cars, are examined. Modern electro-cars are analysed on accumulators, fuel elements and other alternative sources. Energy of electro-cars is investigated. For completing of electro-car can use, both electric motors of direct-current and variable. Lately the use became popular enough in electro-cars of motor-wheel. Some electric motors of alternating current at braking of transport vehicle are able to work in the generator mode, what electric energy, which is kept in storage batteries, in future used for motion of car (regenerative braking function), is produced due to. Basic energy sources in electric cars are storage batteries. Leaden-acid batteries are a biggest-selling and most cheap variant and subject to the secondary processing. Nickel-metal hydride accumulators have more high yield, than leaden-acid, but at price they more than road. lithium-ion batteries is an optimal variant for electro-cars, they have a high closeness of the accumulated energy and bit currents, easy, compact and effectively keep energy. However presently Li-Ion batteries are relatively the expensive type of accumulators. Dependences over are brought for determination of supply of motion of electro-car in the mode of even motion and in the real

terms of exploitation. Different charts and constructions of hybrid cars are analysed and recommendations over of their choice are brought. The analysis of requirements to the modern cars and prospect of their development was shown, that on this stage for an agroindustrial complex one of perspective directions of development of their constructions is creations of hybrid cars which more economical than traditional constructions and far fewer contaminate environment.

УДК 666.973.6

УДОСКОНАЛЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОБРОБІТКИ ГРУНТУ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНИХ МТА

Л.М. Петров, П.М. Павлішин, М. Ю. Вишневий

Одеський державний аграрний університет

В статті виконано аналітичний огляд сучасних енергонасичених тракторів з метою їх використання на складних сільськогосподарських операціях з метою розширення їх функціональних можливостей на пахоті. Також зроблено спроба виявити можливості конструктивного удосконалення технологічних операцій по обробітку ґрунту. На основі великого фактичного матеріалу відносно мобільних енергетичних засобів розроблено конструктивне удосконалення ходової системи мобільного засобу з метою поліпшення операцій обробітку ґрунту. Сучасне виробництво енергонасичених тракторів знаходиться в стані скорочення та морального старіння повністю ліквідовано тракторні заводи, не розширюється галузь проведення випробувань нових тракторів з метою їх сертифікації, щодо використання. Відчуваючи катастрофічний стан мобільного енергетики, підприємства, які виробляють трактор приступають до розробки і організації дрібносерійного виробництва тракторної техніки. При цьому трактори продовжують поділятися на гусеничні та колісні, не враховуючи, що в одному мобільному енергетичному засобі можна поєднати колісний і гусеничний рушій. В проведеній роботі ця спроба була здійснена. З метою усунення недоліків, які супроводжують енергонасичені трактори в статті запропоновано використовувати на колісних рушіях спеціальні технологічні ємності, які допомагають в технології обробітку ґрунту без ушкодження та додаткового ущільнення опорної поверхні.

Ключові слова: енергонасичений трактор, рушій, колесо, острів, двигун, агрегат.

Вступ. У сучасному виробництві продукції рослинництва широко використовують машинні технології. Однак рівень механізації багатьох трудомістких процесів на селі поки відстає від вимог часу. Енергонасиченість сільськогосподарського виробництва необхідно підвищити випуском і постачанням селу нових, більш сучасних тракторів, комбайнів та іншої техніки. Велика увага повинна бути приділена впровадженню перспективних технологій виробництва сільсько-господарської продукції, технологій,

заснованих на науково-технічні досягнення з використанням техніки з більш високими техніко-економічними показниками. В даний час більшість сільськогосподарських підприємств не мають можливість впроваджувати нові технології; в зв'язку з нестачею фінансових ресурсів на закупівлю нової техніки та обладнання. Виробництво тракторів, комбайнів та іншої сільськогосподарської техніки за останні роки не збільшилася, а зменшилася. Через брак техніки сільськогосподарські підприємства не завжди справляються з роботою в кращі агротехнічні терміни, що веде до неминучих втрат продукції. Вихід із ситуації бачиться в організації високоефективного сільськогосподарського виробництва. Один з напрямків вирішення цієї проблеми - виробництво техніки з високими техніко-економічними показниками і поставка цієї техніки селу. Крім того, необхідно розробити нормативи потреби в техніці для господарств з конкретними природно-економічними умовами, визначити співвідношення між факторами виробництва; організувати високоефективне використання сільськогосподарської техніки, підвищити якість технічного обслуговування, капітального та поточного ремонту; Залишається гострою проблема впровадження нових; форм використання техніки, (лізинг, організація машинно-технологічних станцій, ринку уживаної техніки), економічних механізмів взаємовідносин [1-3].

Проблема. Основним завданням технологічного процесу обробки ґрунту (як підсистеми) є необхідність зміни структурного складу шару ґрунту, який повинен забезпечити оптимальні умови росту і розвитку рослин в конкретних умовах кожного поля. Виконання цього завдання здійснюється за основного обробітку, різновидами і системами якої є дрібна, глибока, відвальна, безотвальна, ярусна, інтенсивність, мінімальна, нульова, мульчуюча, протиерозійна оброблення. Причому системи обробки повинні бути ґрунтозахисними, енергозберігаючих, економічно виправданими і нешкідливими для навколишнього середовища. Виконання цих вимог пов'язана з обґрунтованим вибором і оптимальним поєднанням застосовуваних машин, правильної їх регулюванням і агрегатуванням.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Застосовувані для основного обробітку ґрунту лемішно-відвальні плуги, чизельний плуги і плуги-розпушувачі мають ряд серйозних недоліків, найбільш суттєві з яких - необхідність додаткової обробки ріллі для приведення її у стан, придатний для посіву або посадки сільськогосподарських культур, а також велике тягове опір, вимагає для роботи тракторів великої маси з відповідним тяговим зусиллям. Тому для підвищення крошення ґрунту, вирівнювання поля і зниження тягового опору плуги і розпушувачі комбінують з різними додатковими пристроями, в основному обертового дії, без приводу або з примусовим приводом від ВВП трактора або іншого двигуна. Однією з перших моделей плугів в комбінації з бесприводним лопатевим диском були плуги марки «Турбілятор». Лопатевої диск встановлювався ззаду відвалу плуга поперек руху пласта. Деякий додаткове подрібнення пласта досягалося лопатями диска. Частота обертання диска була невеликою і залежала від поступальної швидкості плуга, тому додаткове подрібнення ґрунту було незначним. Італійська фірма "Pedron" на деяких плугів

встановлювала замість крила відвалу сферичні диски великого діаметру. Під дією напору пласта диск обертається і розтягує пласт, забезпечуючи додаткове подрібнення. При цьому також поліпшується оборот пласта і забезпечується укладання його в борозну. Крім того, досягається деяке зниження тягового опору, завдяки зниженню тертя пласта по диска, що обертається.

Мета досліджень: На даному етапі розвитку землеробської механіки одним з перспективних напрямків розвитку ґрунтообробної техніки є застосування машин з активними робочими органами, які приводилися в обертання від валу відбору потужності трактора (ВВП) або іншого автономного двигуна. Академік В.П. Горячкин, розглядаючи перспективи розвитку плугів, вважав, що «як пропелер борознить повітря, так і відвал плуга - ґрунт, тому в майбутньому найбільш перспективним є фрезер». Землеоброблювальні машини з приводними робочими органами (ґрунтообробні фрези, ротаційні плуги) мають ряд технологічних переваг в порівнянні з традиційними лемішно-відвальними плугами, культиваторами, боронами і т.п. традиційними машинами: вони можуть використовуватися в широкому діапазоні стану ґрунту - від пересушені до перезволожених і навіть залитих водою рисових чеків [3-5].

Результати досліджень. Проведена робота в статті по удосконаленню енергозберігаючих технологій для обробки ґрунту шляхом використання комбінованих МТА дозволило запропонувати напрямок розвитку конструкції енергонасичених тракторів і комбінованих машин з великою шириною захвата. При роботі мобільних комбінованих агрегатів зростає швидкість руху, енергонасиченість вузлів і динамічні навантаження на робочі органи. Ця обставина вимагає проведення поглиблених досліджень впливу різних чинників на динаміку комбінованого машино-тракторного агрегату. Цьому питанню свого часу були присвячені роботи Горячкіна В.П., Болтінського В.Н., Артоболевського І.І., та інших [5-10]. Для побудови математичної моделі агрегату, що складається з комбінованої машини і енергетичного тягового кошти скористаємося відомим рівнянням Лагранжа другого роду. Для несталої руху механічної системи, якої є мобільний комбінований агрегат, воно має узагальнений вигляд:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} + \frac{\partial \Pi}{\partial q_i} = Q_i$$

де T - кінетична енергія агрегату; Q - узагальнена сила; T - час; Π - потенційна енергія системи; $i = 1, 2, 3, \dots, K$ - число ступенів свободи системи.

Рівняння Лагранжа являє сукупність диференціальних рівнянь з узагальненими координатами по числу ступенів свободи. Для вивчення тягової динаміки агрегату при сталому русі агрегату матимемо одне рівняння. Шляхом математичних перебудов в результаті отримаємо закономірність впливу тільки моменту інерції агрегату на зміни кута λ відхилення від положення рівноваги. Для цього приймемо значення k

$$\frac{R\epsilon}{M \cdot c^2} t = 1 = const, \text{ тоді } \lambda = 2 \sin^2 \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{J}}$$

Встановлено, що при збільшенні ширини захвату зростає момент інерції агрегату При цьому одночасно стабілізується плавність ходу і зростає його продуктивність.

Висновки. Проведено аналіз технологій по обробці ґрунту сучасною енергонасиченою технікою. Розроблено класифікацію схем комбінованих лемешно-відвальних плугів з пристроями для додаткового крошення та вирівнювання пашні. Отримані рівняння тягової динаміки в диференціальній формі дозволяють виявити і оцінити чинники, що впливають на динамічну напруженість трактора і комбінованої машини. При збільшенні моменту інерції агрегату зменшуються його кутові і лінійні коливання, а динамічна система при цьому працює більш стійко.

ЛІТЕРАТУРА

1. А.Ф. Головчук, В.І. Марченко, В.Ф. Орлов «Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки. Машини сільськогосподарські» : Підручник . Київ «Грамота» 2005. – 576 с.
2. М.М. Сердюк , В.І. Чулаков, «Організація і технологія механізованих робіт у рослинництві»: Навчальний посібник Київ «Видавництво АСК» 2006 – 192 с.
3. Заскалета І.М. , Макарова Н.М. Зеніч В.Л. «Експлуатація та обслуговування сільськогосподарських машин.» Навчально-методичний посібник. Київ Геопрінт 2008 – 212 с.
4. Луцюк В.І. «Організація і технологія механізованих робіт сільськогосподарського виробництва». Навчальний посібник Київ ТОВ «Л.Д.Л.» 2008 – 336 с.
5. А.Ф. Головчук, А.С. Лімонт, М.Г. Бондаренко «Машино- використання та екологія довкілля». Підручник Київ , Грамота 2007 – 360с.
6. І.В. Веселивоський , В.П. Гудзь, В.М. Каліберда «Основи агрономії» Київ Урожай 1991- 232 с.
7. А.И. Гулейчук , А.И. Калошин «Методика проведения занятий по подготовке машино - тракторных агрегатов к работе» Москва Агропромиздат -1986 -184с.
8. Ротимська З.С. «Механізація сільського господарства.» Львів , Оріяна –Нова, 2000 - 134 с.
9. Мухин А.А. Организация использования машино-тракторного парка и технология производства работ». М Высшая школа 1983- 367с.
10. Самокіш М.І., Ермантраут Е.Р., «Організація і технологія механізованих робіт» – К. : Урожай 1991-160 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЧВЫ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ МТА

Петров Л.Н., Павлишин П.Н., Вишневый М. Ю.

Ключевые слова: энергонасыщенный трактор, движитель, колесо, остов, двигатель, агрегат.

Резюме

В статье выполнен аналитический обзор современных энергонасыщенных тракторов с целью их использования на сложных сельскохозяйственных операциях с

целью расширения их функциональных возможностей на пахоту. Также сделана попытка выявить возможности конструктивного усовершенствования технологических операций по обработке почвы. На основе большого фактического материала относительно мобильных энергетических средств разработаны конструктивное усовершенствование ходовой системы мобильного средства с целью улучшения операций обработки. Современное производство энергонасыщенных тракторов находится в состоянии сокращения и морального старения полностью ликвидировано тракторные заводы, не расширяется отрасль проведения испытаний новых тракторов с целью их сертификации, об использовании. Чувствуя катастрофическое состояние мобильного энергетического средства, предприятия, производящие трактор приступают к разработке и организации мелкосерийного производства тракторной техники. При этом тракторы продолжают делиться на гусеничные и колесные, не учитывая, что в одном мобильном энергетическом средстве можно совместить колесный и гусеничный движитель. В проведенной работе эта попытка была осуществлена. С целью устранения недостатков, которые сопровождают энергонасыщенных тракторов в статье предложено использовать на колесных движителях специальные технологические емкости, которые помогают в технологии обработки почвы без повреждения и дополнительного уплотнения опорной поверхности.

IMPROVEMENT OF ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES FOR SOIL CULTIVATION BY USING COMBINED IATA

Petrov L.M., Pavlyshyn P.M., Vishneviy M.Y.

Key words: tractor, a wheel, a skeleton, the engine, the unit.

Summary

In the article an analytical review of modern energy-intensive tractors is carried out for the purpose of their use on complex agricultural operations with the purpose of expanding their functionality on arable land. An attempt was made to find out the possibility of constructive improvement of technological operations on soil cultivation. On the basis of a large actual material on mobile power products, a constructive improvement of the running gear system of the mobile vehicle was developed to improve soil cultivation practices. Modern production of energy-intensive tractors is in a state of reduction and aging, tractor factories are completely eliminated, the field of testing new tractors for the purpose of their certification, for use is not expanding. Feeling the catastrophic state of mobile energy, enterprises that produce a tractor begin to develop and organize small-scale production of tractor technology. In this case, tractors continue to be divided into crawler and wheeled, notwithstanding that one mobile power vehicle can combine a wheeled and crawler. In this work, this attempt was made. In order to eliminate the disadvantages that accompany energy-intensive tractors in the article it is proposed to use special technological capacities on wheeled motors, which help in the technology of cultivating soil without damage and additional sealing of the supporting surface.

UDC 536.621.55/57

IMPROVING ENERGY EFFICIENCY OF REFRIGERATION SYSTEMS WITH DESIGN AND TECHNOLOGICAL METHODS

B. V. Lebedev, L. V. Knaub, E. V. Lebedeva

Military Academy (Odessa city)

The article shows the possibility of using ammonia as a refrigerating agent in small and medium-sized refrigeration units, as well as ways to increase their energy efficiency using technological and operational methods.

Key words: refrigeration unit, ammonia, regenerative heat exchanger.

Introduction. The economic development of agriculture in Ukraine at the present stage is impossible without a change in attitude towards the development of technology; in the changed economic conditions, the creation of qualitatively new and fundamental changes in old structures becomes absolutely necessary.

The problem. In the field of refrigeration, such reconstruction primarily involves prohibition of environmentally dangerous and economically unprofitable refrigeration agents and the creation of energy-efficient high-performance refrigeration units based on ozone-safe agents. One of the ways to solve this problem is to use ammonia as a refrigerant in all types of refrigeration units (RU). Until recently, ammonia was used only in large RU with open compressors. Small and medium-sized RUs used various types of freon, most of which are now banned for use as ozone-depleting substances, others are expensive and not power efficient. In some cases, ammonia can be a full-fledged replacement of decommissioned freon, but the use of ammonia requires the reconstruction of the refrigeration unit. The work is devoted to the use of ammonia in small and medium RU and optimization of its energy parameters. The technical prerequisite for the work is the creation of a shielded ammonia compressor. The most important principle of ensuring the safety of small and medium RUs is their tightness. In a standard hermetic compressor, the refrigerant is in contact with the copper winding of the electric motor; ammonia, a corrosive copper, is not used in such compressors. The use of a shielded refrigeration compressor, in which the stator is separated from the cooling agent with a thin steel wall, ensures the tightness of the refrigeration unit. The main focus of work is the optimization of the energy parameters of the RU design (using new and non-standard application of the known RU devices) and technological (selection of the most optimal RU operating modes) methods.

Research purpose. The limitation, until recently, of the field of ammonia used by medium and large refrigeration units leads to the absence of both analytical and empirical dependencies of a small refrigeration unit adapted for operation on ammonia. At the same time, the presence of a number of thermodynamic thermal engineering features of ammonia as a refrigerant — as well as design constraints to the units of an ammonia-based refrigeration unit do not allow the use of the analytical dependencies used in design of small compressor refrigerators — using freon as refrigerant. The presence of a number of design features of a small ammonia compressor unit, both with respect to larger open ammonia units and relatively small freon units, can lead to a significant change in the operating modes of the unit, primarily its energy efficiency. The creation of empirical and on their base analytical

dependencies between design parameters and energy efficiency for a domestic ammonia compressor installation will allow: to optimize the design parameters of an ammonia based refrigeration unit; to predict the regime parameters of the facility when the external conditions change.

Goal setting. The specific task of experimental studies is to determine the dependence of the energy parameters of the operation of a household ammonia plant on its design parameters for any steady state operation.

The calculation of the actual value of the coefficient of performance. The actual refrigeration coefficient of the refrigerator plant takes into account all the useful cooling capacity, i.e., the cold produced both by boiling the refrigerant and by overheating the refrigerant in the evaporator. At the same time, an increase in the compressor operation due to an increase in the specific volume of the intake steam is taken into account in the actual coefficient of performance; i.e. actual refrigeration factor:

$$\varepsilon_{\partial} = \frac{q_0 + \Delta q_{\text{кам}}}{l_{a0} \cdot \frac{T_{\text{неп}}}{T_0}} \quad (1)$$

Fig. 1 is presented in graphical form (for ease of comparison), where the results of the calculation of theoretical and actual coefficient of performance for single-stage ammonia refrigerator with low refrigeration capacity are shown.

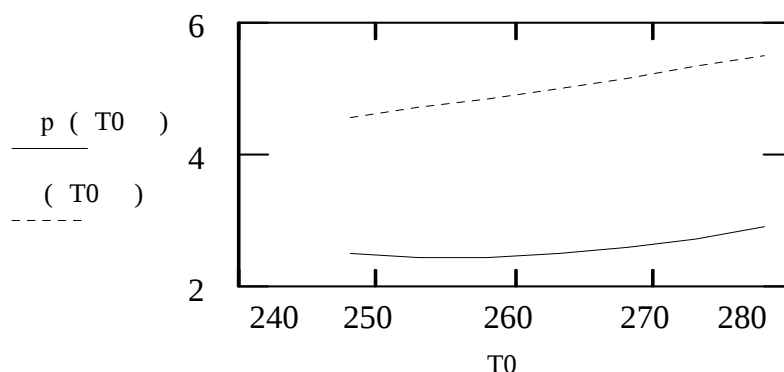


Fig. 1. The theoretical ($\varepsilon_{(T0)}$) and actual ($\varepsilon_{p(T0)}$) coefficient of performance for single-stage ammonia refrigerator.

When calculating the actual refrigeration coefficient, the values λ , η_i , were calculated using empirical formulas respectively:

$$\lambda = \frac{T_0}{T_{\kappa}} \left\{ 1 - C \left[\left(\frac{P_{\kappa}}{P_0} \right)^{\frac{1}{m}} - 1 \right] \right\} \quad (2)$$

$$\eta_i = \frac{T_0}{T_{\kappa}} + b \cdot t_0 \quad (3)$$

In formula (2): C is the relative dead volume of the compressor. According to V. B. Jacobson $C = 0.01$. m is the exponent polytropic index; for ammonia, $m = 1.32$. In the formula (3) $b = 0.001$. **The use of condensate to cool the refrigerant vapor inside the compressor**

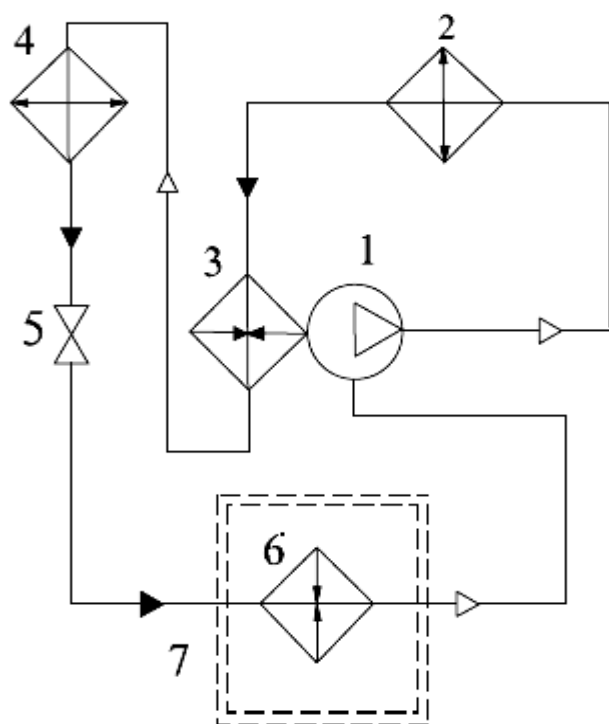
immediately prior to the compression. As it was shown, superheating of steam at the suction into the compressor cylinder immediately before suction is of great significance and influences the operation of a small refrigerating unit and its refrigeration coefficient. The increase in this superheating adversely affects the operation of the unit and its energy performance. The temperature of the steam can rise quite considerably, exceeding the dew point. This leads to the following inconveniences when the refrigeration unit is working: the temperature of the end of the compression increases, making it possible for the oil to flash, the specific rate of suction increases, which increases the specific work of the compressor per unit of cold produced by the unit, reducing the coefficient of performance. The disadvantages associated with steam superheating become even more serious when using hermetic ammonia compressors with a shielded stator. In order to mitigate the negative effect of steam superheating on the suction, it is desirable to cool the superheated steam immediately before suction. In modern low-powered refrigeration equipment, the air surrounding the refrigeration unit is used for cooling without forced circulation. The use of air for cooling the steam inside the compressor is structurally unrealistic, and the introduction of additional coolant, for example running water, into the scheme will unacceptably complicate the scheme of the refrigerating unit. Based on these prerequisites, it is proposed to cool directly the refrigerant steam inside the compressor with the refrigerant liquid passing through the condenser using a heat exchanger inside the compressor case. **The principle and scheme of the process.** The steam leaves the compressor having parameters close to those in the end of the compression, i.e. under pressure almost equal to the condensing pressure P_k and with the temperature of the point in the end of compression in the cylinder. As it enters the condenser, the steam is cooled, transferring heat to the surrounding air, saturated and condensed. The resulting saturated liquid is under condensing pressure and has a dew point. The liquid enters the heat exchanger inside the compressor case. In this article, the shape and design parameters of the heat exchanger are not considered. It is obvious, however, that the reversibility of the process taking place in it is of paramount importance. As a result of heat exchange, the liquid partially evaporates, without changing the temperature and being at constant pressure. After that, the liquid enters the second-stage condenser, where it is again condensed, supercooled, and sent for throttling. The steam during the heat exchange process in the compressor is cooled to a dew point and enters the compressor cylinder. Fig. 2. and Fig. 3. illustrate the process. Fig. 2. presents a diagram of a refrigeration unit which is cooled with liquid condensate, fig. 3. represents the cycle proceeding in the plant. **Further supercooling of liquid refrigerant using regenerative heat exchanger.** In freon refrigeration units, a regenerative heat exchanger is used to get liquid further supercooled. The refrigerant stem leaving the evaporator is sent to a recuperative tank where it exchanges heat with a supercooled refrigerant liquid that has a higher temperature. As a result, the steam is superheated to the temperature at which the liquid enters the heat exchanger, its enthalpy will increase accordingly:

$$i = C_{p \text{ нап}} T_{\text{нап}} \quad (4)$$

The enthalpy of the liquid will be changed to the same amount:

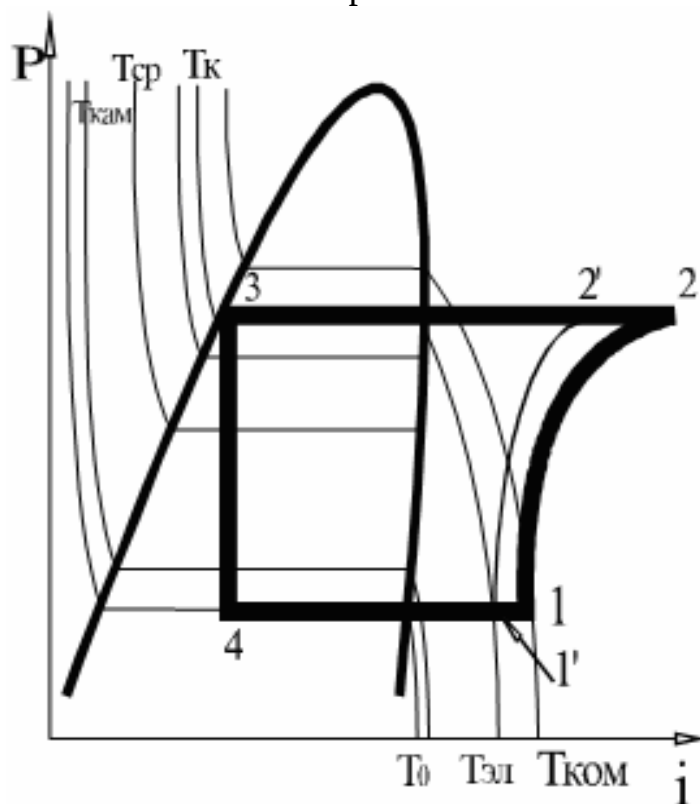
$$i = C_{p \text{ жид}} T_{\text{жид}} \quad (5)$$

The cooling capacity will increase to the value: $q_{\text{mo}} = i$



- 1. Compressor.
- 2 Condenser of first stage
- 3. Cooler.
- 4. Condenser of second stage.
- 5. Throttle or capillary tube
- 6. Evaporator.
- 7. Cooling chamber.

Fig. 2. Schematic diagram of the refrigeration unit with a cooled compressor



- 1. Point started compression in the real compressor cycle.
- 1'. Point started compression in a refrigerated compressor cycle.
- 2 The end point in the real compressor cycle.
- 2'. The end point of compression in a refrigerated compressor cycle.
- 3. Point of the end of condensation.
- 4. Boiling point.

Fig. 3. Refrigeration unit cycle with cooled compressor in P-i coordinates.

Ammonia refrigeration unit with regenerative heat exchanger. The main obstacles to the use of a regenerative heat exchanger (RHE) in ammonia refrigeration units are high

temperature of the compression end and the increase in the adiabatic operation of the compressor associated with a significant increase in the specific volume of intaken steam during superheating in the RHE . Both of these reasons are associated with additional steam superheating. Solving the problem of removing superheated steam, total and occurring in the process of heat recovery in the RHE, will allow the use of RHE in an ammonia refrigeration unit. As already noted, the temperature to which the steam will be superheated can be significantly higher than the dew point. By cooling superheated refrigerant steam inside the case of a hermetic refrigeration compressor with liquid refrigerant condensate, the suction temperature can be significantly reduced. Regardless of the amount of heat produced during superheating, steam will flow into the compressor cylinder at a constant temperature close to the condensing temperature, and all the additional heat will be absorbed by the liquid refrigerant while boiling at the condensing temperature, followed by re-condensing in the second section of the condenser. Fig. 7. shows the scheme of refrigeration unit. Fig. 8 shows the plant cycle with RHE and steam cooling prior to suction.

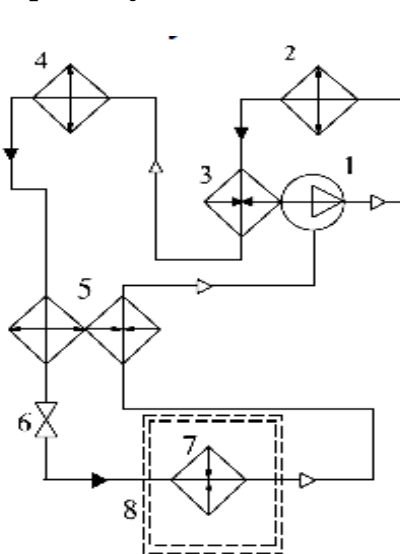


Fig. 4. Schematic diagram of the refrigeration unit with a cooled compressor end RHE.

1. Compressor.
2. The condenser of the first stage.
3. Cooler.
4. Second stage capacitor,
5. RHE .
6. Choke or capillary tube.
7. Evaporator.
8. Cooling chamber.

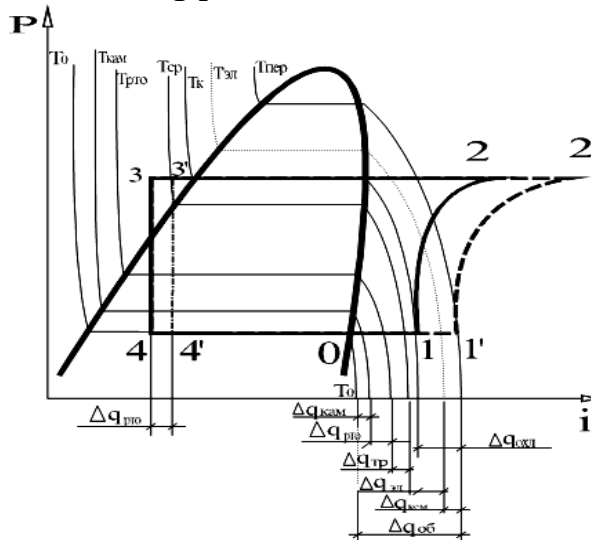


Fig. 5. The cycle of installing the RHE and the steam is cooled before the absorption.

0. Dry saturated steam.
1. The superheated steam before compression.
2. Point, end of compression.
- 3'. Saturated liquid.
3. Liquid, supercooled to ambient temperature
- 4' - 4, The point of beginning. of boiling.

To cool the refrigerant steam, a liquid refrigerant is used at a dew point. The heat that steam gives out can be expressed:

$$q_{кл} = C_p \quad T = C_p (T_{неп} - T_{к}) \quad (6)$$

Taking into account heat exchange performance factor $\square$:

$$q_{кл} = C_p (T_{неп} - T_{к}) \quad (7)$$

The refrigerant condensate, absorbing $q_{\text{охл}}$, partially boils away at the condensation temperature, and then goes to the second stage condenser, where it is condensed again and is supercooled to the ambient temperature (point 3' in fig. 8.), after which it is additionally supercooled in the regenerative heat exchanger giving back $q_{\text{РВ}}$ heat. The work of compressing superheated steam can be expressed through the work of compressing dry saturated steam l_{a0} :

$$l_{a_{\text{неп}}} = l_{a0} \cdot \frac{T_{\text{неп}}}{T_0 \cdot \varphi} \quad (8)$$

The work of steam compression cooled by condenser is:

$$l_{a_{\kappa}} = l_{a0} \cdot \frac{T_{\kappa}}{T_0 \cdot \varphi} \quad (9)$$

Coefficient of performance of an ammonia plant with steam cooling immediately before suction and a regenerative heat exchanger can be expressed:

$$\varepsilon_{\kappa} = \frac{q_0}{l_{a_{\kappa}}} = \frac{(q_0 + \Delta q_{\text{неп}} + \Delta q_{\text{pmo}}) \cdot T_0}{l_{a0} \cdot T_{\kappa}} \quad (10)$$

Fig. 6. shows the design chart dependence of the actual coefficient of performance of an ammonia refrigeration unit with a regenerative heat exchanger (ε_{κ}). The same figure presents a chart of the change in the coefficient of performance of a unit without a RHE, but with steam cooling before suction ($\varepsilon_{\text{охл}}$).

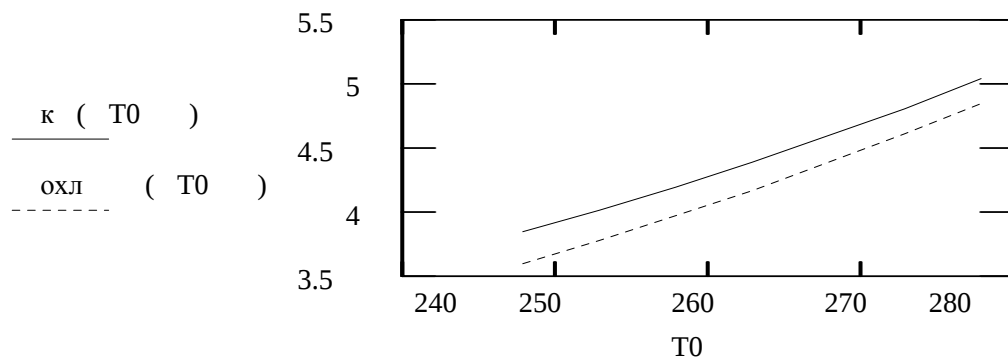


Fig. 6. The dependencies valid refrigeration coefficient of ammonia refrigerating units with RTO ($\varepsilon_{\kappa}(T_0)$) and without RTO but steam is cooled before absorption ($\varepsilon_{\text{охл}}(T_0)$).

Fig. 6 shows that ammonia units use steam cooling before suction, the use of RHE increases the coefficient of performance by about 10–15%, depending on the boiling point of the refrigerant in the evaporator (T_0). In a more general comparison, comparing this refrigeration unit with a “classic” ammonia unit, it can be noted that the coefficient of performance of a unit that uses regenerative heat exchanger and cooling steam before suction is the closest to the theoretical value. Fig. 7 compares graphically the coefficient of performance of ammonia units with RHE and steam cooling before suction (ε_{κ}), with steam cooling but without RHE ($\varepsilon_{\text{охл}}$), without cooling of steam (ε_p). The theoretical coefficient of performance is also presented for reference.

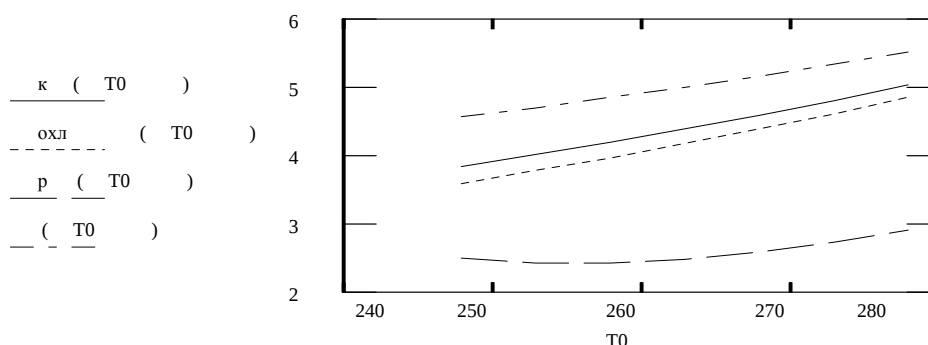


Fig. 7. The coefficients of performance of ammonia refrigerating units: $\varepsilon_{\kappa}(T_0)$ - RHE and the steam is cooled before the absorption, $\varepsilon_{\text{охл}}(T_0)$ -with steam cooling but without RHE , $\varepsilon_{\rho}(T_0)$ - without steam cooling, $\varepsilon(T_0)$ -theoretical cooling coefficient.

Conclusions. The obtained theoretical dependences indicate the possibility of a significant improvement in the field of research. At the next stage, efforts should be focused on the experimental confirmation of the results obtained.

REFERENCES

1. Zhikharova N. Mathematical aspects of thermoeconomic analysis of the refrigeration plant // Холодильна техніка та технологія. - 2014. - № 2. - С. 11-15.
2. D.K. Kuleshov, I.N. Krasnovsky Experimental study of the characteristics of a home refrigerator using nanofluid R600A / TiO₂ // Холодильна техніка та технологія. - 2014. - № 5. - С. 12-16.
3. P.F. Stoyanov Analysis of the characteristics of heat pump installations // Холодильна техніка та технологія. - 2015. - Т. 51, вип. 2. - С. 53-58.
4. L.I. Morozyuk Thermodynamic analysis of units for the production of heat and cold at two temperature levels of each thermal effect // Холодильна техніка та технологія. - 2015. - Т. 51, вип. 5. - С. 20-26.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ХОЛОДИЛЬНЫХ СИСТЕМ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Лебедев Б. В., Кнауб Л. В., Лебедева Е. В.

Ключевые слова: холодильная машина, аммиак, регенеративный теплообменник.

Резюме

Показана возможность использования аммиака в качестве холодильного агента в малых и средних холодильных установках, а так же пути повышения их энергетической эффективности использованием технологических и эксплуатационных методов.

IMPROVING ENERGY EFFICIENCY OF REFRIGERATION SYSTEMS WITH DESIGN AND TECHNOLOGICAL METHODS

Lebedev B. V. , Knaub L. V. , Lebedeva E. V.

Key words: refrigeration unit, ammonia, regenerative heat exchanger.

Summary

The article shows the possibility of using ammonia as a refrigerating agent in small and medium-sized refrigeration units, as well as ways to increase their energy efficiency using technological and operational methods.

UDC 629.114.2

**TECHNOLOGY RESTORATION DETAILS AGRICULTURAL MACHINERY
METHOD ELECTROSPARK PROCESSING****S.V.Konev , S.S. Zhitskov, V.A.Kishchenko***Odessa State Agrarian University*

The main method for increasing the durability of machines is to apply on worn surfaces one or several layers of coating with high physical and mechanical properties, which will ensure the continued long operation of products. One of the priority tasks of the development of the system of technical service of machines is the development of technologies for the repair of worn parts, since their cost is usually one and a half - two times lower than the cost of new with the same resource. When choosing a technological recovery method, the value of the maximum wear, in which the part becomes unusable for operation, is of great importance. The application of effective technology for the restoration of worn parts of auto tractor machinery by application of electrospray coatings is substantiated. The described technology differs technological flexibility, cheapness, simplicity, does not require the use of expensive and scarce materials and equipment, and also meets the requirements of environmental safety. The proposed technology can be used to restore a wide range of parts of cars, tractors and other machines. The technology of the restoration of seats under bearings in details from aluminum alloys with the help of electroscope doping can be used in the system of technical service of machines. In conditions of friction, both with and without lubricant, on the surface of coatings obtained on an aluminum alloy D1 by means of electroscope doping with AlSn alloy electrodes, wear resistance is several times higher than the wear resistance of hardened steel.

Key words: electrospray, operation, labour input, repair, restoration, resource, covering, landing place.

Introduction. One of the methods for solving the problem of improving the performance characteristics of parts is the introduction of new materials that have low density, but at the same time meet both technological and mechanical requirements. These materials include aluminum alloys. In mechanical engineering in recent years, the use of aluminum alloys is increasing, but the rigidity of the conditions of the use of modern technology and the aggressiveness of the applied environment do not allow to provide the necessary wear resistance of the surfaces. Up to 90% of machines are inoperative due to the extreme wear of the working surfaces [1,2].

Problem. The main method of increasing the longevity of machines is applied to the worn surface of one or more layers of coatings with high physical and mechanical properties that ensure a long future performance. Recently, electrospray doping has become increasingly widespread in restoring the dimensions of worn parts. Electrospray doping allows you to get a

coating with given properties. However, the restoration of aluminum parts by means of electroscope doping is currently not sufficiently studied. This leads to difficulties in the development of standard technologies to restore worn parts from aluminum alloys [2,3,4,8]. In terms of aging automobile and tractor equipment and reduce supply equipment and spare parts through their repeated price increase, it is necessary to make better use of the existing fleet of machines and production equipment, to maintain its commitment to work through the timely and quality maintenance. It should pay more attention and means of improving the technological processes of repairing worn parts. It is known that a large part of the equipment falls into repair not through breakdowns, but because of the wear of the working surfaces. Therefore, increasing the wear resistance and durability of parts is an important and topical task.

Analysis of recent research and publications. The literature does not adequately cover the following issues: - the influence of the operating modes of the installation of electroscope doping, the material of electrodes of different chemical compositions on the transfer of material from the electrode to the component; - the possibility of obtaining on the aluminum surfaces of nanostructured coatings and their impact on wear; - influence of the structure of the electrode on wear-resistant coatings on aluminum surfaces; - possibility of work of wear-resistant coatings in pairs with hardened steel; - the possibility of obtaining wear-resistant coatings without increasing the layer [2,3,4]. The conducted literary review showed that the application of protective coatings, both on the cutting tool and on the parts of machines, by the method of electroscope doping, is one of the most effective and economically viable methods, both for increasing the productivity of cutting, and for extending the service life of machine parts..

The purpose of research. Study of the characteristics of the coating obtained by the method of electroscope doping to improve the wear resistance and durability of parts.

Research results. Electrospray doping of metal surfaces is a phenomenon of electric erosion and polar transfer of anode material to a cathode under pulsed discharges in a gas environment. The surface layer is formed at the expense of the molten metal that remains on the surface of the well, and the adjacent layer of metal subjected to structural changes from rapid heating and cooling of the metal. However, the properties of this layer are not defined by the end. For simplicity, studying the layer researchers split it into zones. The authors [1-4] divide it into the following zones, presented in Fig. 1. The resulting zones usually do not have a clear difference and in most cases they overlap each other. But despite this, the listed zones have their own characteristics that affect the properties of the surface and in many cases, cause the possibility of a successful operation of the part or cutting tool. A more detailed description of each of the zones is considered in the work [1-4]. The dynamics of the process of electrosurgical doping represented by compact electrodes can have a number of options related to the characteristics of the material of the electrodes, the parameters of the pulses, the kinematics of the motion of the electrodes, and others. About the process of electroscope doping with compact electrodes we can say that this process involves several cycles: - the formation of an electrical contact between the anode (electrode) and the cathode (the part), after the convergence of the electrodes and breakdown between the electrode gap; - electric

erosion of electrodes; - Polar transfer and formation of a surface layer on the surface of the cathode (a part or instrument); - the rupture of the electrical contact between the anode and the cathode, at the moment of the divergence of the electrodes. In the process of EIL in the areas of the surface to be treated with successive local influences of impulse discharges, the changed surface layer, its formation, is the final stage of the process of electroscope doping.

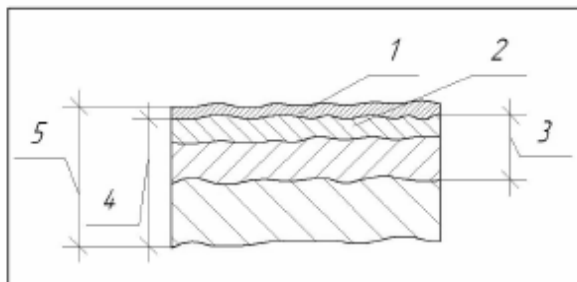


Fig.1 Surface layer, obtained after EIL: 1 - zone of deposit material electrode (anode); 2 - "white" layer, formed from the molten material of the workpiece; 3 - zone of thermal influence; 4 - zone of plastic deformation; 5 - modified surface layer.

It is established that the quantitative and qualitative characteristics of the surface layer, which is formed during the process of electroscope doping, depend on such factors as processing time, physical and mechanical characteristics of the electrode material and impulse discharges, and others. As a result of the EIL process, the changed surface layer is a set of large numbers of wells (a set of crests and cavities) that significantly affect the surface roughness parameters [4,6]. Having analyzed the results of the authors' research it can be said that the main types of transfer and interaction of the substances of the electrodes are: - Strengthening occurs due to the deposition of the material of the anode on the surface of the cathode. The strengthening effect can be ensured if, as an anode, the material with the highest wear resistance, hardness, etc. is used. [5,6]; - The surface layer obtained in the EIL process is the result of the interaction between the materials of the anode and the cathode between them and with the subsequent formation of solid solutions, oxides, nitrides, chemical compounds; - The process is due to the interaction of materials of electrodes and due to impulse influences of high temperatures and pressure, which lead to the appearance of nonequilibrium structures, new phases [4,5]. Thus, for example, authors [4,7] used stainless steel and tungsten alloys as electrodes and investigated their operational properties, wear resistance and heat resistance. In the course of the research, the authors found that with the electroscrew doping of titanium alloys with stainless steel (11X15H25M6AГ2), aluminum, solid alloys (T15K6, BK6M) and W-Cr-Co, W-Fe-Ti alloys, increase of durability and heat resistance in comparable with materials without coating. The increase in the resistance of the reinforcing materials to three times is observed with the use of aluminum as an electrode material, due to the formation of intermetallides TiAl in the surface layer. Similarly, when using as an anode of steel and an alloy W-Cr-Co, the thickness of the molded layer is increased by 1.5 - 3.6 times more than with solid-alloy electrode materials. In [5,6], the authors conducted the study of the EIL process, applied a protective coating on the surface of the titanium alloy VT18. As electrodes (anodes), Al, TiAl, Ni3Al were used. The choice of electrodes is related to their ability to increase the thermal stability of alloys of titanium and

heat resistance. In one of the works [6,7], a solid BK6M alloy was used as a material of the electrode, designed for drilling, cutting, deployment, milling of steel, cast iron, some hard-working materials, and reinforced with cutters and drill bits of high-speed steel R18F2. In the course of the study, they managed to obtain an increase in the stability of the tools several times: drills and cutters to 1.6; Cutter to 1.7. The wear resistance of the cutters depended on the electrode material, the minimum of which was the cutters with a coating of T15K6 alloy, the cutters with a coating of VK6M alloy had a high resistance. From the obtained diagrams it is seen

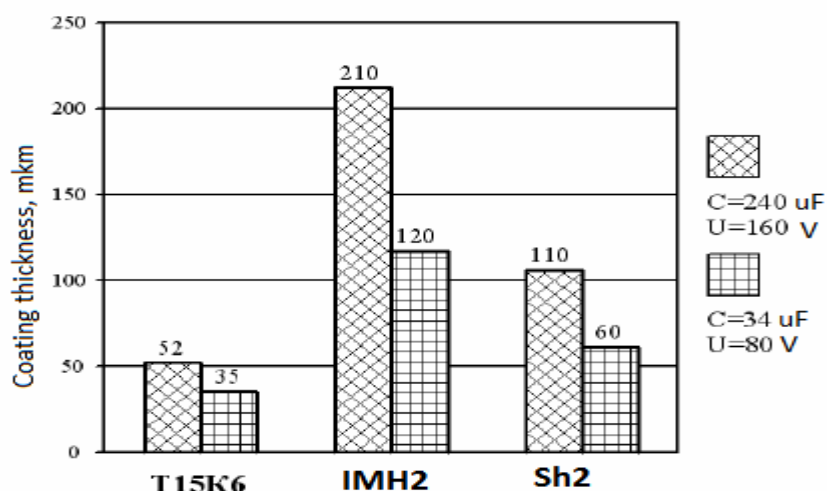


Fig.2 The thickness of coatings of samples from steel 15XГН2ТА at different materials of electrodes.

that with the increase of energy regimes EIO: voltage from 80 V to 160 V and capacitance from 34 uF to 240 uF thickness of the coating increases with any material doping electrode. At the same time, when processing with a doping electrode T15K6, the thickness of the coating increases by 48,6%, when treated with the electrode IMH2 - by 75%, while processing electrode Sh2 - by 83,3%. One of the priority tasks of the development of the system of technical service of machines is the development of technologies for the repair of worn parts, since their cost is usually one and a half - two times lower than the cost of new with the same resource. When choosing a technological recovery method, the value of the maximum wear, in which the part becomes unusable for operation, is of great importance. In the general case, 85% of parts of machines become unsuitable for wear that do not exceed $(0,2 \div 0,3) \cdot 10^{-3}$ m [7,8], with the vast majority of reconstructed parts (about 80%) - has a maximum wear to $0,2 \cdot 10^{-3}$ m. The same statistics are subject to aluminum bearing shields of electric motors, aluminum covers of electric generators, seat of bearings in cases of pumps from aluminum alloys and other devices of different type. According to statistics among all recoverable surfaces of autotractor parts, about 40% are worn outs [7]. Since the chemical composition of aluminum parts, working conditions, hole diameters, including bearing seats under bearings, vary in different parts, then technological methods of their restoration differ. Widely used methods of restoring aluminum parts of machines, of which 70% make up various types of welding and surfacing [8], are not always effective for the following reasons:

- do not provide for strengthening of worn surfaces;
- lead to distortion of parts due to the

supply of a large amount of heat, which requires further further machining. Therefore, the introduction of new, progressive ways of repairing aluminum parts is very relevant. Studies on electroscope doping on alloys D16T, AK4 and other electrodes from various elements have shown that on aluminum alloys, it is possible to obtain a coating of low-melting elements Sn, Zn, Pb with melting temperature $T_{pl} < T_{pl}$ of aluminum. As a result of experiments on the application of coatings by means of electroscope doping on an alloy D1 with processing electrodes from Al-Sn, it was established that, when tested for wear resistance in friction in oil, the wear of the counter body of hardened steel exceeds the wear of the sample from an alloy D1 coated $\sim 6-7$ times and is an order of magnitude higher than the durability of the alloy A1 without coating. Elemental analysis showed the presence of oxygen in the coating. X-ray diffraction analysis did not show the presence of metal oxides in the coating, which gives grounds for assuming the presence of oxides in an amorphous state. It has been established that the wear resistance of the coating is ensured by SnO₂ tin oxides, the hardness of which reaches HV 1200 kg / MMI. 2. At a minimum processing speed, the maximum increase in the coating layer and the maximum surface roughness is achieved, but maximum wear resistance is not achieved. The highest wear resistance is obtained at a high processing speed, when there is a "retraction" of the surface, in which there is no increase, but the properties of the surface change as a result of its modification. Test of wear resistance showed that the wear of the Al-Pb alloy was several times less than the wear of counter-solids of hardened steel, which confirms the possibility of wear-resistant coatings with the help of electrodes having a structure of a mechanical mixture consisting of a refractory matrix and evenly distributed in it, in the form of a grid, a fusible component. Technology of restoration of seats under bearings in aluminum parts with the help of electrospray doping is as follows: - clearing of seats from pollution; - the diameter of the hole is frozen with the help of the indicator gauge and the definition of the required thickness of the coating; - Coating by means of electroscope doping with the help of technology of "barrier" layers; - mechanical processing of a hole (boring or rolling). Technology of repair of autotractor radiators. For this purpose, the defect is cleaned of dirt and by means of electroscope doping, the surface is modified by an electrode from the Al-Sn alloy, followed by application by means of electroscope doping of the low-melting solder PIC-40.



Fig. 3. Details recovered by electroscope doping.

The process of electroscope doping allows you to destroy the oxide film on the surface of the tubes and facilitate further lushing the surface of the low-melting solder PIC-40. After losing the defective place is soldered by the standard method and does not make any difficulty. Application of preliminary application of a sublayer by electrodes from Al-Sn alloy and solder PIC-40 on a defective surface by means of electroscope doping will allow to reduce the number of preparatory operations and increase the reliability of soldered joints while reducing the cost of repairing radiators with aluminum tubes.

Conclusions. The application of effective technology for the restoration of worn parts of auto tractor machinery by application of electrospray coatings is substantiated. The described technology differs technological flexibility, cheapness, simplicity, does not require the use of expensive and scarce materials and equipment, and also meets the requirements of environmental safety. The proposed technology can be used to restore a wide range of parts of cars, tractors and other machines. The technology of the restoration of seats under bearings in details from aluminum alloys with the help of electroscope doping can be used in the system of technical service of machines. In conditions of friction, both with and without lubricant, on the surface of coatings obtained on aluminum alloy D1 by means of electroscope doping with AlSn alloy electrodes, wear resistance is several times higher than the wear resistance of hardened steel.

REFERENCES

1. Burumkulov F. Kh., Lezin P. P., Senin P. V., Ivanov V. I., Velichko S. A., Ionov P. A.(2003). Electrosurgical technologies of restoration and strengthening of details of machines and tools. Saransk: Red October, 504 p.
2. Shlikov E.S., T. R. Ablyazov, D.S. Belinin (2014). Wire-cut electroshock processing of parts after plasma surface hardening // Modern problems of science and education. №2.
3. Alimbaeva, B.Sh. Restoration of details of military automotive equipment by electrospray doping / E.N. Milovidov (2014). Materials of Interuniversity. science-practice conf. "Improvement of the operation of the AVSST" - Omsk: OABII. - p. 126-129.
4. Nikolenko, S.V., Verkhotours A.D. (2005) New electrode materials for electrosurgical doping. - Vladivostok: Dalnauka. - 218 pp.
5. Gitlevich A.E, V.V. Mikhailov, N. Ya. Parkansky, V. M. Revutskyi (1985). Electrospray doping of metal surfaces / - Kishinev: Publishing house "Shtiintsa". - 196 c.
6. Garkunov D.N.(1989). Tribotechnics: textbook for students of higher educational institutions. M.: Machine-building. - 328 p.
7. Agafii V.I., Yurchenko V.A., Yurchenko V.I., Fomichev V.M., Petrenko V.I., Dikumar A.I.(2011). "Wear Resistance of Coatings Manufacturing by Electric Spark Plating with Al-Sn Electrodes" Surf. Eng. Appl. Electrochem v.47, no 6, p.488-492.
8. Kanarchuk V.Ye., Chigrinets A.D., Golyak O.L.(1995). Restoration of automobile parts. Technology and equipment. Moscow: Transport. 303 p.

ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ

Конев С.В., Житков С.С., Кищенко В.А.

Ключевые слова: электроискровое легирование. эксплуатация, трудоемкость, ремонт, восстановление, ресурс, покрытие. посадочное место.

Резюме

Основным методом повышения долговечности машин является нанесение на изношенные поверхности одного или нескольких слоев покрытия с высокими физико-механическими свойствами, которые обеспечат дальнейшую длительную работу изделий. Одной из приоритетных задач развития системы технического сервиса машин является развитие технологий восстановления изношенных деталей, так как их стоимость, как правило, в полтора - два раза ниже себестоимости новых при одинаковом ресурсе. При выборе технологического способа восстановления большое значение имеет величина максимального износа, при которой деталь становится непригодной к эксплуатации. Обосновано применение эффективной технологии для восстановления изношенных деталей авто тракторной техники путем применения электроискровых покрытий. Описанная технология отличается технологической гибкостью, дешевизной, простотой, не требует использования дорогих и дефицитных материалов и оборудования, а также соответствует требованиям экологической безопасности. Предлагаемая технология может быть использована для восстановления широкой номенклатуры деталей автомобилей, тракторов и других машин. Описанная технология восстановления посадочных мест под подшипники в деталях из алюминиевых сплавов с помощью электроискрового легирования может быть использована в системе технического сервиса машин. В условиях трения, как со смазкой, так и без, на поверхности покрытий, полученных на алюминиевом сплаве Д1 с помощью электроискрового легирования электродами из сплава AlSn, износостойкость в несколько раз превышает износостойкость закаленной стали.

TECHNOLOGY RESTORATION DETAILS AGRICULTURAL MACHINERY METHOD ELECTROSPARK PROCESSING

Konev S.V., Zhitkov S.S., Kishchenko V.A.

Key words: electrospark, operation, labour input, repair, restoration, resource, covering, landing place.

Summary

The main method for increasing the durability of machines is to apply on worn surfaces one or several layers of coating with high physical and mechanical properties, which will ensure the continued long operation of products. One of the priority tasks of the development of the system of technical service of machines is the development of technologies for the repair of worn parts, since their cost is usually one and a half - two times lower than the cost of new with the same resource. When choosing a technological recovery method, the value of the maximum wear, in which the part becomes unusable for operation, is of great importance. The application of effective technology for the restoration of worn parts of auto tractor machinery by application of electrospray coatings is substantiated. The described technology differs technological flexibility, cheapness, simplicity, does not require the use of expensive and scarce materials and equipment, and also meets the requirements of environmental safety. The proposed technology can be used to restore a wide range of parts of cars, tractors

and other machines. The technology of the restoration of seats under bearings in details from aluminum alloys with the help of electroscope doping can be used in the system of technical service of machines. In conditions of friction, both with and without lubricant, on the surface of coatings obtained on an aluminum alloy D1 by means of electroscope doping with AlSn alloy electrodes, wear resistance is several times higher than the wear resistance of hardened steel.

UDC 631.780

EVALUATION OF INFLUENCE OF GROWTH ON GROUND-PLANT COVER

V.G.Ilina, V.O.Nikolishen

Odessa State Environmental University

An estimation of the effect of irrigation on agricultural plants, in terms of contamination of heavy metals and radionuclides, in the conditions of the Dnipropetrovsk region is carried out with the help of a mathematical model. Dnipropetrovsk region has a very developed sieve of water arteries, therefore there is a great potential for using these irrigation facilities. The main pollutants that can enter the soil and vegetation cover during irrigation are heavy metals and radionuclides, which is why these elements were chosen to assess their impact on the qualitative characteristics of agricultural plants. The coefficients of the transition of radionuclides to agricultural plants by the aerial and root methods are taken into account, while calculations have been made for the main sources of irrigation in the Dnipropetrovsk region. For most elements, the irrigation water meets the established requirements. As for such highly toxic elements as cadmium and lead, their content is near or exceeds the MPC. The value of the study is to assess the environmental purity of agricultural products grown under irrigation. Based on the results of the work it is possible to provide practical recommendations to reduce the impact of irrigation on agricultural plants on the content of heavy metals and radionuclides in the Dnipropetrovsk region.

Key words: an irrigation, quality of water, heavy metals, agricultural activity.

Introduction. Irrigation increases the anthropogenic load on objects of the natural environment and creates prerequisites for exacerbating the environmental situation.

Analysis of recent research and publications. Questions of assessing the impact of irrigation on the state of agrocenoses involved many authors [1]. At the same time, indicators of the quality of irrigation water were taken into account.

The purpose of research. To evaluate the effect of irrigation on qualitative characteristics of agricultural crops, in terms of the content of heavy metals and radionuclides grown in the Dnipropetrovsk region, using a mathematical model. The obtained results allow to optimize the irrigation regime with the aim of reducing the load on the soil and vegetation cover [2].

Teaching the main part of the study. The accumulation of radionuclides in plants on irrigated lands occurs as a result of the radionuclide input of radionuclides in the soil, introduced into the soil when polluted with contaminated water, as well as due to the direct

intake of radionuclides from irrigation water in the leaves. The total activity, which is maintained by the ground part of plants under irrigation, can be represented as [3]:

$$A_i = f_{w,i} A_w, \quad (1)$$

where A_i - total specific activity of the plant; $f_{w,i}$ - content fraction; A_w - specific surface activity when watering.

The share of plants kept by radionuclides is defined as [3]:

$$f_{w,i} = \frac{LAI_i S_i}{R} \left[1 - \exp\left(\frac{-\ln 2}{3 \cdot S_i} \cdot R\right) \right], \quad (2)$$

where S_i - effective water content for the plant; LAI_i - surface of the leaf part of plants; R - specific volume of watering.

The activity of plant products is formed at the expense of direct intake of radionuclides through leaves, as well as at the expense of root yield [3]:

$$C_i(t) = C_{i,l}(t) + C_{i,r}(t), \quad (3)$$

where $C_i(t)$ - total activity in the plant species and, Bq / kg; $C_{i,l}(t)$ - activity in the plant species and from the flow through the leaves, Bq / kg; $C_{i,r}(t)$ - activity in the plant species and from the root, Bq / kg.

The intake of radionuclides through leaves can be expressed as:

$$C_{il}(\Delta t) = \frac{A_i}{Y_i} \exp[-(\lambda_w + \lambda_r)\Delta t], \quad (4)$$

where $C_{i,l}(t)$ - concentration of activity in the plant; A_i - total specific activity on the plant; Y_i - yield of plants; λ_w - rate of loss of activity due to the influence of weather factors; λ_r - the constant of radioactive decay; t - the time that has elapsed since the watering before harvesting.

The concentration of radionuclide in plants generated by root infestation is calculated using the concentration of radionuclide in the soil and the accumulation coefficients of TF_i , which express the ratio of plant activity concentrations (live weight) and soil (dry weight):

$$C_{i,r}(t) = TF_i C_s(t), \quad (5)$$

where $C_{i,r}(t)$ - concentration of radionuclide in the plant from root yield; TF_i - coefficient of accumulation; $C_s(t)$ is the concentration of radionuclide in the root soil region.

If the input to the soil occurs during the plant growth period, an adjustment coefficient is used for the root yield, which reduces the root yield. This ratio represents the ratio of the time interval from irrigation to harvesting to the duration of the vegetation. Concentration in the root layer of the soil is calculated according to the formula:

$$C_s(t) = \frac{A_s}{L \rho} \exp[-(\lambda_s + \lambda_f + \lambda_r)t], \quad (6)$$

where A_s - total specific activity on the soil; L - depth of the root layer; ρ - soil density; λ_s - rate of decrease in activity; λ_f - rate of fixation of radionuclides in soil.

Research results. Analyzed the chemical composition of more than 10 different sources of irrigation, it is established that as the climate drought intensifies and the mineralization of

irrigation water increases, the concentration of heavy metals such as zinc, cadmium, nickel, cobalt, manganese, lead, copper and chromium is increased (Table 1).

Table 1. The content of heavy metals in irrigation water.

Sampling source	Zn	Cd	Ni	Pb	Cu	Cr	The sum of the elements
Kakhovka reservoir	0.183	0.007	0.007	0.03	0.015	0.020	0.347
Channel Dnieper-Donbas	0.573	0.004	0.007	0.010	0.003	0.012	0.643
Frunze Irrigation System	0.125	0.002	0.012	0.025	0.004	0.050	0.262
Medium	0.136	0.004	0.019	0.032	0.009	0.022	0.307
MPC	1.0	0.001	0.1	0.03	1.0	0.5	

For most elements, the irrigation water meets the established requirements. As for such highly toxic elements as cadmium and lead, their content is approaching or exceeding the MPC. Moreover, this excess is more pronounced in the waters of steppe sources. In addition to irrigation and watering, irrigation methods are important. In the framework of this work, the influence of watering methods on the accumulation of radionuclides in rosy agricultural plants cultivated in the Dnipropetrovsk region was investigated (Table 2). Using the above mathematical model, an estimation of the coefficients of transition of radionuclides from the soil to plants for the main crops, the main parameters of which are given in Table 3. The characteristics presented are presented for assessing the level of contamination of sugar beet crops for different types of soils.

Table 2. Average coefficients of transition of radionuclides from irrigation water to agricultural plants 10^{-3} .

Element	Method of irrigation	Winter wheat, grain	Alfalfa, green mass	Corn, grain	Beetroot, root vegetable	Tomato, fruit	Cucumber, fruits	Cabbage, cabbage
Cs	On the furrows	1,0	2,5	0,3	0,5	0,3	0,4	0,5
Cs	Sprinkling	2,0	4,0	0,5	0,7	0,6	0,6	0,6
Sr	On the furrows	3,0	5,0	0,06	0,6	0,5	0,3	0,7
Sr	Sprinkling	,0	7,0	0,11	0,8	0,8	0,4	1,0

Table 3. Average values of transition coefficients of radionuclides from soil in plants 10^{-3} , $(\text{Bq} / \text{kg}) / (\text{Bq} / \text{m}^2)$

Products	Darn-podzolic loamy soil		Chernozem is ordinary		Chernozem is mighty	
	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs
Grain cereals	0,72	0,25	0,13	0,062	0,056	0,042
Root plants	0,65	0,8	0,12	0,02	0,055	0,01
Potatoes	0,48	0,10	0,09	0,03	0,04	0,02
The vegetative mass cultures	2,2	0,35	0,40	0,10	0,18	0,07
Perennial herbs	95	4,4	17	1,1	7,5	0,68

Conclusions. Cultivation of agricultural and agricultural crops in conditions of irrigation leads to the problem of radionuclide pollution of soil and plants. The maximum concentration of radionuclides in water is noted at the beginning of the irrigation season, and in its middle it decreases by 4 times and more, increasing at the end of the irrigation.

REFERENCES

1. System analysis of environmental quality: textbook / T.A. Safranov V.Yu. Prikhodko, T.P. Shanina, AV Chugai, AV Wheeler; for ed .. prof .. T.A.Safranov and Prof. Ya.O.Adamenko. - Odessa: Ecology, 2015. - 244s.
2. Geoinformation models and systems for supporting the decision-making process for estimating and controlling the level of anthropogenic pressure on the environment: Monograph / A.I. Wolves; Odessa: TPP, 2016 - 150s.
3. Modeling and predicting the state of affairs. V.I. Lavrik, V.M. Bogolyubov, LM Poletayeva S.M. Yurasov, VI Ilyina. Monograph.К.: "Academy", 2010. - 397s.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОРОШЕНИЯ НА ГРУНТОВО-РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ

Ільїна В.Г., Ніколішин В.О.

Ключевые слова: орошение, качество воды, тяжелые металлы, сельскохозяйственная деятельность.

Резюме

Выполнено оценку влияния орошения на сельскохозяйственные растения, с точки зрения загрязнения тяжелыми металлами и радионуклидами, в условиях Днепропетровской области при помощи математической модели. Днепропетровская область владеет достаточно разветвленной сетью водных артерий, по этому существует большой потенциал для использования этих объектов для орошения. Основными загрязняющими веществами, которые могут попадать в грунтово – растительный покров при орошении являются тяжелые металлы и радионуклиды, поэтому именно эти элементы были выбраны для оценки их влияния на качественные характеристики сельскохозяйственных растений. Учтены коэффициенты перехода радионуклидов в сельскохозяйственные растения аэральным и корневым путем, при этом расчеты выполнены для основных источников орошения в условиях Днепропетровской области. По большинству элементов орошающие воды удовлетворяют установленным требованиям. Что касается таких высокотоксичных элементов, как кадмий и свинец, то их содержание приближается либо превышает ГДК. Ценность исследования состоит в оценке экологической чистоты сельскохозяйственной продукции, которая выращивается в условиях орошения. По результатам работы можно дать практические рекомендации по уменьшению влияния орошения на сельскохозяйственные растения, касающиеся содержания тяжелых металлов и радионуклидов в условиях Днепропетровской области.

EVALUATION OF INFLUENCE OF GROWTH ON GROUND-PLANT COVER

Ilyina V.G., Nikolishen V.O.

Key words: an irrigation, quality of water, heavy metals, agricultural activity.

Summary

An estimation of the effect of irrigation on agricultural plants, in terms of contamination of heavy metals and radionuclides, in the conditions of the Dnipropetrovsk region is carried out with the help of a mathematical model. Dnipropetrovsk region has a very developed sieve of water arteries, therefore there is a great potential for using these irrigation facilities. The main pollutants that can enter the soil and vegetation cover during irrigation are heavy metals and radionuclides, which is why these elements were chosen to assess their impact on the qualitative characteristics of agricultural plants. The coefficients of the transition of radionuclides to agricultural plants by the aerial and root methods are taken into account, while calculations have been made for the main sources of irrigation in the Dnipropetrovsk region. For most elements, the irrigation water meets the established requirements. As for such highly toxic elements as cadmium and lead, their content is near or exceeds the MPC. The value of the study is to assess the environmental purity of agricultural products grown under irrigation. Based on the results of the work it is possible to provide practical recommendations to reduce the impact of irrigation on agricultural plants on the content of heavy metals and radionuclides in the Dnipropetrovsk region.

UDC 621.9.06.-229,331

TO THE QUESTION OF REDUCING THE RELATIVE WEARING OF THE INTERRUPTED GRINDING CIRCULARS FROM SUPERHARD MATERIALS

O.O. Yakimov, S.M. Umysnyi, L.V. Bovnogra, S.V. Beznos,

V.V. Dobrovolskyi

Odessa National Polytechnic University,

In the article, using the calculated and experimental ways, identified The extreme nature of the dependences of the specific wear of discontinuous circles of superhard materials on the number of slots on the working surface of the tool and on the ratio of the extent of the cavity to the length of the cutting ridge of the circle. Also, using the computational and experimental ways the characters of the influence of the dimensions and number of structural elements from which the working surface of diamond discontinuous circles was formed, as well as the rigidity of cutting on the parametric stability of the elastic system of a surface grinding machine, were revealed.

Key words: relative wear, working surface of the wheel, intermittent grinding, cutting protrusion.

Introduction. Since the abrasive industry mastered the production of grinding wheels from superhard materials, the question arose before their consumers: how to rationalize them? One of the criteria used to evaluate the rational use of circles of superhard materials is their relative (specific) wear, i.e. the volume or mass amount of the worn out diamond (or elbor), referred respectively to a unit volume or mass of ground metal q (cm^3/cm^3 , mm^3/mm^3 , mg/g).

The importance of this criterion is due to the fact that the cost of the diamond (or elbor) circle is many times higher than the cost of the abrasive tool. Diamond circles on organic bonds due to intensive self-sharpening provide stable quality and processing capacity, but their use in production is constrained due to high relative consumption of diamonds. The work of grinding wheels of superhard materials on a metal bond is accompanied by a much lower specific wear, but they are rapidly greased, and this leads to an increase in the heat stress of grinding and, as a consequence, to a deterioration in the quality of the surface layer of the machined parts. To reduce the heat stress of the grinding process, it is possible to use diamond tools with a discontinuous working surface, which is especially important when working with circles on a metal bond [1]. When grinding around with a continuous working surface, the chips fill its pores and adhere to the cutting grains. As a result, the circle becomes salted, the intensity of heat generation increases, which leads to an increase in the grinding temperature [2]. With diamond intermittent grinding breaks are provided in the heat supply, which allows to significantly reduce the grinding temperature. With diamond grinding, the intermittence of the process creates additional possibilities for removing the chips and reducing the filling of the wheel [3]. In [4, 5, 6, etc.], the temperature decrease in diamond intermittent grinding is explained by the fact that the contact time of the cutting edges of the circle with the machined surface is less than the contact time for continuous grinding. Another reason for the temperature decrease during intermittent grinding is the reduction in the intensity of heat generation in the cutting zone due to the increase in the cutting ability of the circle, since it self-sharpens, and the chips are not located in the pores between the grains, but in the depressions. When grinding with circles whose working surface consists of periodically alternating protrusions and depressions, high-frequency oscillations of small amplitude arise in the elastic system of the machine because of the interruptibility of the cutting process, which facilitate the process of chip formation and contribute to the formation of a developed cutting microrelief on the circle. However, for certain ratios of the lengths of the cutting protrusions and valleys and at certain amounts, parametric resonance can arise, caused by a periodic change in the rigidity of the elastic system of the machine. Parametric resonance affects not only the specific wear of the diamond wheel, but also the quality of the surface being treated. In works [1, 2, 3, 4] there is no unified opinion on the influence of parametric resonance, arising during intermittent grinding, on the relative consumption of diamond circles. This implies the need for further research in this direction.

Purposes and tasks. The aim of the work is to find reserves for reducing the relative circumference of a circle with intermittent diamond grinding by changing the structural elements of the working surface of the circle and the cutting regimes.

Research results. In the process of grinding, the linear wear of a circle of superhard materials in time usually occurs unevenly. In a wide range of changing grinding conditions, the rate of grain wear is always ahead of the wear rate of the binder, so the circle, as a rule, operates in blunt or "salting" mode, which requires periodic restoration of its cutting properties. In [6], the parameter η , characterizing the degree of linear wear of the cutting grains before the moment of their volumetric destruction or loss from the bonding without destruction, was introduced in order to create processing conditions ensuring uniform wear of

the circle during its self-sharpening operation. This parameter is numerically equal to the ratio of the wear amount of the maximum grain protruding over the grain bundle at which its volumetric destruction takes place, to the maximum depth of penetration of the processed material into the working surface of the circle and can be calculated by the following formula

$$[6]: \eta = 1 - \left(\frac{2042,7 \cdot V_{\text{заг}} \cdot (1 + l_2/l_1) \cdot \sqrt{t} \cdot \bar{X}^3}{V_{\text{кр}} \cdot m \cdot \sqrt{R_{\text{кр}}}} \right)^{\frac{(2-n')}{(2 \cdot n' - 1)}} \cdot \left(\frac{A}{P} \right)^{\frac{3}{(2 \cdot n' - 1)}} \cdot \text{tg} \gamma^{\frac{(n'+1)}{(2 \cdot n' - 1)}}, \quad (1)$$

where $V_{\text{заг}}$ – workpiece speed, m/min; t – depth of cutting, mm; $\bar{X}$ – graininess of a circle, mm; $V_{\text{кр}}$ – circumferential velocity of a circle, m/s; $R_{\text{кр}}$ – radius of a circle, mm; m – volume concentration of grains of a circle; A – parameter characterizing the strength properties of the material being processed (determined by calculation and experimentation); P – the tangential component of the ultimate load, acting on the maximum grain protruding over the binder, H; γ – half the angle at the tip of the cutting grain, which has a conical shape; l_2/l_1 – the ratio of the extent of the cavity of the discontinuous circle to the length of the cutting projection; n' – parameter determined experimentally.

To ensure the required quality and high productivity, it is necessary to grind with sharp cutting grains (i.e., at $\gamma = 0$). However, the smaller the parameter η , the less the service life of the cutting grains, and, consequently, the greater the consumption of the grinding wheel. Due to the fact that the cost of a diamond wheel is many times greater than the cost of an abrasive diamond, it is necessary that the degree of linear wear of diamond grains at the time of their volumetric fracture is greater than the degree of linear wear of the abrasive grains. In other words, it is necessary that the parameter η for diamond grinding is larger than for the abrasive. It can be seen from expression (1) that the parameter η with intermittent grinding is smaller than in the case of a continuous grinding (for a continuous grinding parameter $(1 + l_2/l_1) = 1$, a at intermittent – always more than 1). This can be explained by the fact that during intermittent grinding under the influence of dynamic impacts, periodic renewal of blunted cutting grains occurs. The relative consumption of diamond (elbor) can be described by the following formula [7]:

$$q = \frac{10^3 \cdot \rho_a \cdot \beta \cdot V_{\text{кр}} \cdot \Delta_i}{2 \cdot \rho_m \cdot (1 + l_2/l_1) \cdot V_{\text{заг}} \cdot t \cdot \eta}, \quad (2)$$

where Δ_i – linear wear of the cutting grain per turn of the grinding wheel, m; β – coefficient equal to the ratio of the volume of grains to the volume of the circle; ρ_a – density of diamond (elbor), H/m³.

It can be seen from expression (2) that when $\gamma = 0$ The relative expenditure of diamond (elbor) tends to infinity, i.e. intensive wear of the wheel occurs. From analysis of expression (2) it follows that if one circle grinds metal with different cutting depths, for example t_1 and t_2 , then the ratio η_1/η_2 will have the following appearance:

$$\eta_1/\eta_2 = \frac{q_2}{q_1} \cdot \frac{t_2}{t_1} = \frac{h_{\text{кр}2}}{h_{\text{кр}1}} \cdot \frac{h_{\text{м}1}}{h_{\text{м}2}} \cdot \frac{t_2}{t_1},$$

where h_{kp_1}, h_{kp_2} – linear wear of the grinding wheel when grinding with the depths of cutting t_1 and t_2 , m; h_{M_1}, h_{M_2} – the thickness of the metal layers removed during the same period of grinding.

Thickness of layers h_{M_1} and h_{M_2} with some assumption can be represented in the form of a product of the depth of cut by the number of passes: $h_{M_1} = t_1 \cdot i$; $h_{M_2} = t_2 \cdot i$ when $V_{zar_1} = V_{zar_2}$. Under the same conditions $i_1/i_2 = h_{kp_1}/h_{kp_2}$. Thus, the parameter η inversely proportional to the linear wear of the grinding wheel. As increasing parameter $(1 + l_2/l_1)$, which appears in expression (1), parameter η will decrease. Dependence (2), describing the relative consumption of diamond (elbor), has an extreme character, since the parameters included in it $(1 + l_2/l_1)$ and η have the opposite character of change. After simple transformations of expressions (1) and (2), we obtain [7]:

$$\eta = 1 - \left(\frac{12828,15 \cdot V_{zar} \cdot \sqrt{t} \cdot \bar{X}^3 \cdot \sqrt{R_{kp}}}{V_{kp} \cdot n \cdot l_1 \cdot m} \right)^{(2-n')} \cdot \left(\frac{A}{P} \right)^{\frac{3}{(2-n'-1)}} \cdot \operatorname{tg} \gamma^{\frac{(n'+1)}{(2-n'-1)}} \quad (3)$$

$$q = \frac{10^3 \cdot \rho_a \cdot \beta \cdot V_{kp} \cdot \Delta_i \cdot l_1 \cdot n}{\rho_m \cdot V_{zar} \cdot t \cdot \eta \cdot \pi \cdot D_{kp}} \quad (4)$$

where n – number of cavities (protrusions) on a discontinuous circle with a constant value l_1 ; D_{kp} – diameter of grinding wheel, mm.

Let us investigate the function $q(n)$ for the presence of an extremum. We substitute equation (3) into expression (4), we find the partial derivative and equate it to zero:

$$\frac{\partial q}{\partial n} = \frac{\eta + \eta \cdot \frac{(2-n')}{(2 \cdot n' - 1)} - \frac{(2-n')}{(2 \cdot n' - 1)}}{\eta^2} = 0.$$

The extreme value of the parameter η at which the relative flow of discontinuous circles will have an extremum is determined by the formula:

$$\eta_{\odot} = \frac{2-n'}{n'+1}. \quad (5)$$

From expression (3) it is possible to find the number of cavities n at which the relative expense of the circle will be minimal:

$$n = \left(\frac{12828,15 \cdot V_{zar} \cdot \sqrt{t} \cdot \bar{X}^3 \cdot \sqrt{R_{kp}}}{V_{kp} \cdot l_1 \cdot m} \right) \cdot \left(\frac{A}{P} \right)^{\frac{3}{(2-n')}} \cdot \frac{\operatorname{tg} \gamma^{\frac{(n'+1)}{(2-n')}}}{(1-\eta_{\odot})^{\frac{(2 \cdot n' - 1)}{(2-n'-n')}}}. \quad (6)$$

It has been established experimentally [8] that the relative consumption of diamond depends on the number of slots on the working surface of the grinding wheel and on the rigidity of the spindle assembly. With an increase in the number of slits on the circle, the dependence of the relative diamond charge q is observed for all stiffness values (fig. 1). With an increase in the rigidity of the spindle knot, the minimum q decreases and shifts to the region of larger values of n . The stiffness of the spindle unit and the number of cavities on the grinding wheel have a

significant effect on the parametric stability of the elastic system of a surface grinding machine [8]. From fig. 2 that with increasing rigidity of the elastic system of the machine, the dimensions of the regions of stable grinding expand, and the regions themselves shift toward increasing the number of slits on the circle. From fig. 2 it is also seen that with the increase in the cutting speed V_{kp} the dimensions of the regions of stable grinding narrow. From expression (1) one can be found the parameter $(1 + l_2/l_1)$, at which the relative consumption of the grinding wheel will be minimal:

$$\left(1 + \frac{l_2}{l_1}\right)_3 = (1 - \eta_3)^{\frac{(2-n')-1}{(2-n')}} \cdot \left(\frac{V_{kp} \cdot m \cdot \sqrt{R_{kp}}}{2042,7 \cdot V_{3ar} \cdot \sqrt{t} \cdot \bar{X}^3}\right) \cdot \left(\frac{P}{A}\right)^{\frac{3}{(2-n')}} \cdot \frac{1}{tg \gamma^{\frac{(n'+1)}{(2-n')}}} \quad (7)$$

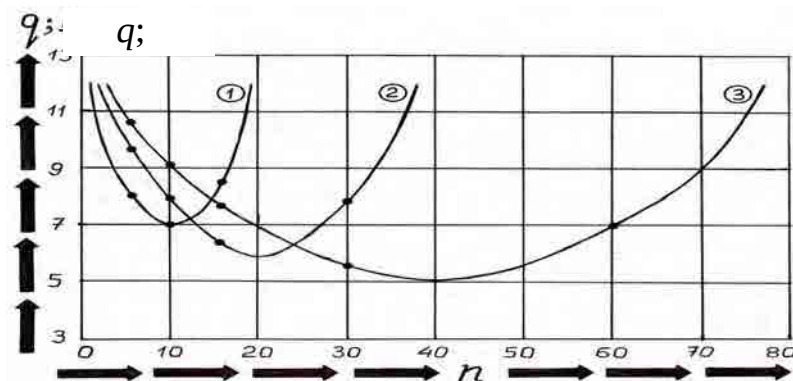


Fig 1. Dependences of the relative flow rate q of the diamond discontinuous disc on the number of cutting projections n , constructed for $N=0,3$ and for different stiffness values Co : 1 – $Co=0,5 \cdot 10^6$ H/m; 2 – $Co=2,0 \cdot 10^6$ H/m; 3 – $Co=3,5 \cdot 10^6$ H/m [7].

With $n'=0,76$; $\eta_3=0,705$ expression (7) takes the following form:

$$\left(1 + \frac{l_2}{l_1}\right)_3 = \frac{2,94 \cdot 10^{-4} \cdot V_{kp} \cdot m \cdot \sqrt{R_{kp}}}{V_{3ar} \cdot \sqrt{t} \cdot \bar{X}^3 \cdot tg \gamma^{1,42}} \cdot \left(\frac{P}{A}\right)^{2,42} \quad (8)$$

Effect of the parameter $(1 + l_2/l_1)$ on the relative consumption of grinding wheels was studied experimentally [7]. Relative specific consumption of the circle 1A1 200x75x5x2 KP 160/125 Б1 – 100 % was determined on samples of steel P6M5 by plunging in the mode: $V_{kp}=35$ m/s; $V_{3ar}=6$ m/min; $t=0,025$ mm; with application of a cutting fluid. After determining the relative specific consumption of a continuous circle ($l_2/l_1 = 0$) on it were cut 10 hollows in length $l_2=10$ mm and there was a relative consumption of a discontinuous circle ($l_1=52,8$ mm, $l_2=10$ mm), then the lengths of the depressions were accordingly increased to 15, 20, 25 and 30 mm. This technique allowed to carry out a study of the relative discharge of the elbor on a continuous and five discontinuous circles with different ratios l_2/l_1 : $10/52,8=0,189$; $15/47,8=0,314$; $20/42,8=0,467$; $25/37,8=0,661$; $30/32,8=0,915$. From the results of the experiments (fig. 3) it is clear that as the parameter increases, the relative flow rate of the circle first decreases, and then begins to increase. In [8] and [11], the extreme nature of the dependences $q=f(V_{kp})$ when grinding a hard alloy with diamond circles having different bonds: Б1, М1, ТМ, М5, МК, М1 (fig. 4). It is established [8] that the cutting speed V_{kp} and

the value of the ratio of the extent of the cavity l_2 to the length of the cutting projection l_1 has a significant effect on the parametric stability

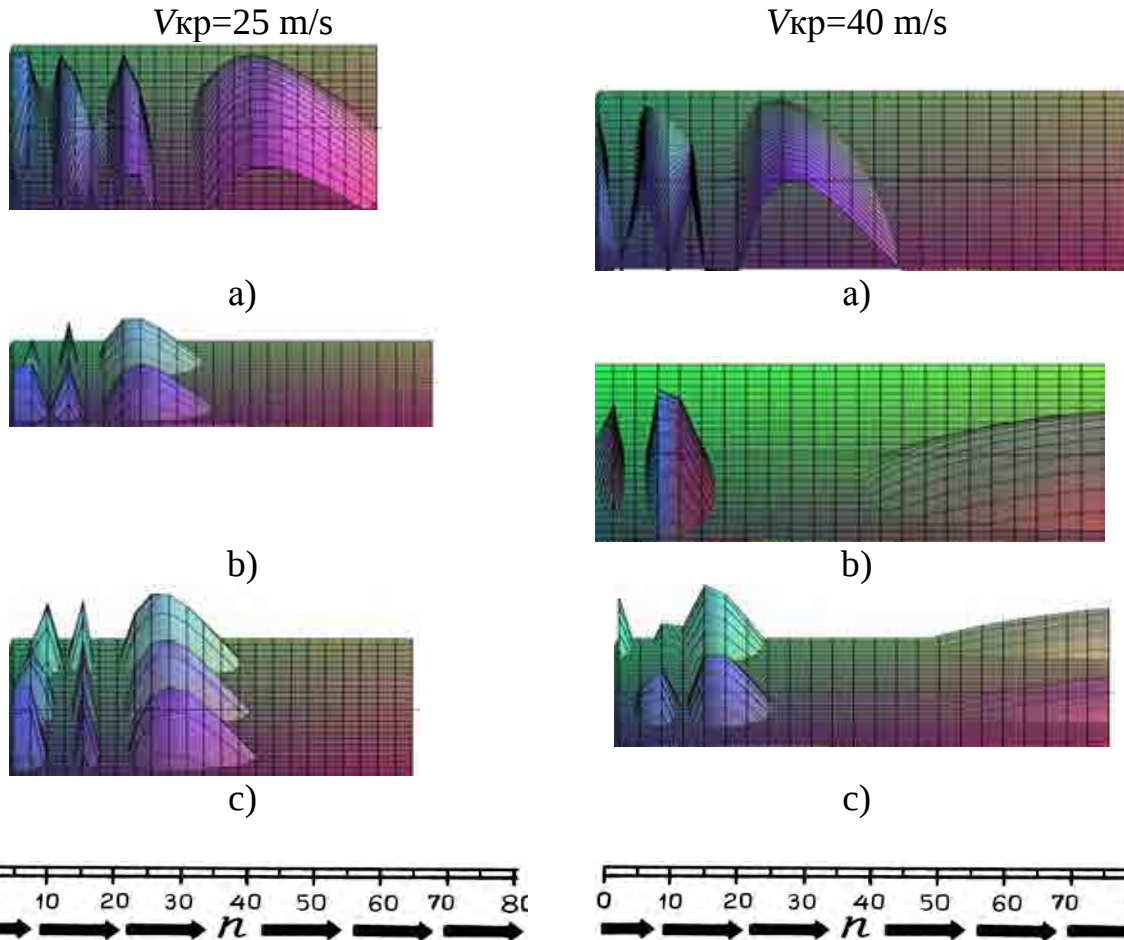


Fig 2. Zones of parametric instability of the elastic system of the machine (hump), calculated for the interval $0 \leq n \leq 80$, cutting speeds $V_{кр}=25$ m/s и $V_{кр}=40$ m/s and three values of reduced rigidity: $Co=0,5 \cdot 10^6$ Н/м (a); $Co=2,0 \cdot 10^6$ Н/м (b); $Co=3,5 \cdot 10^6$ Н/м (c).

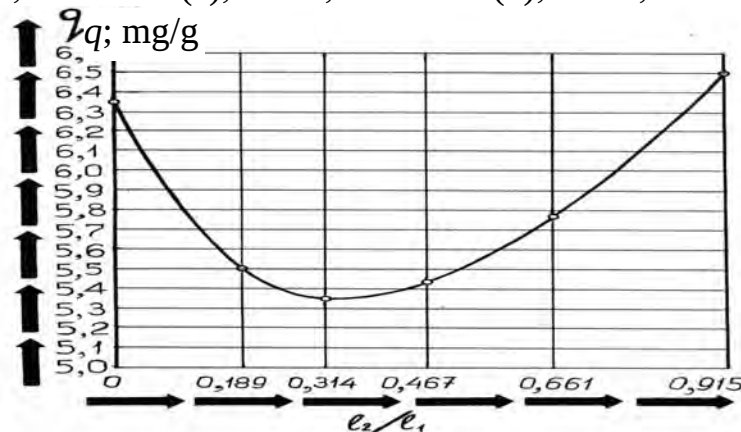


Fig. 3. Dependence of the relative diamond consumption q on the value of the ratio of the extent of the cavity l_2 to the length of the cutting projection l_1 [7].

of the elastic system of the machine tool. From fig. 5 (left) shows that when grinding with a cutting speed $V_{кр}=35$ m/s, the nonresonant work of the elastic system of the machine is most likely in the intervals of variation of the value l_2/l_1 : $0 \leq N \leq 0,15$; $0,75 \leq N \leq 0,90$, and from fig. 5

(on the right) it is seen that at the circumferential velocity of the circle $V_{kp}=25$ m/s The occurrence of parametric resonance is the least likely in the interval $0,80 \leq N \leq 0,90$. However, despite the low probability of resonance in these intervals, grinding by discontinuous circles with ratios $l_2/l_1=0,10$ и $l_2/l_1=0,85$ is accompanied by a high relative consumption of diamonds (fig. 3). From the analysis of fig. 3 and fig. 5 it follows that when grinding with cutting speeds varying in the interval $25 \leq V_{kp} \leq 35$ m/s, The most acceptable from the point of view of parametric resonance and relative consumption of diamonds is the ratio $l_2/l_1=0,6$. From fig. 5 that with increasing cutting speed from $V_{kp}=25$ m/s to $V_{kp}=35$ m/s the expansion of the areas of stable operation and the decrease in the number of zones of parametric instability of the elastic system of the surface grinding machine are bserved (fig. 4), however, an insignificant increase in the relative consumption of diamonds on circles with a metal bond (curves 2, 3, 4, 5, 6) is observed increase on circles with an organic bond (curve 1).

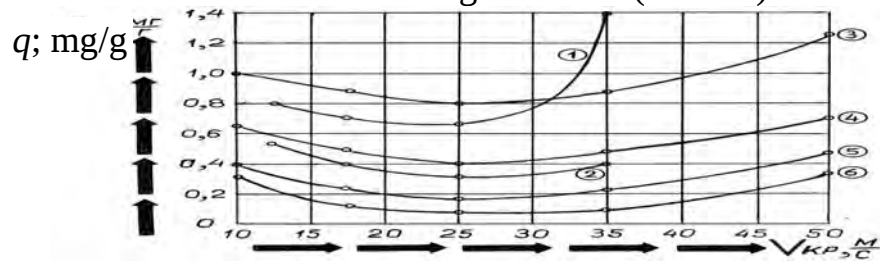


Fig. 4. Dependence of the relative consumption of diamond q of cutting speed V_{kp} when grinding the hard alloy T15K6 in circles: 1 – circle ACO 100/80 – 100 % – Б1 [7]; 2 – circle ACB 100/80 – 100 % – М1 [7]; 3 – circle ACB 125/100 – 100 % – ТМ [7]; 4 – circle ACB 125/100 – 100 % – М5 [7] ; 5 – circle ACB 125/100 – 100 % – МК [7]; 6 – circle ACB 125/100 – 100 % – М1 [7].

The increase in the relative consumption of diamond circles m/s an organic bond with an increase in the speed of a circle can be explained by an increase in the thermal intensity of the grinding process and, as a consequence, burnout of the pulverbakelite from the binder. Its burning begins to occur at temperatures 250...300 °C [7]. Therefore, the most acceptable cutting speed from the point of view of the relative consumption of diamonds and parametric resonance is the speed $V_{kp}=30$ m/s. It has been established experimentally [7] that when grinding with discontinuous circles with the number of cutting protrusions $20 \leq n \leq 30$, oscillations arise in the elastic system of the surface grinding machine (with a frequency range of 800...1200 Hz and amplitudes of 15...25 μm), which essentially change the conditions friction and wear of the cutting grains, facilitate the chip-forming process (fig. 6) and prevent the metal from adhering to cutting grains. The detected range $20 \leq n \leq 30$ for effective intermittent grinding is in good agreement with the experiments on determination of the relative diamond consumption, which showed that for the stiffness range $2,0 \cdot 10^6 \leq C_0 \leq 3,5 \cdot 10^6$ n/m the relative consumption of diamonds assumes minimum values at $20 \leq n \leq 40$.

$V_{kp}=35$ m/s

$V_{kp}=25$ m/s

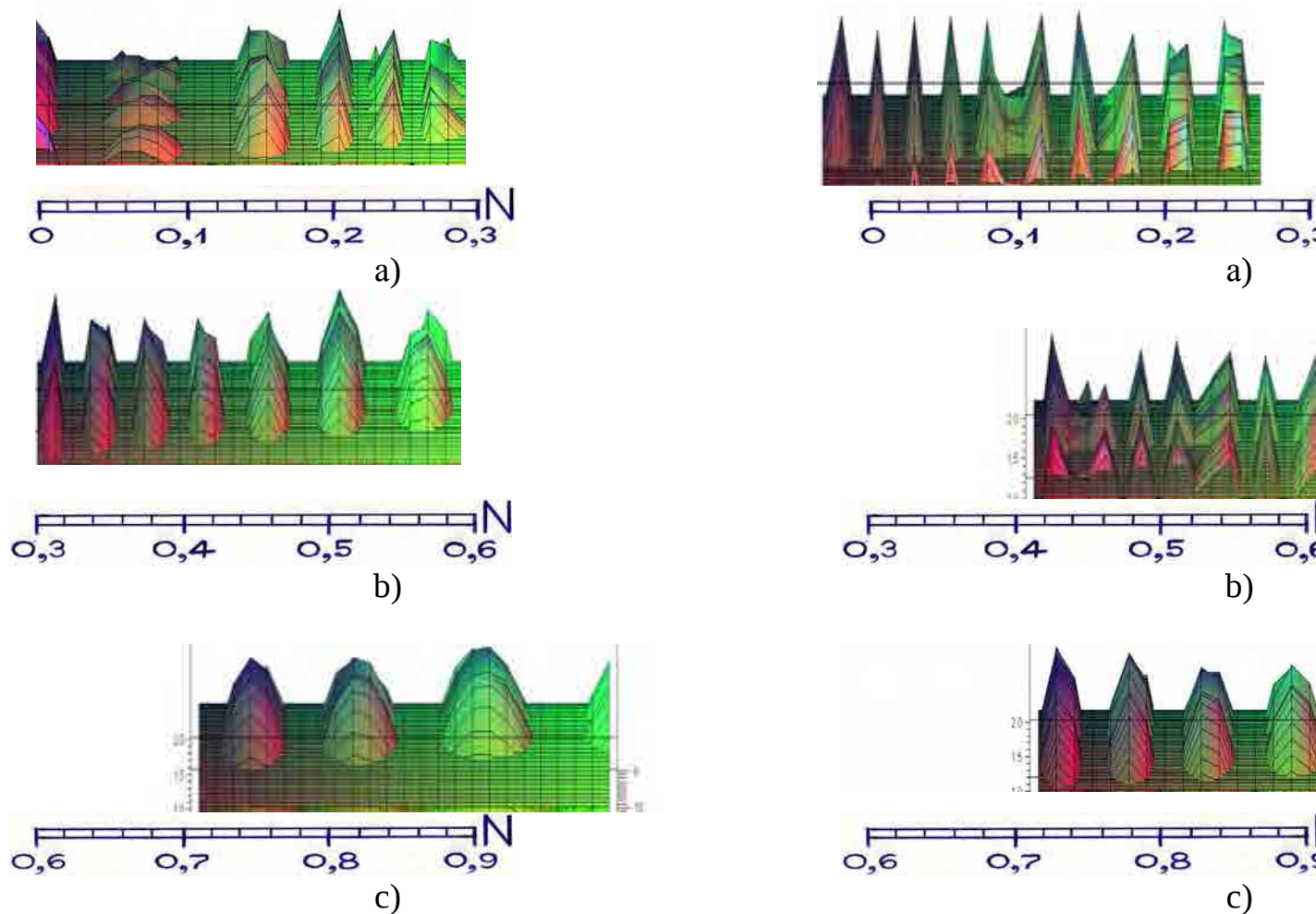


Fig. 5. Areas of parametric instability of the elastic system of the machine (hump), calculated for $V_{kp}=35$ m/s and $V_{kp}=25$ m/s and for three intervals of relations $N=l_2/l_1$: $0 \leq N \leq 0,3$ (a); $0,3 \leq N \leq 0,6$ (b); $0,6 \leq N \leq 0,9$ (c).

$2,0 \cdot 10^6 \leq C_o \leq 3,5 \cdot 10^6$ n/m the relative consumption of diamonds assumes minimum values at $20 \leq n \leq 40$.

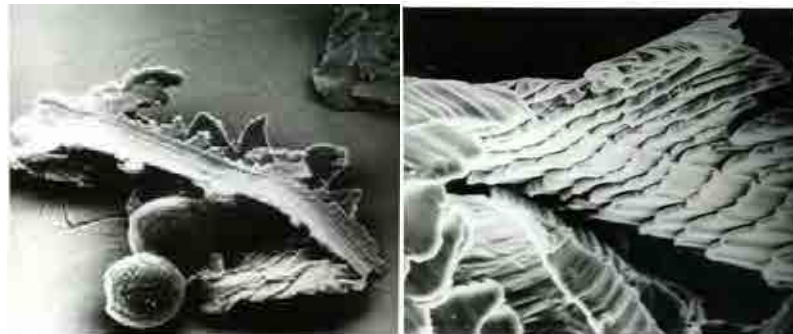


Fig. 6. Photographs of microtrains formed during microcutting by discontinuous circles with a different number of cutting protrusions.

Conclusions. 1. Using the calculated and experimental ways, identified The extreme nature of the dependences of the specific wear of discontinuous circles of superhard materials on the number of slots on the working surface of the tool and on the ratio of the extent of the cavity to the length of the cutting ridge of the circle. 2. Also, using the computational and

experimental ways the characters of the influence of the dimensions and number of structural elements from which the working surface of diamond discontinuous circles was formed, as well as the rigidity of cutting on the parametric stability of the elastic system of a surface grinding machine, were revealed.

REFERENCES

1. Lukin, L.L., Stareshev, V.D. (2007). Calculation of discontinuous circles with flat peripheral grinding. *Bulletin Izh.GTU*, 1, 38–39.
2. Gunko, N.I. (1971). Investigation of the influence of the rigidity of a surface grinding machine on the wear of abrasive wheels with intermittent grinding. *Finite methods of processing: Sat. scientific. works*, 97, 3–8.
3. Gutsalenko, Yu.G. (2005). Persistence of the circle in the working processes of rational stable grinding. *Bulletin of the National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"*, 23, 50–63.
4. Yakimov, A.V., Novikov, F.V., Novikov, G.V., Yakimov, A.A. (1996). Diamond treatment: training. allowance [for students of higher educational institutions].
5. Novikov, F.V., Yakimov, A.V., Novikov, G.V., Yakimov, A.A., Larshin, V.P., Krivoshapka, Yu.N., Provolotsky, A.E., Yasev, A.G., Lapshin, S.P., Malykhin, V.V., Shelkova, A.N. (2004). Physics and mathematics theory of the processing of materials and technology of engineering. In ten volumes. Vol.8: Optimization of technological processes in mechanical engineering.
6. Yakimov, A.V., Novikov, F.V., Yakimov, A.A. (1993). High-performance processing of abrasive-diamond tools: training. allowance [for students of higher educational institutions].
7. Yakimov, A.V., Novikov, F.V., Novikov, G.V., Serov, B.S., Yakimov, A.A. (1999). Theoretical bases of cutting and grinding of materials.
8. Semko, M.F., Grabchenko, A.I., Rab, A.F., Uzunian, M.D., Pivovarov, M.S. (1978). Fundamentals of diamond grinding.

К ВОПРОСУ О СНИЖЕНИИ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ИЗНОСА ПРЕРЫВИСТЫХ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ ИЗ СВЕРХТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ

Якимов А.А., Уминский С.М., Бовнегра Л.В., Безнос С.В., Добровольский В.В.

Ключевые слова: относительный износ, рабочая поверхность круга, прерывистое шлифование, режущий выступ.

Резюме

В статье расчетным и экспериментальным путями выявлен экстремальный характер зависимостей удельного износа прерывистых кругов из сверхтвердых материалов от количества прорезей на рабочей поверхности инструмента и от величины отношения протяженности впадины к длине режущего выступа круга. Также расчетно-экспериментальным путем выявлены характеры влияния размеров и количества конструктивных элементов, из которых образована рабочая поверхность алмазных прерывистых кругов, а также жесткости резания на параметрическую устойчивость упругой системы плоскошлифовального станка.

TO THE QUESTION OF REDUCING THE RELATIVE WEARING OF THE INTERRUPTED GRINDING CIRCULARS FROM SUPERHARD MATERIALS

Jakimov A.A., Uminskij S.M., Bovnegra L.V., Beznos S.V., Dobrovol'skij V.V.

Key words: relative wear, working surface of the wheel, intermittent grinding, cutting protrusion.

Summary

In the article, using the calculated and experimental ways, identified The extreme nature of the dependences of the specific wear of discontinuous circles of superhard materials on the number of slots on the working surface of the tool and on the ratio of the extent of the cavity to the length of the cutting ridge of the circle. Also, using the computational and experimental ways the characters of the influence of the dimensions and number of structural elements from which the working surface of diamond discontinuous circles was formed, as well as the rigidity of cutting on the parametric stability of the elastic system of a surface grinding machine, were revealed.

УДК 664.7

СТРУКТУРА ВАЛЬЦЬОВИХ ПОДРІБНЮВАЧІВ

В.М. Петров, О.О. Жданов

Одеська державна академія будівництва та архітектури

Наведено аналіз конструктивних схем вальцьових подрібнювачів на предмет виявлення загальних закономірностей в еволюції конструкцій установчих механізмів. В якості основних механізмів розглянуті механізми привалу, механізм тонкої настройки і механізм пропуску стороннього тіла. Виділено важільні механізми трьох родів, що використовуються в якості важільних установчих механізмів вальцьових подрібнювачів. Розглянуто схеми установчих механізмів спільно з основними механізмами вальцьового верстата, що дало можливість групувати різні конструкції і провести їхній аналіз. Запропоновано класифікацію установчих механізмів на основі важільних механізмів. Структурний аналіз важливий при розгляді розрахунків пов'язаних з точністю установчих механізмів. З'явилася можливість порівняльного аналізу точності установчих механізмів різних виробників даного виду обладнання. Розглянуто останні конструкції вальцьових верстатів випущених різними фірмами. Це дало змогу на основі узагальнених схем провести аналіз конструкцій вальцьових подрібнювачів з точки зору точності установчих механізмів. Відзначено певні тенденції в конструюванні сучасних вальцьових верстатів різних фірм з Швейцарії, Німеччини, Японії.

Ключові слова: вальцьовий подрібнювач, вальцьовий верстат, інсталяційний механізм, валок.

Вступ. Однією з найбільш економічних подрібнюючих машин залишається вальцьовий верстат, тому він широко застосовується для подрібнення різних матеріалів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У промисловості працюють вальцьові верстати, що відносяться до одно і двопоточні машинам, хоча є зразки, особливо

лабораторні, які відносяться до багатопотокових. Традиційно, наприклад, в борошномельній промисловості найбільш широкого поширення набули двопоточні конструкції, що представляють об'єднання двох машин в одній станині. Якщо розглядати кількість стадій процесу подрібнення, то можливо виділити одностадійні, двостадійні і багатостадійні верстати. Поряд з широко поширеними одностадійними вальцьовими верстатами, починаючи з 90-х років минулого століття широке впровадження знову отримали двостадійні верстати. За компонованням два вальці можуть розташовуватися горизонтально, вертикально або діагонально. Найбільш прийнятна в даний час горизонтальна компоновка, що пов'язано з вимогами зняття вальцьової пари без її повного розбирання.

Мета досліджень. Метою дослідження є аналіз структури вальцьових верстатів для виконання розрахунків на точність установочного механізму.

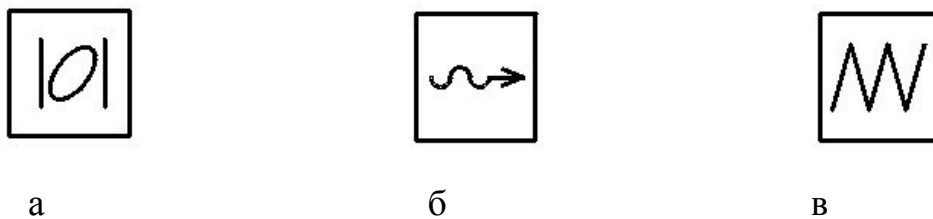


Рис. 1. Умовні позначення механізмів вальцьових верстатів.

Результати досліджень. Для виконання аналізу структури вальцьових подрібнювачів і відкидання другорядних механізмів і пристроїв позначимо механізм привалу як на рис.1а, механізм тонкої настройки як на рис.1б і механізм пропуску стороннього тіла як на рис.1в. Зазвичай один з вальців, через корпуси підшипників кріпиться на станині, а другий є рухомим, для зміни міжвальцевого зазору. Регулювання положення другого

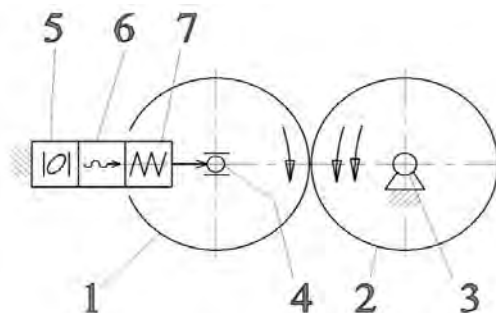


Рис. 2. Схема компоновання основних механізмів без важелів в вальцьових верстатах.

вальця можливо за допомогою безважільних або важільних установчих механізмів. У якості безважільних механізмів використовують гвинтові, гідравлічні і пневматичні механізми. Важелі першого, другого і третього роду широко використовуються в якості установчих механізмів. Знаючи тип важільного механізму, можливо легко скласти розрахункову схему вальцьового верстата і виконати розрахунки привалу-

відвалу, а також визначити чутливість механізму настройки на паралельність і механізму регулювання міжвальцевого зазору. Для автоматичного привалу-відвалу в основному застосовували ексцентриковий вал який об'єднував ліві і праві бічні механізми, забезпечуючи синхронне зведення або розведення вальців. Для управління ексцентриковим валом використовували гідравлічні або пневматичні пристрої. В останніх моделях вальцевих верстатів ексцентриковий вал не використовується, переміщення бічних механізмів здійснюється з двох сторін пневмо механізмами. Розглянемо компоновальні схеми установчих механізмів в вальцевих верстатах. В даний час інсталяційний механізм включає кілька механізмів: механізм регулювання робочого зазору між вальцями; механізм настройки на паралельність; автомат привалу-відвалу; механізм пропуску стороннього тіла. У більшості сучасних верстатів дана група механізмів виконується самостійної і дозволяє здійснювати їх монтаж і демонтаж, навіть без втрати інформації про налаштування. Найбільш поширена схема в якій один з вальців (зазвичай найшвидший) змонтований в нерухомих корпусах підшипників. Другий, повільнообертовий валець встановлений рухомим, для здійснення привалу-відвалу, настройки на паралельність вальців і налаштування на робочий зазор між вальцями. У якості інсталяційного механізму може бути реалізований безважільний механізм або важелі першого, другого або третього роду. Найбільш проста компоновка механізмів без важелів (якщо строго, то ексцентрик теж важіль), представлена на рис. 2. Повільнообертовий валець 1 встановлений в підшипниках 4, закріплених в напрямних станини. Швидкообертовий валець 2 встановлений в підшипниках 3, корпуси яких закріплені на станині. Для швидкого підведення повільнообертового вальця 1 в робочу зону використовується механізм привалу-відвалу 5. Для такого механізму, довгий час використовувався вал з двома однаковими ексцентриками. Такий механізм забезпечував підведення повільнообертового вальця 1 до швидкообертового вальця 2 за рахунок переміщення корпусів підшипників 4. У сучасних вальцевих верстатах дані функції виконують пневматичні механізми, що діють через важільні механізми і ексцентрики. Для точної настройки на необхідний міжвальцевий зазор застосовується механізм 6. Даний механізм виконує дві технологічні функції: забезпечує настройку на необхідний робочий зазор і усуває непаралельність вальців. В якості таких механізмів застосовуються гвинтові пристрої з лівою і правою різьбою, гвинтові пристрої з різьбою з різними кроками, ексцентрикові механізми і т. і. Для пропуску через міжвальцевий зазор стороннього тіла передбачений механізм 7. Даний механізм являє пружину стиснення (в основному кручення або тарілчасту), робоче зусилля якої з коефіцієнтом запасу перевищує зусилля, що виникають в процесі розмелювання. Одним з недоліків розглянутої схеми, є висока завантаженість робочими зусиллями пристроїв, призначених для точного регулювання, що призводить їх до швидкого зносу. Для усунення цього недоліку в механізмах установки вальців стали застосовувати важелі першого роду, що дозволило значно швидкого зносу. Для усунення цього недоліку в механізмах установки вальців стали застосовувати важелі першого роду, що дозволило значно знизити зусилля на робочих механізмах (рис. 3а).

На відміну від раніше розглянутої схеми, повільнообертовий валець 1 встановлений в підшипниках 4, закріплених на важелях 5 з лівого і правого боку станини. Самі важелі 5 змонтовані в опорах 6 станини. На протилежному кінці важеля 5 змонтовані механізми привалу і відвалу 10, механізм настройки на робочий зазор 9, а також механізм пропуску стороннього тіла 8. Така система компоновки механізмів вальцевого верстата, дозволяє усунути недоліки, виявлені в попередній схемі, проте механізм привалу і відвалу, а також механізм настройки на робочий зазор знаходяться дуже низько, що незручно при пуску верстата і його налаштування. Авторам відома тільки одна модель вальцевого верстата в якій механізм точного налаштування на робочий зазор перенесений на управління опорою 6 (рис.3б). Така схема через великі похибки більше не застосовувалася.

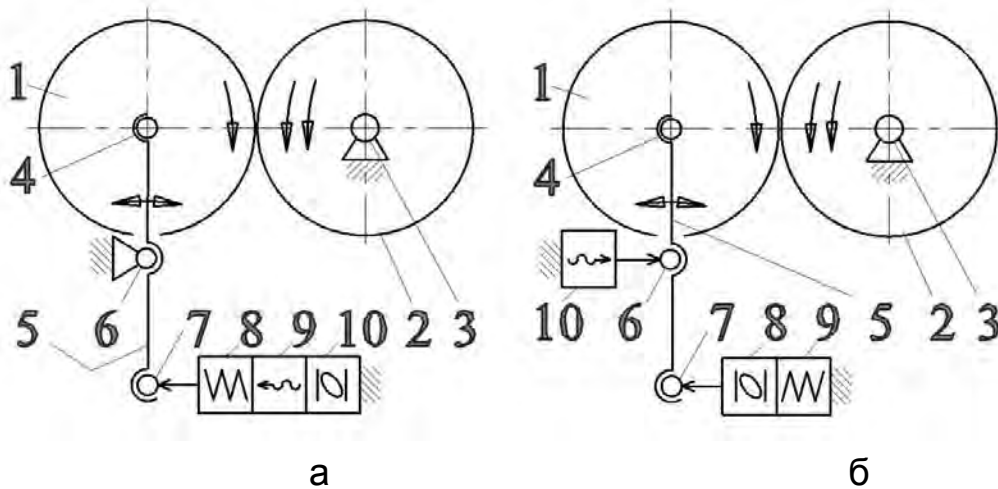


Рис. 3. Схеми компоновки механізмів в вальцевих верстатах з важелями першого роду.

Одними з найбільш широко поширених схем стали установчі пристрої з важелями другого роду (рис. 4а). Така схема має ряд переваг, по-перше, знижуються навантаження на механізми, механізми знаходяться в зручній зоні для обслуговуючого персоналу, поліпшуються вібраційні і шумові характеристики верстата. Розташовані приблизно в метрі від рівня підлоги механізм привалу-відвалу 7, механізм точного налаштування на робочий зазор 8 і механізм пропуску стороннього тіла 9 зручні для обслуговуючого персоналу. Широке поширення має модифікація розглянутої схеми з важелем другого роду, коли механізм привалу-відвалу управляє нижньою опорою важеля 5 (рис.4б). У деяких конструкціях вальцевих верстатів механізм привалу-відвалу знаходиться вгорі важеля другого роду, а механізм точного налаштування робочого зазору і пристрій пропуску стороннього тіла, також переносяться до нижньої опорі (рис.5а). Також є конструкції верстатів, в яких в нижній опорі монтувався механізм привалу-відвалу і механізм точного налаштування робочого зазору, а верхня точка установочного важеля забезпечувалася пристроєм пропуску стороннього тіла (рис.5б). Слід зазначити, що раніше застосовувалися і важелі третього роду (рис. 6а). Важелі при цьому виходять більш громіздкими, через необхідність зниження зусиль в

робочих механізмах. Механізм привалу-відвалу 8, механізм точного налаштування на робочий зазор 9 і механізм пропуску стороннього тіла 10 komponували враховуючи, як зусилля в важільній системі, так і зручність маніпулювання їх штурвалами. Крім цього, з огляду на, те що дві половини верстата працювали від одного приводу, механізми привалу-

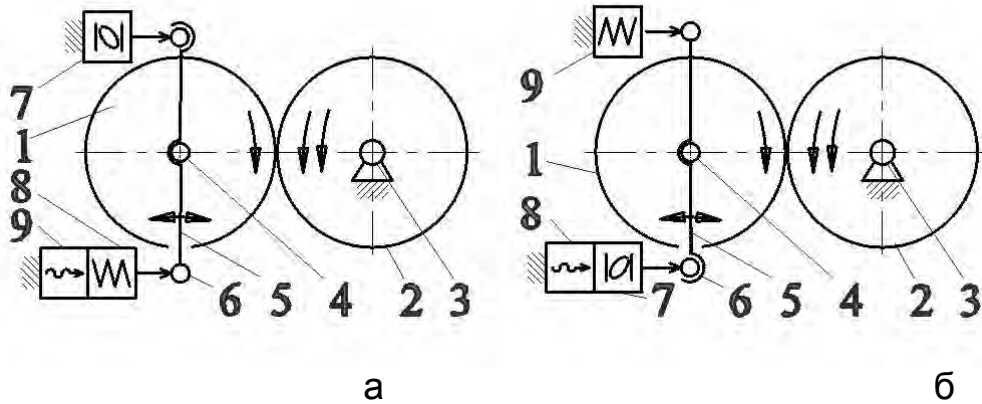


Рис. 5. Схеми компоновання механізмів в вальцевих верстатах з важелями другого роду. **Рис. 2.** Схема компоновання основних механізмів

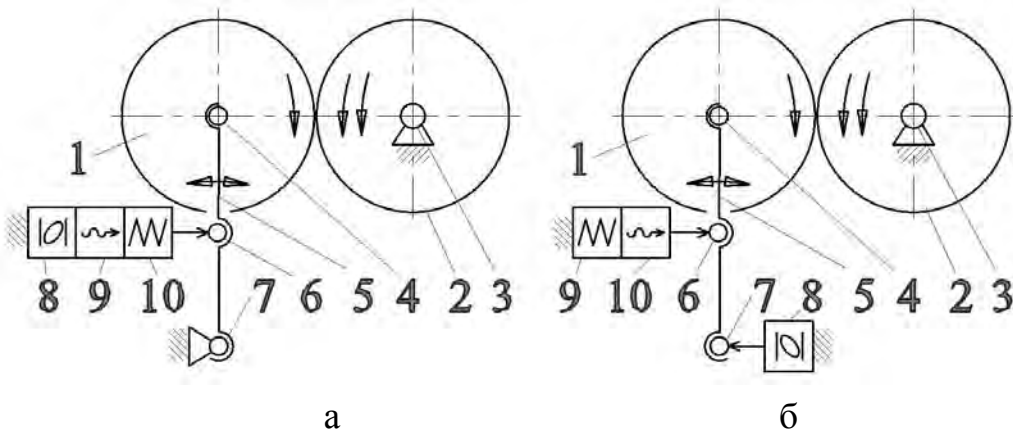


Рис. 6. Схеми компоновання механізмів в вальцевих верстатах з важелями третього роду.

відвалу двох половин верстата об'єднували. А компоновання вальцевих верстатів з важелями третього роду дозволяла легко поєднати ці два механізми 8 додаткової тягою. Застосовувалася і модифікована схема в якій механізм привалу-відвалу був перенесений на нижню опорну точку (рис.6б). У той же час шарнір 6 випробовує значні навантаження, що вимагає пружини розраховувати на це зусилля з запасом і не сприяє збільшенню терміну служби механізму настройки на робочий зазор 10. В даний час технологія отримання борошна зазнала суттєвих змін. Тому всі провідні фірми світу в випускають вальцеві верстати з двохстадійним подрібненням. Схеми установчих механізмів восьмивальцевих верстатів в основному повторюють схеми раніше розглянутих чотирьохвальцевих верстатів. Однак є й відмінності, в схемі

восьмивальцевого верстата що випускається німецькою фірмою MMW виключений пневмоциліндр верхньої пари і обидва механізми взаємопов'язані важільним механізмом, що дозволяє синхронно здійснювати привал-відвал двох пар однієї половини. У зв'язку з компонованням чотирьох вальців на одній половині вальцевого верстата пари вальців встановлюють горизонтально, об'єднуючи їх в блоки спільно з установчими механізмами повільнообертових вальців. У зв'язку з компонованням чотирьох вальців на одній половині вальцевого верстата пари вальців встановлюють горизонтально, об'єднуючи їх в блоки спільно з установчими механізмами повільнообертових вальців. Для збереження жорсткості верстата, станини виконані з горизонтальними вікнами для монтажу вальцевих пар. Це в свою чергу вимагає компактних установчих механізмів, особливо по висоті блоку. Крім цього змінилася технологія відновлення вальців, що дозволяє здійснювати шліфування і перенарезку вальців спільно в блоці, що накладає на цю конструкцію свої обмеження. Розглянемо інсталяційний механізм вальців використовується в деяких моделях вальцевих верстатів фірми Satake рис. 7а. Повільнообертовий валець 1 встановлений в підшипниках 3, змонтованих на важелях 5, а швидкообертовий валець 2 встановлений в підшипниках 4 інсталяційного блоку. Важелі 5 одним кінцем впираються на опори 6 установчого блоку, а другим кінцем з'єднані з тягами 12. На тязі 12 змонтовані упори 9, пружини 10, гайки 11 і 7, контргайки 8. З протилежного боку тяги 12 встановлені шарнірно на ексцентрики 13, розташовані на валиках 14 в опорах 15. Валики 14 через важелі 16 і шарніри 17 з'єднані зі штоками пневмоциліндрів 18. Корпуси пневмоциліндрів 18 через шарніри

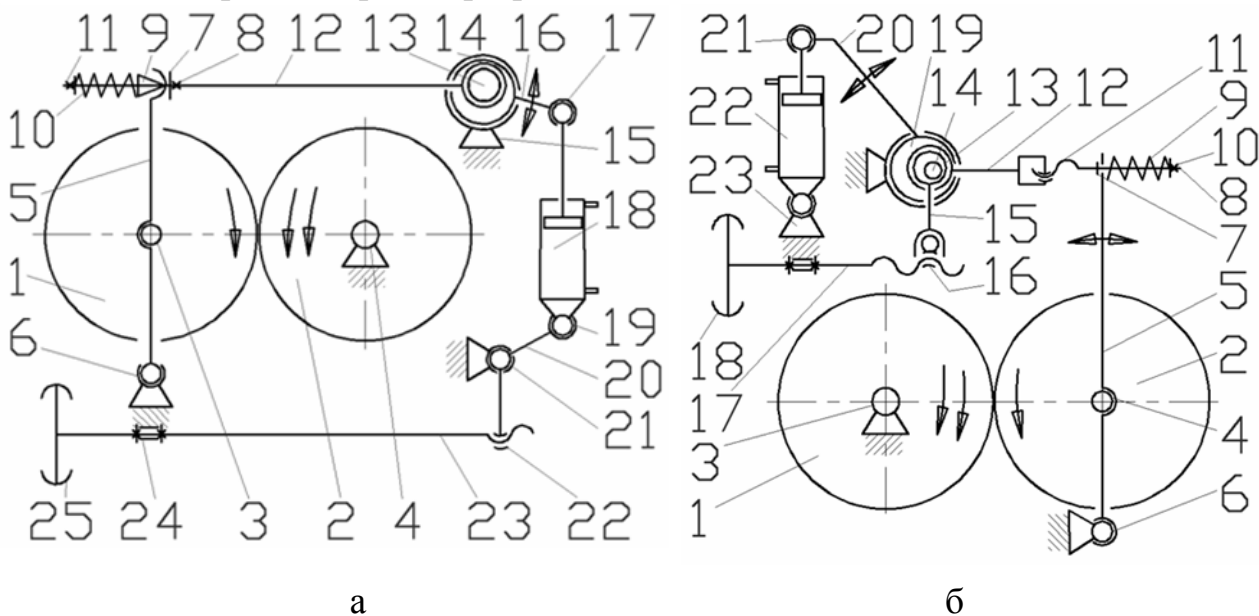


Рис. 7. Схеми установчих механізмів сучасних вальцевих верстатів.

19 з'єднані через двоплечий важіль 20 з гвинтовими механізмами 23, встановленими в підшипниках блоку 24. На важелях 20, встановлених в опорах 21 установчого блоку

розташовані шарнірні гайки 22, а гвинти 23 забезпечені штурвальчиками 25. Привал-відвал здійснюється за допомогою пневмоциліндрів 18, а точна настройка на робочий зазор здійснюється зміною положень корпусів пневмоциліндрів 18, за допомогою гвинтових пристроїв 23. Для пропуску сторонніх тіл в конструкції встановлені пружини 10. Слід зауважити, що в даній конструкції відсутній традиційний ексцентриковий інсталяційний вал, що вимагає обов'язкової настройки робочого зазору з двох кінців вальцьової пари. В даний час фірма Buhler випускає вальцьові верстати, з установочними механізмами, за схемою, представленої на рис.76. Швидкообертовий валець 1 встановлений в підшипниках 3 інсталяційного блоку, а повільнообертовий валець 2 встановлений в підшипниках 4, змонтованих на важелях 5. Важелі 5 одним кінцем впираються на опори 6 установчого блоку, а другим кінцем з'єднані з гвинтовими пристроями 11. На гвинтах 11 також змонтовані пружини 9 з гайками 10 і контргайками 8. Гвинти 11 з'єднані з тягами 12, встановленими на шипах 14 ексцентриків 13. Ексцентрики 13 встановлені на валах 19, які в свою чергу через важелі 20 з'єднані шарнірно з пневмоциліндрами 22, закріпленими в опорах 23 інсталяційного блоку. Для переміщення шипів 14, ексцентрики 13 через важелі 15 і шарніри 16 з'єднані з гвинтовими пристроями 17, забезпеченими штурвальчиками 18. За даною схемою привал-відвал здійснюється за допомогою пневмоциліндрів 22, що встановлюють в певне положення валики 19 з шарнірно встановленими на них ексцентриками 13. Точна настройка на робочий зазор здійснюється зміною положень ексцентриків 13, за допомогою гвинтових пристроїв 17. Початкове положення вальця 2 регулюється за допомогою гвинтових пристроїв 11. Для пропуску чужорідного тіла в конструкцію введені тарілчасті пружини 9. Зазвичай швидкообертовий валець приводиться в обертальний рух від електродвигуна через ремінну передачу, а між вальцями встановлюють косозубу міжвальцьову передачу. В даний час косозуба міжвальцьова передача поступово замінюється ремінною передачею. Багато фірм застосовують різні спеціальні ремені, що складаються, наприклад, з одного боку з зубчастого профілю, а з іншого з поликлинового профілю. Це забезпечує жорстке зчеплення на малих кутах обхвату шківів і гарне зчеплення з шківом, що має поликлиновий профіль. Крім цього в деяких моделях вальцьових верстатів використовують двосторонній поликлиновий ремінь або двосторонній зубчастий ремінь різних модифікацій.

Висновки. З огляду вальцьових верстатів, що випускаються провідними фірмами світу слідує, що вальці, що мелють об'єднані в установчі блоки, що дозволяє не розбирати їх під час ремонту, і не втрачати налаштування. В установчих механізмах застосовуються в основному важелі другого роду. В механізмі привалу-відвалу, використовують пневмоциліндри з обох сторін верстата, що вимагає настройки робочого зазору по обидва боки вальцьової пари.

ЛІТЕРАТУРА

1. Демидов А.Р. Мельничные вальцевые станки. М.: Заготиздат. 1948. – 239 с.
2. Технологическое оборудование предприятий для хранения и переработки зерна / Под ред. А. Я. Соколова / 5-е изд. перераб. и доп. -М.: Колос. 1984.

3. Оборудование для производства муки, крупы и комбикормов. Демский А.Б., Веденьев В.Ф. Справочник. – М.: ДеЛи принт, 2005. – 760 с.
4. Технологічне обладнання борошномельних і круп'яних підприємств: підручник/ О.І. Гапонюк, Л.С. Солдатенко, Л.Г. Гросул, В.Ф. Петько, В.М. Петров, І.І. Гапонюк; під редакцією О.І. Гапонюка і Л.С. Солдатенко – Херсон: Олді-плюс, 2018. – 752 с.

СТРУКТУРА ВАЛЬЦОВЫХ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ

Петров В.Н., Жданов А.А.

Ключевые слова: вальцовый измельчитель, вальцовый станок, установочный механизм, валец.

Резюме

Приведен анализ конструктивных схем вальцовых измельчителей на предмет выявления общих закономерностей в эволюции конструкций установочных механизмов. В качестве основных механизмов рассмотрены механизмы привала, механизм тонкой настройки и механизм пропуска инородного тела. Выделено рычажные механизмы трех родов, используемых в качестве рычажных установочных механизмов вальцовых дробилок. Рассмотрены схемы установочных механизмов совместно с основными механизмами вальцового станка, дало возможность группировать различные конструкции и провести их анализ. Предложена классификация установочных механизмов на основе рычажных механизмов. Структурный анализ важен при рассмотрении расчетов связанных с точностью установочных механизмов. Появилась возможность сравнительного анализа точности установочных механизмов различных производителей данного вида оборудования. Рассмотрены последние конструкции вальцовых станков, выпущенных различными фирмами. Это позволило на основе обобщенных схем провести анализ конструкций вальцовых дробилок с точки зрения точности установочных механизмов. Отмечено определенные тенденции в конструировании современных вальцовых станков различных фирм из Швейцарии, Германии, Японии.

STRUCTURE OF ROLLER MILLS

Petrov V.M., Zhdanov O.O.

Key words: roller shredder, roller mill, installation mechanism, roller.

Summary

An analysis of the design schemes of roller mills is given in order to identify common patterns in the evolution of the structures of the installation mechanisms. As the main mechanisms, the mechanisms of halt, the mechanism of fine tuning and the mechanism of passing a foreign body are considered. The lever mechanisms of three genera used as lever installation mechanisms of roller crushers are selected. Considered diagrams of installation mechanisms in conjunction with the main mechanisms of the roller machine, made it possible to group different designs and analyze them. A classification of installation mechanisms based on lever mechanisms is proposed. Structural analysis is important when considering calculations related to the accuracy of the installation mechanisms. The possibility of a comparative analysis of the accuracy of the installation mechanisms of various manufacturers of this type of equipment. The latest designs of roller machines produced by

various companies are considered. This made it possible, on the basis of generalized schemes, to analyze the structures of roller mills in terms of the accuracy of the installation mechanisms. Certain trends in the design of modern roller machines of various firms from Switzerland, Germany, and Japan have been noted.

УДК 629.144.2.004.5

**ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПО
ВИЗНАЧЕННЮ ВИРОБНИЧИХ УМОВ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР
ТЕХНОЛОГІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ**

Д. П. Домущі, О.Я. Пожар

Одеський державний аграрний університет

А. П. Ліпін

Одеська національна академія харчових технологій

Тривалість збирання зернових культур залежить від наявності й стану збиральної техніки, транспортних засобів, організації роботи технологічних комплексів, погодних і виробничих умов та інших факторів. Метою досліджень було одержання необхідної вихідної інформації по визначенню виробничих умов проведення збиральних робіт для удосконалення технічного сервісу комбайнів технологічних комплексів. Для реалізації поставлених завдань розроблена програма досліджень. Представлена методика і результати теоретичних і експериментальних досліджень по визначенню виробничих умов збирання зернових культур технологічними комплексами. Отриманні дані відстані доставки запасних частин для зернозбиральних комбайнів з різних рівнів резервування будуть використовуватися при визначенні тривалості їх доставки. Інші отримані дані за умовами проведення збиральних робіт будуть використані в математичній моделі експлуатаційного забезпечення працездатності зернозбиральних комбайнів технологічних комплексів. Одержані результати представлені в вигляді рекомендацій для сільськогосподарських підприємств Півдня України.

Ключові слова: зернозбиральний комбайн, технологічний комплекс, зернові культури, виробничі умови, площа збирання, відстань доставки, запасні частини.

Вступ. На сьогодні парк сільськогосподарських машин для збирання зернових культур сформовано у відповідності з загальними тенденціями, які склались у нас сьогодні у сільському господарстві України. Водночас вони в значній мірі враховують особливості ведення світового зернового господарства: збільшення урожайності зерна хлібних культур до 70-80 ц/га, розширення гами машин однієї фірми у відповідності із продуктивністю та в залежності від кліматично-природної зони використання, збільшення продуктивності зернозбиральних комбайнів, контролю технологічних режимів усіх систем комбайна. Для збирання всього вирощеного врожаю й зменшення втрат, збирання необхідно проводити в стислі агротехнічні строки. Досягти цього можна за допомогою раціональної організації збиральних робіт стосовно до природних і виробничих особливостей даної зони.

Проблема. Відповідно до загального плану роботи передбачалося проведення

експериментальних і статистичних досліджень із метою зниження втрат урожаю від простоїв збиральної техніки - комбайнів і підвищення ефективності технологічних комплексів (ТК). Для рішення поставлених завдань необхідно мати велику кількість інформації, що характеризує рівень розвитку й надійність збиральної техніки залежно від зміни її техніко-економічних і якісних показників. Деяка частина цієї інформації може бути отримана в результаті статистичної обробки результатів випробувань зернозбиральних комбайнів на машинно-іспитових станціях, даних науково-дослідних інститутів (НДІ) і окремих дослідників.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Характеристики виробничих умов і технологічних комплексів можуть бути визначені різними методами. Значна інформація, що характеризує параметри комплексів його систем і агрегатів, зібрана НДІ [1,2] і окремими авторами [5,6,7]. Цю інформацію можна використовувати для створення математичної моделі на етапі теоретичних досліджень. Однак, використання цих даних для конкретної зони ускладнено, тому що вони не враховують всі особливості умов експлуатації в цих регіонах, наприклад півдня України. У зв'язку із цим потрібне проведення самостійних експериментальних досліджень і одержання достовірних значень параметрів, що більш точно характеризують випадкові процеси в системах ТК. Велика кількість робіт по обґрунтуванню агротехнічних вимог до збирання зернових виконувалися різними науково-дослідними організаціями[1,2]. Методи обґрунтування агротехнічних вимог до збирання урожаю зернових досліджувались в роботах [3,4,5]. Проблеми організації технологічного та технічного обслуговування та ремонту техніки складних сільськогосподарських машин приділяється велика увага також в економічно розвинутих країнах[6]. Дослідження надійності та працездатності техніки збиральних машинно-транспортних комплексів при експлуатації розглядається в багатьох дослідженнях [7,8,9] та ін.. Із впровадженням у практику досліджень електронно-обчислювальних машин (ЕОМ) значно полегшене завдання визначення розрахункових значень необхідних параметрів. Метод статистичних випробувань дозволяє відтворення того або іншого процесу, що володіє властивостями, близькими до реального. Однак цей метод може бути застосований тільки тоді, коли відомі середні значення основних параметрів і фізична сутність процесів функціонування ТК у реальних умовах, що являє собою предмет самостійних досліджень. При аналізі наукових досліджень, розробок та методів оптимізації технологічних процесів збирання зернових культур, структури та складу збиральної техніки, виявлено, що існуючі наукові розробки присвячені в основному рішенням окремих задач без врахування взаємозв'язку системи технічного та технологічного обслуговування, процесу збирання зернових культур та природно-виробничих умов.

Мета досліджень. Метою теоретичних та експериментальних досліджень було одержання необхідної вихідної інформації виробничих умов проведення збиральних робіт: кількості комбайнів в ТК, площ полів і масивів під зернові культури, відстаней від працюючих комбайнів до складів з запасними частинами, для удосконалення технічного сервісу комбайнів ТК збирання зернових культур.

Методика і результати досліджень. Для реалізації поставлених завдань розроблена програма експериментальних і статистичних досліджень, що включає наступні етапи: статистичні дослідження умов роботи, тривалості, частоти й часу усунення відмов зернозбиральних комбайнів. При рішенні поставлених завдань як методи наукових досліджень використовувалися: 1) Аналіз передових виробничих показників; статистичні методи дослідження й обробки експериментальних даних. 2) Експериментальні дослідження роботи комбайнів ТК і ланок різного состава. 3) Математичне моделювання процесу удосконалення технічного сервісу комбайнів ТК на ЕОМ.

Для проведення експериментальних досліджень у виробничих умовах необхідно вибрати технологічний комплекс, у якого виробничо-технологічні показники близькі до показників даної зони. Об'єктами експериментальних досліджень були: зернозбиральні комбайни Дон-1500, Дон-1500Б, жнивarki ЖВН-6А-04, платформа-підбирач (Дон-1500). Експериментальні дослідження проводилися в господарствах Болградського, Арциського, Тарутинського, Ізмаїльського, Білгород-Дністровського, Ширяєвського районів Одеської області. Основні виробничі умови цих господарств відповідали середнім статичним показникам регіону. Були також використані дані Одеського науково-дослідного та проектного інституту землеустрою. Для визначення даних виробничих умов регіону проводилося експертне опитування головних фахівців господарств. Результати опитування оброблялися за представленою нижче методикою і визначалися основні статистичні показники, які представлені в таблицях 1 і 2: 1) Наявності зернозбиральних комбайнів у господарствах. 2) Кількості комбайнів, що працюють у ланці й комплексі. 3) Площа посіву зернових та площа поля під посів зернових, га. 4) Відстані доставки запасних частин для різних рівнів резервування, км.

Обробіток результатів експериментальних досліджень виконувалася в наступній послідовності: 1) за отриманими даними будувалися експериментальні гістограми; 2) визначалися параметри емпіричного розподілу; 3) висувалася гіпотеза про функцію досліджуваної величини, виходячи з виду експериментальної кривої й значень її параметрів; 4) проводилося вирівнювання експериментальної кривої по прийнятих теоретичних кривих; 5) емпіричні й теоретичні криві рівнялися по одному із критеріїв згоди.

Значення середнє арифметичних вибірок варіюють навколо середньої арифметичної сукупності – $\bar{x}$. Ця варіація може бути обмірювана своїм середньоквадратичним відхиленням σ_x . Якщо $x_1; x_2; x_3...; x_n$ – реалізація випадкової величини – x , то обсяг реалізації утворить послідовність, що називається вихідної.

Для побудови гістограм визначали розмах R , м; год. за формулою:

$$R = X_{\max} - X_{\min}, \quad (1)$$

де $X_{\max}$ – максимальне значення вимірювальної величини, м; год.; $X_{\min}$ – мінімальне значення вимірювальної величини, м; год..

Величина інтервалу ΔX вибиралася по можливості постійної для інтервалів, тому що в протилежному випадку при розрахунку середнього значення виникнуть труднощі.

Таблиця 1. Основні параметри розподілів умов проведення збиральних робіт

Умови проведення робіт у господарствах	Статистичні параметри розподілів					
	Середня арифметична, $\bar{X}$	Середнє квадратичне відхилення,	Дисперсія, σ^2	Коефіцієнт варіації, V	Асиметрія, a_3	Ексцес, a_4
Кількість комбайнів, од.	9,84	2,82	7,94	0,29	0,03	2,49
Кількість комбайнів в ТК, од.	9,31	2,59	6,68	0,28	1,14	4,15
Кількість комбайнів в збиральній ланці, од.	3,66	1,03	1,06	0,28	0,26	2,91
Площа посіву зернових, га	2184,50	1264,50	1598941,00	0,58	0,94	3,17
Площа поля під посів зернових, га	103,70	71,32	5086,60	0,69	1,03	3,94

Таблиця 2. Основні параметри розподілів відстані доставки запасних частин з рівнів резервування, км.

Рівні резервування	Статистичні параметри розподілів						
	Число спостерегань, од. N	Середня арифметична, $\bar{X}$	Середнє квадратичне відхилення,	Дисперсія, σ^2	Коефіцієнт варіації, V	Асиметрія, a_3	Ексцес, a_4
Склад ТК по зонах області:							
- північна	178	0,97	0,52	270,10	0,53	1,39	4,76
- центральна	176	1,19	0,56	308,17	0,47	0,61	3,44
- південна	162	1,42	0,57	328,04	0,40	0,52	3,39
Середнє по зонах	172	1,19	0,54	302,07	0,47	0,84	3,86
Склад бригади	102	3,91	2,92	8,54	0,75	2,06	9,98
Склад господарства	109	7,62	3,43	11,76	0,45	0,67	3,99
Склад районного рівня	102	22,69	11,78	138,67	0,52	1,15	5,53

Вибір інтервалу залежить від обсягу «n» вимірів, від розмаху й від мети статистичного дослідження. Рекомендується визначати кількість інтервалів по формулі:

$$K < 5 \ln \cdot n, \quad (2)$$

де K – кількість інтервалів, од.; n – кількість вимірів, од.

Кількість інтервалів можна визначити й по спрощеній формулі:

$$K = \sqrt{n} \quad (3)$$

Одержавши кількість інтервалів, маючи розмах визначалася величина інтервалу. Для цього використовувалося співвідношення:

$$\Delta X = \frac{R}{K} \quad (4)$$

У кожному інтервалі підраховували кількість випадків, що відбулися (наприклад, число відмов або відновлення працездатності ЗК, що ставляться до кожного інтервалу) і визначали статистичну щільність розподілу емпіричних даних (наприклад, часу безвідмовної роботи комбайна або часу відновлення його працездатності):

$$f(x_i) = \frac{m_i}{n}, \quad (5)$$

де m_i – число випадків, що потрапили в i-й інтервал.

Визначивши щільності ймовірності досліджуваних показників, у кожному інтервалі варіаційного ряду будували гістограми. Для цього на кожному інтервалі (на графіку по осі абсцис) розташовували стовпець, висота якого визначалася значенням щільності ймовірності показника в даному інтервалі. З'єднавши ламаною лінією середини вершин всіх стовпців, одержували статистичний розподіл щільності ймовірності досліджуваної величини, що дозволяє судити про характер мінливості досліджуваного показника. Основні характеристики випадкових величин визначалися по наступних формулах:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}; \quad (6)$$

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}, \quad (7)$$

де $\bar{X}$ – середня арифметична розподілу (математичне очікування), м; год.;

D – дисперсія; n – обсяг вибірки, од.. Середнє квадратичне відхилення результатів окремого спостереження σ і коефіцієнт варіації v визначали з виразу:

$$\sigma = \sqrt{D} \quad (8)$$

$$v = \frac{\sigma}{\bar{X}} \quad (9)$$

Асиметрія a_3 і ексцес a_4 визначалися з виразів:

$$a_3 = \frac{m_3}{\sigma^3} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{n \times \sigma^3}, \quad (10)$$

$$a_4 = \frac{m_4}{\sigma^4} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{n \times \sigma^4}, \quad (11)$$

де m_3 – показник асиметрії; m_4 – показник ексцесу.

Абсолютна S_x , відсотки і відносна S'_x , відсотки помилки вибіркової середньої:

$$S_x = \frac{\sigma}{n}; \quad (12)$$

$$S'_x = \frac{S_x}{\bar{x}} 100 \quad (13)$$

Апроксимація емпіричних залежностей проводилася по методу найменших квадратів. У результаті статистичної обробки цих даних будувалися розподіли: площ посіву зернових у господарствах регіону; площ полів під посів зернових по господарствах; кількості зернозбиральних комбайнів по господарствах, у збирально-транспортному комплексі й збиральній ланці; відстаней доставки запасних частин з різних рівнів резервування. На основі наявних даних побудовані гістограми цих розподілів. Основні параметри отриманих експериментальних кривих наведені в таблицях 1 і 2. Аналіз даних таблиці 1 і експериментальних кривих свідчить, що середня кількість комбайнів по господарствах та ТК, приблизно, перебуває на одному рівні – 9,84 й 9,31 од. при середнє квадратичному відхиленні – 2,82 й 2,59 од., відповідно. Площа під сівбу зернових по господарствам коливається в межах від 900 до 3400 га, при цьому площа поля під зернові складає 103,7 га при середнє квадратичному відхиленні 71,32 га. Аналіз даних таблиці 2 і експериментальних кривих свідчить, що середня відстань доставки запасних частин зі складу ТК дорівнює 1,19 км, зі складу бригади, господарства 3,91 і 7,62 км відповідно, а зі складу районного рівня – 22,69 км.

Висновки. При проведенні збиральних робіт у господарствах регіону створюється по одному збирально-транспортному комплексу з кількістю комбайнів від 7 до 12 одиниць. Отримані дані відстані(км) доставки запасних частин для зернозбиральних комбайнів з різних рівнів резервування будуть використовуватися при визначенні тривалості доставки запасних частин з різних рівнів їхнього резервування. Інші отримані дані за умовами проведення збиральних робіт будуть використані в математичній моделі експлуатаційного забезпечення працездатності зернозбиральних комбайнів технологічних комплексів. При цьому простої зернозбиральних комбайнів зменшуються на 15–20%, скорочення терміну збирання зернових культур на 10–12%.

ЛІТЕРАТУРА

- 1.Машини для збирання зернових та технічних культур/ За ред.. В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника. - Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілова. – 2009. – 296 с.
- 2.Нормативи витрат живої та уречевленої праці на виробництво зернових

- культур/В.В. Вітвіцький, П.М. Музика, М.Ф. Кисляченко, І.В. Лобастов. – К.: НДІ «Укргропромпродуктивність», 2010. – 352 с.
- 3.Домуші Д.П., Пожар О.Я., Остапенко А.В. Модель оптимізації термінів збирання зернових культур технологічними комплексами // *Аграрний вісник Причорномор'я: Зб. наук. пр. Одеського ДАУ/ Технічні науки. Одеса: ОДАУ, 2017- №85 . – С.112-116.*
- 4.Думенко К.Н. Анализ перспектив развития высоконадежной зерноуборочной техники в Украине / К.Н. Думенко // *Энергосберегающие технологии и технические средства для их обеспечения в сельскохозяйственном производстве: Междунар. науч. –практ. конф. молодых ученых, 25–26 авг. 2010 г.: материалы.- Минск:2010.- С.69–76.*
- 5.Домуші Д.П., Пожар О.Я., Остапенко А.В. Дослідження роботоздатності техніки збирально-транспортних комплексів та обґрунтування їх складу // *Аграрний вісник Причорномор'я: Зб. наук. пр. Одеського ДАУ/ Технічні науки. – Одеса: ОДАУ, 2017- №85 . – С.47–51.*
- 6.Домуши Д. А., Енакиев Ю.И., Михов М.М. Эксплуатационное обеспечение надежности комбайнов при уборке зерновых. // *IV Scientific Congress Agricultural Machinery, Varna, Bulgaria, 22–25.06.2016, ISSN: 1310-3946/ Научни известия: Scientific technical union of mechanical engineering, year XXIV, issue 17(203), June 2016. – P.87–91.*
- 7.Метод обґрунтування параметрів збирально-транспортних комплексів/Сидорчук О.В., Днесь В.І., Скібчик та ін.. *Механізація та електрифікація сільського господарства: ННЦ «ІМЕСГ»: загальнодерж. наук зб.. Глеваха, 2015.Вип.№1 (100). с.224–234.*
- 8.Означення задач узгодження інтегрованих програм збирання ранніх зернових культур//[Сидорчук О.В.,...,Скібчик В.І.].*Східно-європейській журнал передових технологій.2012.№1/10(61).С.38-41..WorldCad: https://www.worldcad.org/oclc/839142619&referer=brief_results.*
- 9.Думенко К.М. Вплив ефективності сфери технічного обслуговування на встановлення функцій готовності та відновлення зернозбиральної техніки/ К.М. Думенко, А.І. Бойко // *Техніка і технології АПК. – Вип.1(16). – 2011. – С. 11–14.*

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЙ СБОРА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ

Домуши Д.А., Пожар О.Я., Липин А.П.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, технологический комплекс, зерновые культуры, производственные условия, площадь уборки, расстояния, доставки, запасные части.

Резюме

Продолжительность уборки зерновых культур зависит от наличия и состояния уборочной техники, транспортных средств, организации работы технологических комплексов, погодных и производственных условий и других факторов. Целью исследований было получение необходимой исходной информации по определению производственных условий проведения уборочных работ для совершенствования

технического сервиса комбайнов технологических комплексов. Для реализации поставленных задач разработана программа исследований. Представлена методика и результаты теоретических и экспериментальных исследований по определению производственных условий уборки зерновых культур технологическими комплексами. Данные расстояний доставки запасных частей для зерноуборочных комбайнов из разных уровней резервирования будут использоваться при определении продолжительности их доставки. Другие полученные данные по условиям проведения уборочных работ будут использованы в математической модели эксплуатационного обеспечения работоспособности зерноуборочных комбайнов технологических комплексов. Полученные результаты представлены в виде рекомендаций для сельскохозяйственных предприятий Юга Украины.

THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDIES ON DETERMINING PRODUCTION CONDITIONS FOR COLLECTION OF GRAIN CULTURE BY TECHNOLOGICAL COMPLEXES

Domushchi D.A., Pogar O.Y., Lipin A.P.

Key words: combine harvester, technological complex, grain crops, production conditions, harvesting area, delivery distances, and spare parts.

Summary

The duration of the harvesting of grain crops depends on the availability and condition of harvesting equipment, vehicles, the organization of work of technological complexes, weather and production conditions and other factors. The purpose of the research was to obtain the necessary background information on the definition of the production conditions for harvesting to improve the technical service of combines technological complexes. To implement the tasks, a research program has been developed. The technique and results of theoretical and experimental studies to determine the production conditions of harvesting crops with technological complexes are presented. Distances delivery data for spare parts for combine harvesters from different reservation levels will be used in determining the duration of their delivery. Other obtained data on the conditions of harvesting will be used in the mathematical model of operational support of the efficiency of combine harvesters of technological complexes. The results are presented in the form of recommendations for agricultural enterprises of the South of Ukraine.