



**МАТЕРІАЛИ  
27-Ї СТУДЕНТСЬКОЇ НАУКОВО-ТЕОРЕТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ**

**«УЧАСТЬ МОЛОДІ У РОЗБУДОВІ АГРОПРОМИСЛОВОГО  
КОМПЛЕКСУ КРАЇНИ»**

**25-27 березня 2015 р.**

Зареєстровано в УкрІНТЕІ,  
посвідчення №689  
від 25.11.2014р.

**Миколаїв - 2015**

УДК 62-1:621:006.4  
ББК 34.4+30ц+34.5  
689

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради інженерно-енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету. Протокол № 4 від 30 ” квітня ” 2015 р.

Редакційна колегія:

Головний редактор: Д.В. Бабенко, к.т.н., професор

Заступники головного редактора:

В.І. Гавриш, д.е.н., професор  
Г.О. Іванов, к.т.н., доцент  
О.В. Бондаренко, к.т.н., доцент  
Л.В. Вахоніна, к.ф.-м.н., доцент  
К.М. Горбунова, к.пед.н., доцент  
О.О. Плахтир, к.т.н., доцент

Відповідальний секретар: Д.Д.Марченко, к.т.н., асистент.

## **МАТЕРІАЛИ**

27-ї студентської науково-теоретичної конференції  
«Участь молоді у розбудові агропромислового  
комплексу країни»  
25 - 27 березня 2015 р

689

/ Міністерство освіти і науки України;  
Миколаївський національний аграрний університет. –  
Миколаїв: МНАУ, 2015. – 189 с.

© Миколаївський національний  
аграрний університет, 2015

## ВИДИ ПОХИБОК І ПРИЧИНИ ЇХ ВИНИКНЕННЯ

*Ластовецький Р.Є. студент групи МЗ/2  
Науковий керівник – к.т.н., доцент Іванов Г.О.  
Миколаївський національний аграрний університет*

*В статті описано принцип розкидання значень результатів при повторенні у незмінних умовах процедури виготовлення (відновлення) або вимірювання деталей.*

*В статтє описано принцип разбрасывания значений результатов при повторении в неизменных условиях процедуры изготовления (восстановления) или измерения деталей.*

В інженерній практиці часто виникає необхідність проаналізувати точність технологічного процесу. Цілі такого аналізу: визначити, чи відповідає точність обраного процесу заданій точності виробу; оцінити, чи може обладнання забезпечити задану точність; встановити технологічні допуски, тобто досягну точність виготовлення. Точність геометричних параметрів деталі залежить від точності її обробки під час виготовлення чи ремонту.

Спостереження за виготовленням (відновленням) деталей на верстаті з одним налаштуванням при незмінних основних умовах і повторні вимірювання однієї і тієї ж самої деталі одним і тим же вимірювальним приладом виявляють наявність розсіювання розмірів виготовлених (відновлених) деталей і результатів вимірювання, а тим самим і розсіювання похибок виготовлення (відновлення) і вимірювання.

Розсіювання похибок представляє собою розкидання значень результатів при повторенні у незмінних умовах процедури виготовлення (відновлення) або вимірювання деталей.

Похибки обробки і вимірювання мають в основному однаковий характер і підлягають одним і тим же закономірностям.

При вимірюванні необхідно враховувати вплив спрацювання вимірювальних поверхонь приладів, а при обробці – вплив спрацювання ріжучого інструменту.

Крім того, треба враховувати і температурні похибки. При вимірюванні доводиться стикатися з похибками за рахунок вимірювального зусилля. При обробці похибки виникають в результаті дії сил різання, які необхідно стабілізувати.

Розрізняють номінальну поверхню, визначену креслеником, і дійсну поверхню, яку одержали після обробки і виміряли з допустимою точністю.

Точність обробки – це ступінь відповідності дійсних геометричних параметрів тим параметрам, які визначені креслеником. Ступінь невідповідності або відхил дійсних параметрів від заданих називають похибкою обробки.

Взаємозамінність виробів забезпечується точністю їх параметрів і

розмірів. У процесі виготовлення деталей неминуче виникають похибки ( $\Delta x$ ), значення яких обчислюють за формулою:

$$\Delta x = x_i - x. \quad (1)$$

де  $x_i$  – дійсні значення параметра;  $x$  – задане значення параметра.

Похибки можуть бути систематичними і випадковими.

Систематичними називають похибки, які мають постійні величину і знак або змінюються за певною закономірністю. Прикладами систематичних похибок можуть бути: спрацювання ріжучого інструменту; радіальне биття; не збігання нульового штриха основної шкали штангенінструмента з нульовим штрихом шкали ноніуса та ін.

Основними причинами систематичних похибок є: у верстатах – не збігання центрів передньої і задньої бабок, радіальне биття шпинделя, відхил від прямолінійності напрямних верстата та ін.; в ріжучих інструментах – неточність розміру різця, протяжок, неправильність їх форми, спрацювання інструмента під час роботи; у пристроях – неточність відстаней між осями напрямних втулок кондуктора. Причини систематичних похибок можна виявити й усунути.

Систематичні похибки розділяються на постійні і змінні (функціональні). Визначення систематичних похибок як постійних за величиною і знаком або тих, що змінюються за певним законом дуже умовне. Величина і закон зміни систематичних похибок коливаються внаслідок спрацювання окремих елементів вимірювальних і технологічних систем. Можна наперед оцінити не тільки знак або характер зміни систематичної похибки, але і її величину, хоч і не завжди достатньо точно. Тому систематичні похибки легко піддаються обліку (компенсації).

Систематичні похибки повторюються при переході від одного досліду до іншого. Можливість повторення цих похибок дозволяє розглядати систематичні похибки як закономірні. Разом з тим, абсолютне повторення систематичних похибок є практично неможливим.

Теоретично систематичні похибки слід розглядати як границі, до яких прагнуть математичні очікування випадкових похибок при збільшенні кількості експериментів.

Практично систематичними похибками можна умовно називати похибки, значення яких можна достатньо точно визначити при відносно постійних умовах проведення експериментів або при достатньо великій кількості спостережень.

Випадковими називають непостійні за абсолютним значенням і знаком похибки, що виникають під час виготовлення (відновлення) або вимірювання. Вони залежать від багатьох причин: нестабільності хімічних, фізичних і механічних властивостей матеріалів; сили різання; вимірювальної сили; різної точності встановлення деталей на вимірювальну позицію. При цьому жодна з названих причин не домінує.

Характерною їх ознакою є варіація значень, що приймаються у повторних дослідах. Ці похибки проявляються у розсіянні розмірів деталей.

Наявність випадкових похибок вимірювання виявляється в тому, що при повторному вимірюванні з однаковою ретельністю однієї і тієї ж величини отримуються різні числові результати.

Повністю усунути випадкові похибки неможливо, але їх можна зменшити, наприклад, в результаті більш рівномірного припуску на обробку, більш рівномірної твердості і структури матеріалу заготовок, стабілізації сил затискання деталі у пристосуванні, вимірювального зусилля.

Значення кожної з випадкових похибок неможливо наперед визначити. За допомогою методів теорії ймовірностей і математичної статистики можна приблизно оцінити тільки межі зміни і значення сумарної випадкової похибки.

### ***Література***

1. Взаємозамінність та технічні виміри: навч. посіб. для вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, Д. В. Бабенко, С. І. Пастушенко, О. В. Гольдшмідт. – К.: Видавництво “Аграрна освіта”, 2006. – 335 с.

2. Практикум з дисципліни “Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. освіти / [Г. О. Іванов, В. С. Шибанін, Д. В. Бабенко та ін.; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шибаніна.]. – К.: Видавництво „Аграрна освіта”, 2008. – 648 с.

3. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання : підр. для вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, В. С. Шибанін, Д. В. Бабенко, С. І. Пастушенко; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шибаніна – К.: Видавництво „Аграрна освіта”, 2010. – 503 с.

## **TYPES OF ERRORS AND THEIR CAUSES**

***Lastovets'kyy R.E. Ivanov H.O.***

*The paper described the principle of spreading the values of the results by repeating the procedure in constant conditions of production (recovery) or measurement details.*

**УДК 519.211**

### **ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТЕЙ ПРИ АНАЛІЗІ ПОХИБОК**

***Алеєв В.О. студент групи МЗ/2***

***Науковий керівник – к.т.н., доцент Іванов Г.О., к.е.н., доцент Полянський П.М.***

***Миколаївський національний аграрний університет***

*Наявність похибок обробки або вимірювань призводить до розсіювання розмірів у партії деталей. Основними статистичними параметрами розсіювання розмірів є: середній арифметичний розмір, діапазон розсіювання, середній квадратичний відхил.*

*Наличие ошибок обработки или измерений приводит к рассеиванию размеров в партии деталей. Основными статистическими параметрами рассеяния размеров являются: средняя арифметическая величина, диапазон рассеивания, среднее квадратическое отклонение.*

Теорія ймовірностей – це математична наука, яка вивчає закономірності у випадкових явищах. Ця теорія виникла в середині XVII століття завдяки дослідженням Паскаля, Гюйгенса. Важливий крок у розвитку теорії ймовірностей становлять праці Бернуллі і математика Муавра, який вперше розглянув найпростіший випадок нормального закону. Великий внесок у становлення теорії зроблено працями Лапласа, Гауса, Пуассона.

На початку XIX ст. в Росії було створено знамениту Петербурзьку математичну школу, праці якої поставили теорію ймовірностей на міцну логічну і математичну основу. Російський математик П. Л. Чебишев увів у теорію ймовірностей поняття випадкової величини, а його учні О. М. Ляпунов і О. А. Марков продовжили його вчення.

Серед видатних вчених, що відіграли вирішальну роль у розвитку сучасної теорії ймовірностей, слід відмітити С. Н. Бернштейна, А. Я. Хинчина, А. Н. Колмогорова, В. Н. Романовського, Б. В. Гнеденко та ін.

Одне із основних понять теорії ймовірностей – подія. Подією називається будь-який факт, який може відбутися внаслідок випробування. Приклад подій: виготовлення вала діаметром 20 мм, обрив шатуна в двигуні, який працює.

Для кількісної оцінки подій за ступенем їх можливості вводиться поняття – ймовірність події. Ймовірністю (P) події (A) називається відношення числа випадків (m), які сприяють події, до загального числа випадків (N):

$$P(A) = m/N. \quad (1)$$

Наприклад, у партії деталей із 100 штук виявилось бракованими 10 деталей. Отже, ймовірність наявності бракованих деталей дорівнюватиме 0,10.

За наближене значення ймовірності P(A) події при достатньо великому числі дослідів можна приймати частоту, тобто  $P(A) = \omega$ . Частота  $\omega$  принципово відрізняється від ймовірності P(A) тим, що є випадковою величиною, яка у різних серіях однотипних випробувань може приймати, залежно від випадкових факторів, різні значення, тоді як ймовірність представляє постійне для даної події число, що визначає у середньому частоту його появи у випробуваннях.

Події бувають: вірогідними, неможливими, несумісними, незалежними і залежними.

Вірогідною називається подія, яка завжди відбувається під час досліду (випробування). Наприклад, якщо потрібно відібрати одну придатну деталь із числа придатних деталей, то ймовірність вірогідної події дорівнює одиниці.

Якщо в усіх дослідах розглядувана подія ніколи не відбувається, то вона називається неможливою. Наприклад, поява придатної деталі з числа бракованих деталей. Ймовірність неможливої події дорівнює нулю.

Події називаються несумісними, якщо в розглянутому досліді вони не можуть відбуватися разом. Наприклад, взята із партії деталь не може бути одночасно придатною і непридатною.

Події називаються залежними між собою, якщо ймовірність появи одної з них залежить від появи або не появи іншої події. Наприклад, є 10 деталей, з них 7 придатних і 3 бракованих. Під час першого досліді беруть одну деталь і не повертають її в партію. Отже, ймовірність вибору придатної деталі у другому досліді залежатиме від того, яку деталь взяли у першому досліді. Якщо спочатку взято придатну деталь, то  $P = 7/10$ , а якщо – браковану то  $P = 8/10$ .

Події називаються незалежними, якщо ймовірність появи одної з них не залежить від появи чи не появи іншої події.

Одним із основних понять теорії ймовірностей є випадкова величина, тобто така величина, яка у досліді може набирати будь-якого значення. Наприклад, відхил розміру оброблюваної деталі. Якщо випадкова величина може набирати наперед відомі значення, то вона називається перервною або дискретною випадковою величиною. Наприклад, результати вимірювання деталі інструментом з певною точністю відліку. Величини, які можуть набирати в певних границях будь-які значення, називаються неперервними, випадковими. Наприклад, значення зазорів у з'єднанні в межах призначеного допуску.

Наявність похибок обробки або вимірювань призводить до розсіяння розмірів у партії деталей. Основними статистичними параметрами розсіювання розмірів є: середній арифметичний розмір, діапазон розсіювання, середній квадратичний відхил.

Середнім арифметичним значенням  $\bar{X}$  називається частотне відношення суми випадкових величин до їх числа:

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^N X_i \cdot n_i / N. \quad (2)$$

де  $X_i$  – значення окремих випадкових величин;  $n_i$  – число випадкової величини;  $N$  – загальне число випадкових величин.

Враховуючи наявність розмірів, що збігаються, кількість яких визначається частотою  $n_{xi}$ , можна записати:

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^k \frac{X_i \cdot n_{xi}}{N} \quad (3)$$

Тут  $n_{xi}$  – частота появи розміру  $X_i$ ;  $k$  – кількість груп розмірів, що збігаються.

Для величин, що безперервно змінюються, середнє арифметичне замінюють математичним очікуванням:

$$M(x) = \int_{x_1}^{x_2} x y dx \quad (4)$$

де  $X$  — поточне значення розміру в інтервалі від  $x_1$  до  $x_2$ ;  
 $u dx$  — ймовірність появи розміру  $X$  в інтервалі  $dx$ .

Біля середнього арифметичного розміру групуються всі розміри. Тому він визначає положення центру групування розмірів. Чим грубіший процес виготовлення деталей (розмірів), тим менша точність вимірювального засобу, тим більше можуть відхилитися дійсні розміри від середнього арифметичного розміру  $\bar{x}$ , навпаки, чим точніший процес виготовлення деталі і вища точність вимірювання, тим менші будуть відхилення дійсних розмірів від середнього арифметичного розміру.

Діапазон розсіювання розмірів  $R$  - різниця між найбільшим і найменшим розмірами деталей у партії:

$$R = x_{\text{нб}} - x_{\text{нм}} \quad (3.6)$$

де  $x_{\text{нб}}, x_{\text{нм}}$  — найбільший і найменший розміри деталей у партії, мм.

У багатьох практичних задачах крім середнього арифметичного розміру і діапазону розсіювання розмірів, необхідно знати і характер розподілу в середині діапазону розсіювання. Приблизно про характер розсіювання розмірів можна безпосередньо зробити висновок за їх частотами. Проте більш наочне і точне уявлення про характер розсіювання дають криві розсіювання. Практикою встановлено, що криві розсіювання мають цілком визначений характер. Залежно від способу побудови розрізняють такі криві розсіювання: гістограму, практичну криву або полігон і теоретичну криву або просто криву розсіювання. Ці криві показано на рис. 1.

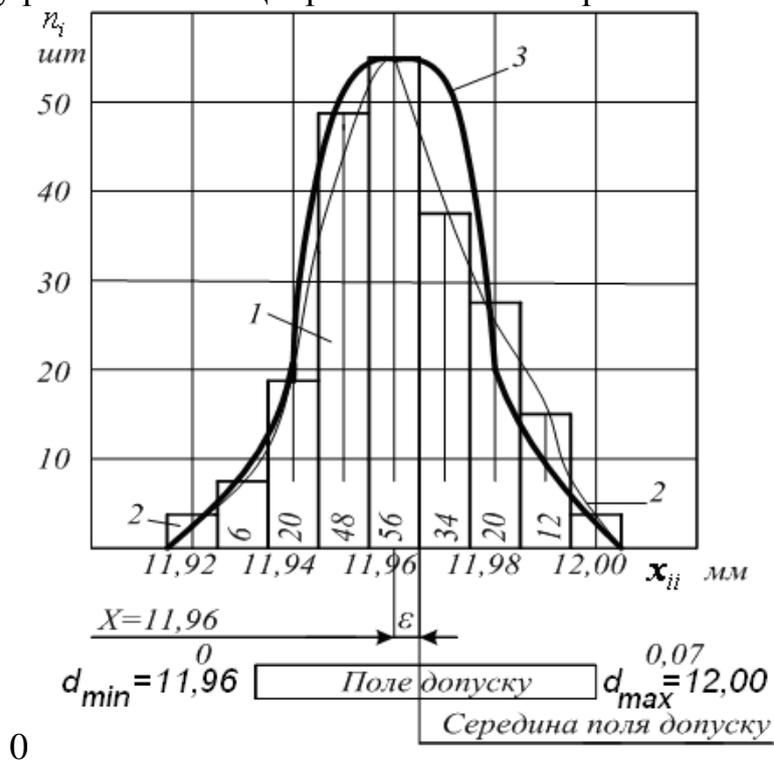


Рис. 1. Гістограма, полігон і емпірична крива розсіювання розмірів:  
 1-гістограма; 2-полігон (практична крива); 3-теоретична крива розсіювання

За горизонтальною віссю можна відкласти розміри  $X_i$  або відхили розмірів  $\Delta x_i$  від середнього арифметичного розміру. Обидва ці випадки показані на рис. 1. За вертикальною віссю відкладають відрізки, що пропорційні числу валиків, розміри яких потрапляють в один і той же інтервал (гістограма), величина якого визначається ціною поділки шкали вимірювального приладу.

Якщо середину верхніх частин прямокутників з'єднати прямими лініями, то одержимо ломану лінію, яка є емпіричною кривою розсіювання або полігоном розсіювання. Гістограма і полігон дають наочне уявлення про характер розсіювання випадкової величини (розміру).

При  $n \rightarrow \infty$  полігон перетворюється у криву щільності розсіювання ймовірностей, яка описується одним із теоретичних законів розсіювання.

Гістограма і полігон розсіювання характеризують дискретні величини, а криві розсіювання – безперервні. Дискретною називається величина, яка може приймати лише повне значення в деякому інтервалі.

Наприклад, відмітки попадання в мішень, відлік за допомогою шкали ноніуса. Безперервною називається величина, що може приймати будь-яке значення всередині інтервалу.

## Література

### Література

1. Взаємозамінність та технічні виміри: навч. посіб. для вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, Д. В. Бабенко, С. І. Пастушенко, О. В. Гольдшмідт. – К.: Видавництво “Аграрна освіта”, 2006. – 335 с.

2. Практикум з дисципліни “Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. освіти / [Г. О. Іванов, В. С. Шебанін, Д. В. Бабенко та ін.; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шебаніна.]. – К.: Видавництво „Аграрна освіта”, 2008. – 648 с.

3. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання : підр. для вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, В. С. Шебанін, Д. В. Бабенко, С. І. Пастушенко; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шебаніна – К.: Видавництво „Аграрна освіта”, 2010. – 503 с.

## APPLICATION OF PROBABILITY THEORY TO THE ANALYSIS OF ERRORS

*Malyeyev V.O. Ivanov H.O., Polyans'kyu P.M.*

Errors or processing of measurements leads to dispersion of the size of the party details. The main statistical parameters of the scattering sizes are: arithmetic mean, the range of dispersion, standard deviation.

## ХАРАКТЕРИСТИКИ РОЗСІЮВАННЯ ВЕЛИЧИН

*Царенко С.С. студент групи МЗ/З  
Науковий керівник – к.т.н., доцент Іванов Г.О.  
Миколаївський національний аграрний університет*

*Значення закону розсіювання випадкової величини дозволяє вирішувати практичні завдання, пов'язані з аналізом точності обробки і вимірювання деталей.*

*Значение закона рассеивания случайной величины позволяет решать практические задачи, связанные с анализом точности обработки и измерения деталей..*

Прикладом безперервної величини можуть бути дійсні розміри виготовлення за умови їх необмеженого точного вимірювання. За вимірювання деталей приладом обмеженої точності їх дійсні розміри необхідно розглядати як дискретні величини. У зв'язку з цим розрізняють різні відповідні один одному терміни, що встановлені для дискретних і безперервних величин. Наприклад, число деталей, розміри яких потрапляють в один і той же інтервал, у випадку дискретних величин називається частотою і позначається  $n_{xi}$  або відносною частотою  $n_{xi}/N$ , а у випадку безперервних величин – ймовірністю  $udx$ . При цьому ордината у називається щільністю ймовірності випадкової величини.

Зв'язок між ймовірністю і частотою встановлюється законом великих чисел, який сформувався Яковом Бернуллі в такій теоремі: з ймовірністю, близькою до достовірності, можна стверджувати, що за досить великої кількості дослідів частота події, що спостерігається, мало чим відрізняється від його ймовірності.

Виходячи із цього, при практичних розрахунках використовують теоретичні криві розсіювання, які одержують апроксимацію гістограм або емпіричних кривих розсіювання.

Для апроксимації існує ряд теоретичних законів розсіювання.

Дуже поширений закон нормального розподілу (закон Гаусса), що характеризується рівнянням:

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

де  $y$  – щільність розсіювання ймовірностей;  $a$  і  $\sigma$  – параметри розсіювання;  $x$  – аргумент функції щільності ймовірності, тобто випадкова величина,  $-\infty < x < +\infty$ .

Закон нормального розподілу найчастіше проявляється при обробці деталей на верстатах-автоматах, при вимірюванні універсальними засобами вимірювання: штангенінструментами, мікрометричними інструментами, індикаторними приладами, тощо (рис. 1, а).

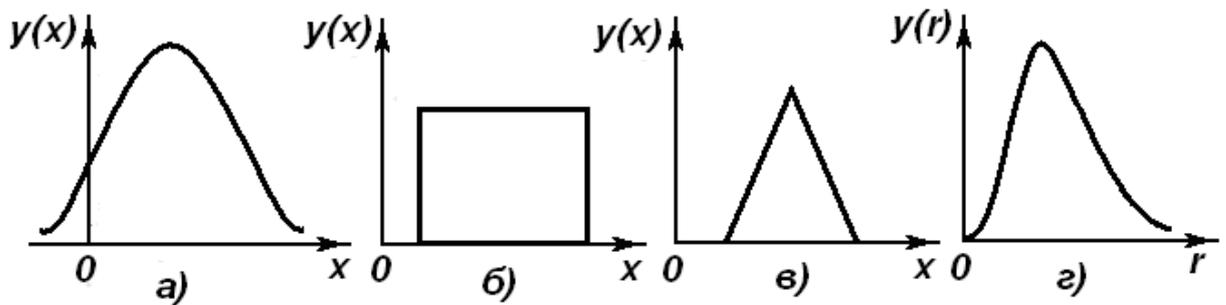


Рис. 1. Закони розсіювання випадкових величин:

- а) закон нормального розподілу; б) закон рівної ймовірності;  
в) закон рівнобедреного трикутника; г) закон ексцентриситету

Крива нормального розподілу має такі властивості:

- крива розподілу симетрична відносно осі ординат;
- відхили, які менші за величину від середнього арифметичного, ймовірніші, ніж більші відхили;
- при  $x \rightarrow \infty$  вітки кривої асимптотично наближаються до осі абсцис.

З рівняння кривої нормального розподілу витікає, що середній квадратичний відхил випадкової величини  $\sigma$  визначає форму кривої і поле розсіювання  $V$ . Чим менше  $\sigma$ , тим менше поле розсіювання розмірів і тим більше число деталей мають розміри близькі до середнього арифметичного значення (рис. 2).

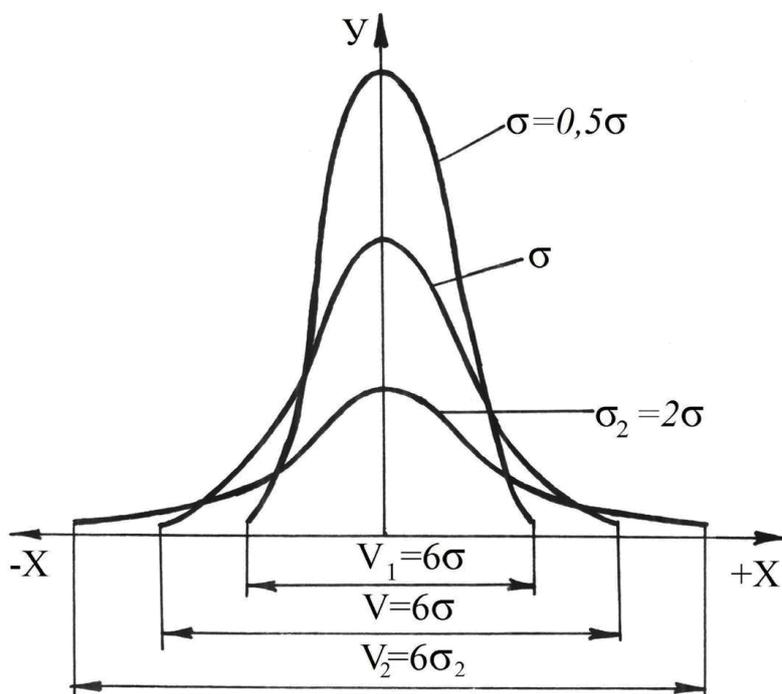


Рис. 2. Криві нормального розподілу і поля розсіювання при різних значеннях  $\sigma$

У технічних розрахунках криву нормального розподілу по осі абсцис обмежують у межах  $\pm 3\sigma$ . Величина  $V = 6\sigma$  називається полем розсіювання.

Закон рівної ймовірності (рис. 1, б) використовується для оцінки випадкових величин, на які впливає різко домінуючий фактор, рівномірно змінюється в просторі чи часі.

Наприклад, при виготовленні деталей точінням спрацювання різця є головним серед

інших факторів і рівномірно змінюється в часі. Розміри деталей у партії, що виготовляється, також рівномірно змінюватимуться в часі. Перша деталь матиме розмір  $x_1$ , остання – розмір  $x_n$ . Оскільки під час складання порядкові номери деталей не зберігаються, то для робітника-складальника будь-який розмір  $x$  – примірника деталі буде випадковим і таким, що має однакову

ймовірність з усіма іншими розмірами даної партії. У такому прикладі матимемо криву розподілу за законом рівної ймовірності (див. рис. 1, б):

$$Y = \frac{1}{x_n - x_1} = \text{const} \quad (2)$$

Для закону рівної ймовірності:  $V = 3,36 \sigma$ .

Якщо при виготовленні деталі діють два рівнозначно домінуючих фактори, то їх впливи на розмір деталі додаються. Внаслідок виходить розподіл за законом рівнобедреного трикутника (закон Сімпсона) (рис. 1, в).

Закон рівнобедреного трикутника (закон Сімпсона) має математичний вираз:

$$Y = \begin{cases} \frac{4}{(x_n - x_1)^2} (x_n - x_1); \\ \frac{4}{(x_n - x_1)^2} (x_n - x). \end{cases} \quad (3)$$

Щільність ймовірності для поля від 0 до 0,5V дорівнюватиме:

$$Y = 4X / V^2. \quad (4)$$

Для поля від 0,5 V до V:

$$Y = 4(V - X) / V^2. \quad (5)$$

Для закону рівнобедреного трикутника:

$$V = 4,9\sigma. \quad (6)$$

Закон Максвелла (закон ексцентриситету) поширюється на величини, що мають додатне значення. Наприклад, торцеве і радіальне биття, ексцентриситет, відхил від паралельності тощо (рис. 1, г).

Даний закон має вигляд:

$$Y = \frac{r}{\sigma^2} e^{-\frac{r^2}{\sigma^2}}. \quad (7)$$

Тут  $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ .

Кожна із наведених вище залежностей у загальному вигляді є функцією  $y = f(x)$ , яка називається диференціальним законом розподілу неперервної випадкової величини. Ця функція визначає ймовірність знаходження розміру  $x$  у тих або інших границях. Так, ймовірність знаходження розміру  $x$  у границях від  $x_1$  до  $x_2$  (рис. 3) буде дорівнювати площі між ординатами кривої, що відповідають цим значенням.

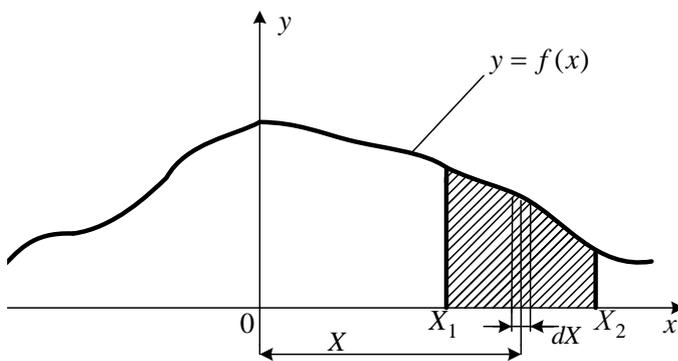


Рис. 3. Диференціальний закон розсіювання неперервних випадкових величин (загальний вигляд)

Для підрахунку ймовірності в малому інтервалі  $dx$  щільність ймовірності можна вражати постійною величиною. Тоді

$$V_{\text{сер}} = [x_1 < x < x_2] = \int_{x_1}^{x_2} y dx.$$

Із цього виходить, що ймовірність отримання абсолютно точного розміру  $x$  без будь-яких відхилів, тобто при  $dx=0$ , дорівнює нулю. Отже, через

неминучість похибок отримати будь-який розмір, параметр або характеристику абсолютно точно неможливо. Щоб існувала ймовірність отримання розмірів, необхідно допустити їх коливання в деякому діапазоні, наприклад, від  $x_1$  до  $x_2$ . Чим більший цей діапазон, тим більше випадкових величин (із загального їх числа) буде ним охоплено.

В цьому суть математичного обґрунтування необхідності встановлення допусків за наявності випадкових похибок. Якщо знати функцію  $y=f(x)$ , то можна розв'язувати різноманітні задачі, які мають місце на практиці із випадковими неперервними величинами. Прийнято визнавати, що випадкова величина може приймати значення від  $-\infty$  до  $+\infty$ . Це означає, що ймовірність появи випадкової величини у названих границях дорівнює 1:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} y dx = 1 \quad (8)$$

Умова (8) обмежує форму залежності  $y=f(x)$  і показує, що площа, яка обмежена кривою  $y=f(x)$  і віссю абсцис (рис. 3), повинна бути рівною 1.

За апроксимації той чи інший закон вибирають як із загальних міркувань про закон розсіювання, так і виходячи із форми емпіричної кривої розсіювання, за якою вибирають теоретичну криву розсіювання.

Остаточний висновок щодо вибору закону розсіювання, що характеризує розсіювання випадкової величини, роблять після визначення відповідності експериментальної і теоретичної кривих розсіювання за одним із критеріїв погодження (критерії Холмогорова, Пірсона, тощо).

Значення закону розсіювання випадкової величини дозволяє вирішувати практичні завдання, пов'язані з аналізом точності обробки і вимірювання деталей.

Наближене обчислення закону розсіювання ймовірностей дає його числові характеристики або моменти. Усі вони – середні величини. Якщо вони мають відлік від початку координат, то моменти називаються початковими, якщо від центру – то центральними.

Важливим початковим моментом є перший – середнє значення:

$$\bar{x} = \int_{-\infty}^{+\infty} xp(x)dx = 1, \quad (9)$$

яке характеризує математичне очікування.

Чим більша кількість експериментальних даних, тим більше середнє значення наближається до математичного очікування. За обмеженої кількості дослідів:

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i. \quad (10)$$

де  $N$  – кількість дослідів (розмірів деталей в партії, замірів за вимірювання тощо).

Мірою розсіювання окремих результатів є другий (центральний) момент – дисперсія:

$$\sigma_x^2 = (x_i - \bar{x})^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - \bar{x})^2 p(x)dx \quad (11)$$

або середній квадратичний відхил:

$$\sigma_x = \sqrt{\sigma_x^2}. \quad (12)$$

За обмеженої кількості дослідів:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}. \quad (13)$$

Якщо кількість дослідів більше 25, то з достатньою достовірністю можна визначити середній квадратичний відхил за формулою:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}. \quad (14)$$

Третій центральний момент є мірою асиметричності розсіювання або асиметрії:

$$\mu = \frac{(x_i - \bar{x})^3}{\sigma_x^3}. \quad (15)$$

Четвертий центральний момент характеризує ексцес:

$$v = \frac{(x_i - \bar{x})^4}{\sigma_x^4}. \quad (16)$$

Функції розсіювання ймовірності і всі моменти мають важливі властивості: вони є характеристиками випадкової величини, але самі не є випадковими.

## **Література**

1. Взаємозамінність та технічні виміри: навч. посіб. для вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, Д. В. Бабенко, С. І. Пастушенко, О. В. Гольдшмідт. – К.: Видавництво “Аграрна освіта”, 2006. – 335 с.

2. Практикум з дисципліни “Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. освіти / [Г. О. Іванов, В. С. Шибанін, Д. В. Бабенко та ін.; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шибаніна.]. – К.: Видавництво „Аграрна освіта”, 2008. – 648 с.

3. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання : підр. для вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, В. С. Шибанін, Д. В. Бабенко, С. І. Пастушенко; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шибаніна – К.: Видавництво „Аграрна освіта”, 2010. – 503 с.

## **SCATTERING CHARACTERISTICS VALUES**

**Tsarenko S.S. Ivanov H.O.**

*The value of the random variable dispersion law allows us to solve practical problems associated with the analysis of precision machining and measuring parts.*

**УДК 519.21**

### **ВИЗНАЧЕННЯ ЙМОВІРНОГО ВІДСОТКА БРАКУ ЗА РОЗСІЮВАННЯМ ВЕЛИЧИН ЗГІДНО ЗАКОНУ ГАУССА**

*Лебедєва Я.М., студентка групи МЗ/З, Яковлев А.О., студент групи Е2/ІТЕК.*

*Науковий керівник – к.т.н., доцент Іванов Г.О., к.е.н., доцент Полянський П.М.*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Для визначення відсотку браку при виготовленні деталей спочатку визначають коефіцієнт ризику  $z$ .*

*Для определения процента брака при изготовлении деталей сначала определяют коэффициент риска  $z$ .*

Вся площа під кривою нормального розсіювання і віссю абсцис визначається рівнянням:

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} \exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right) dx \quad (1)$$

за умови, що середнє арифметичне значення збігається з початком координат.

Якщо замість  $X$  до рівняння ввести коефіцієнт ризику  $Z = X / \sigma$ , то воно набуває вигляду:

$$\Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^z \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) dz. \quad (2)$$

Площа, обмежена кривою нормального розсіювання і віссю абсцис, дорівнює повній сукупності подій, тобто дорівнює одиниці. За симетричного розташування кривої відносно осі  $y$  можна записати (рис. 1):

$$\Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^z \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) dz = 0,5, \quad (3)$$

де  $\Phi(z)$  – площа, що обмежена кривою і віссю абсцис у межах інтегрування (від 0 до  $\infty$ ).

Функція  $\Phi(z)$  називається нормованою функцією Лапласа. Зазначимо, що  $\Phi(0) = 0$ ;  $\Phi(-z) = -\Phi(z)$ .  $\Phi(-\infty) = -0,5$ ;  $\Phi(+\infty) = 0,5$ .

Перехід від перемінної  $x$  до безрозмірної змінної  $z$  дозволяє подати інтеграл  $\Phi(z)$  в табульованому вигляді (табл. В.1, Додаток В [1]).

За даними Додатку В можна підрахувати ймовірність попадання розмірів у будь-який інтервал, наприклад, в інтервал  $x_1 - x_2$  (рис. 1, б) за формулою:

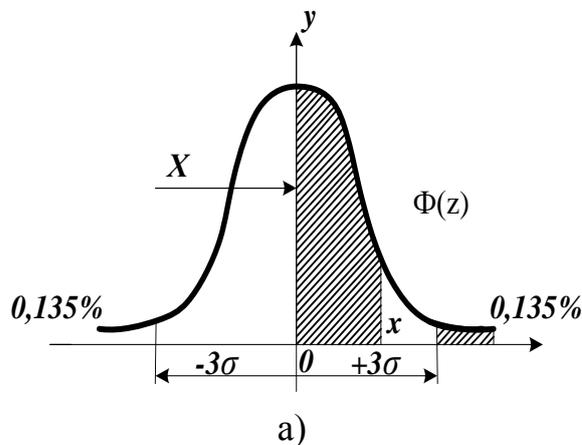
$$B = [\Phi(z_2) - \Phi(z_1)] \cdot 100\%, \quad (4)$$

де  $z_1 = x_1 / \sigma$ ;  $z_2 = x_2 / \sigma$ .

Ймовірність появи розмірів відповідній заштрихованій площі  $A$  (рис. 1, в) можна визначити по формулі:

$$P_A = [0,5 - \Phi(z)] \cdot 100\%. \quad (5)$$

Із таблиці значень інтегралу  $\Phi(z)$  (див. Додаток В) видно, що при  $z=3$ , що відповідає  $x = 3\sigma$ ,  $\Phi(z) = 0,49865$ . Це означає, що ймовірність знаходження випадкової величини в границях  $\pm 3\sigma$  буде дорівнювати  $2 \cdot 0,49865 = 0,9973$  або 99,73 %. При цій ймовірності вихід величин за границю  $\pm 3\sigma$  буде складати  $1 - 0,9973 = 0,0027$  або 0,27 % (27 випадків виходу величин за вказані границі із 10000). В зв'язку з цим було прийнято, що відхили величини від середнього арифметичного, рівні  $\pm 3\sigma$ , називати граничним. З цієї ж причини величину допуску приймають рівною  $6\sigma$ .



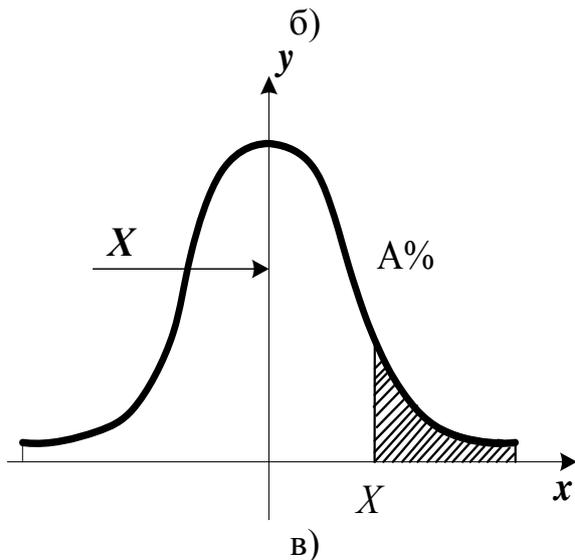
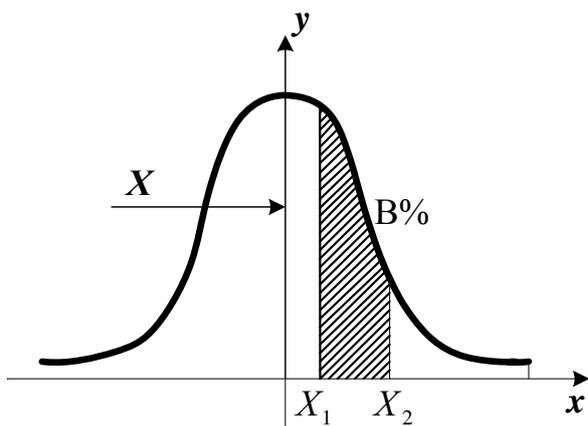


Рис. 1. Застосування інтегралу  $\Phi(z)$  для підрахунків ймовірностей за розсіювання величини за законом Гаусса

$V_3$ ). Коли коефіцієнт ризику дорівнює 3, поле розсіювання  $V_2$  дорівнює полю допуску і браку практично не буде (не більше 0,27 %). Якщо ж коефіцієнт ризику понад 3, браку не буває, але процес обробки вибраний надмірно точний, а значить, дорожчий.

Тут  $\sigma$  відноситься до сумарного (генерального) розсіювання, значення якого отримують з урахуванням всіх можливих причин розсіювання розмірів, що мають місце у виробництві.

Таким чином, поле розсіювання дорівнює

$$V = 6\sigma, \text{ тобто } V = \pm 3\sigma. \quad (6)$$

Для визначення відсотку браку при виготовленні деталей спочатку визначають коефіцієнт ризику  $z$ . При нормальному розсіюванні, коли середина поля допуску збігається з центром розсіювання,  $x = TD/2$ .

Якщо в формулу коефіцієнта ризику підставити це значення  $X$ , а  $\sigma$  визначити з рівняння (6) через  $V$ , то одержимо:

$$z = \frac{x}{\sigma} = \frac{Td}{2\sigma} = 3 \frac{Td}{V}. \quad (7)$$

Таким чином, коефіцієнт ризику у цьому випадку показує співвідношення поля допуску і поля розсіювання (рис. 2) для технологічних процесів, які дають різну точність і поле розсіювання ( $V_1, V_2,$

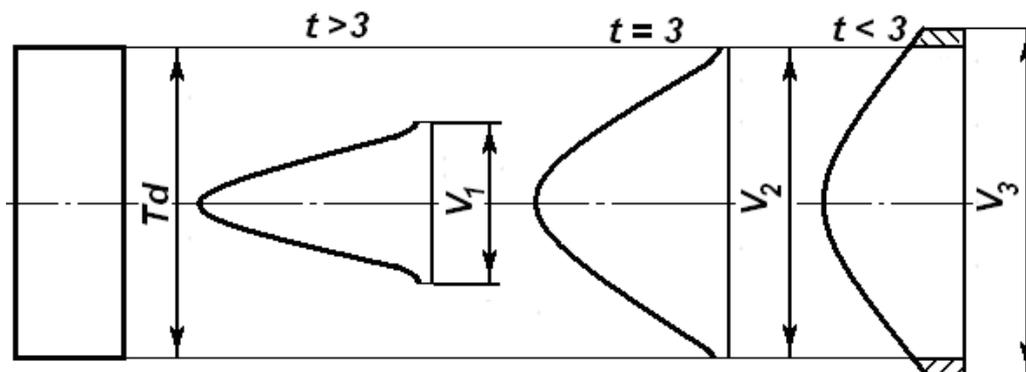


Рис. 2. Значення коефіцієнту ризику при різних значеннях співвідношень  $Td$  і  $V$

Якщо коефіцієнт ризику менше 3, брак ймовірний, і для вибору оптимального технологічного процесу обробки необхідно знати ймовірний відсоток браку.

### **Література**

1. Взаємозамінність та технічні виміри: навч. посіб. для вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, Д. В. Бабенко, С. І. Пастушенко, О. В. Гольдшмідт. – К.: Видавництво “Аграрна освіта”, 2006. – 335 с.

2. Практикум з дисципліни “Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. освіти / [Г. О. Іванов, В. С. Шебанін, Д. В. Бабенко та ін.; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шебаніна.]. – К.: Видавництво „Аграрна освіта”, 2008. – 648 с.

3. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання : підр. для вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, В. С. Шебанін, Д. В. Бабенко, С. І. Пастушенко; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шебаніна – К.: Видавництво „Аграрна освіта”, 2010. – 503 с.

### **IDENTIFICATION OF POSSIBLE LACK INTEREST FOR VALUE BY LAW SCATTERING GAUSS**

Lebedyeva A.M., Yakovlyev E.O., Ivanov H.O

*For definitions of marriage percent in Production details snachala opredelyayut  
Factor line z.*

**УДК 528.06**

### **ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАННЯ**

*Юрескул Р.В. студент групи М3/2*

*Науковий керівник – к.т.н., доцент Іванов Г.О.*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Для підвищення точності вимірювань рекомендується проводити не одне, а декілька вимірювань однієї й тієї ж величини  $x$  при одних і тих же умовах*

*Для підвищення точності измерений рекомендується проводити не одно, а несколько измерений одной и той же величины при одних и тех же условиях.*

### **Виключення із сукупності результатів спостережень грубих похибок**

Внаслідок недостатньої кваліфікації і неуважності контролера, а також внаслідок інших причин, що порушують нормальні умови отримання дослідних даних, можуть з'явитися грубі похибки (промахи), які різко

відрізняються від середнього результату даної серії спостереження. Причини появи таких похибок (у неправильних показань вимірювального засобу, у неправильному використанні вимірювального засобу тощо) повинні бути виявлені і усунені.

Спостереження, що може бути грубою похибкою, виключають із загальних результатів і визначають нові значення  $\bar{x}$  і  $\sigma$ . Є декілька критеріїв для визначення грубих похибок (Холмогорова, Ірвіна тощо). При попередніх розрахунках за грубі похибки можна приймати похибки (відхили від  $\bar{x}$ ), що перевищують за абсолютною величиною  $3\sigma$ .

#### Оцінка точності статистичних параметрів

При обробці результатів спостережень знаходять емпіричні значення основних статистичних параметрів: середнього арифметичного  $\bar{x}$ , дисперсії  $\sigma^2$ , середнього квадратичного відхилу  $\sigma$ . Отримані значення звичайно прирівнюють їх теоретичним значенням: математичному очікуванню  $M(x)$ , дисперсії  $\sigma_T^2$  і середньому квадратичному відхилу  $\sigma_T$ . Відповідні точні рівності цих значень можливі при числі вимірювань  $N \rightarrow \infty$ . В дійсності ми маємо наближені рівності:

$$\bar{x} \approx M(x); \sigma^2 \approx \sigma_T^2; \sigma \approx \sigma_T.$$

Щоб оцінити точність якої-небудь наближеної рівності, наприклад  $\bar{x} \approx M(x)$ , її можна записати у вигляді:

$$\bar{x} - \varepsilon \leq M(x) \leq \bar{x} + \varepsilon \text{ або } M(x) = \bar{x} + \varepsilon, \quad (1)$$

де  $\varepsilon$  — довірча похибка для  $M(x)$ .

Довірча похибка  $\varepsilon$ , в границях якої буде змінюватись  $M(x)$ , залежить від заданої довірчої ймовірності (надійності)  $\beta$ .

При оцінці меж довірчого інтервалу доцільно користуватись таблицями розподілення Стюдента.

Розподілення Стюдента справедливе для різних значень  $N$ . При  $N \rightarrow \infty$  (практично при  $N \geq 20$ ) розподілення Стюдента переходить в нормальне розподілення з одиничною дисперсією. Розподілення Стюдента дозволяє оцінити надійність  $\beta$  за заданим значенням  $\varepsilon$ , або за заданою надійністю  $\beta$ , знайти значення похибки  $\varepsilon$ .

Якщо задатися надійністю  $\beta$  при визначеному числі ступенів вільності  $K$ , то за Додатком 2 можна знайти коефіцієнт Стюдента.

$$t_{\beta} = \frac{\varepsilon}{\sigma_x} = \frac{\varepsilon \sqrt{N}}{\sigma}. \quad (2)$$

Тут  $\sigma_x^-$  – середній квадратичний відхил для сукупності, що складається із  $N$  середніх значень  $\bar{X}$ .

$$\sigma_x^- = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \quad (3)$$

Під числом ступенів вільності  $K$  розуміють число спостережень, зменшених на число відомих (або невідомих) характеристик. При визначенні середнього арифметичного числа ступенів вільності  $K=N-1$ .

Визначивши  $t_\beta$  і  $\sigma_x^-$ , знаходять  $\varepsilon = t_\beta \cdot \sigma_x^-$ , а потім границі довірчого інтервалу  $(\bar{x} - \varepsilon)$  і  $(\bar{x} + \varepsilon)$  для математичного очікування  $M(x)$ .

Аналогічно можна визначити і границі довірчого інтервалу для  $\sigma_T$ . Для цього більш доцільно використовувати закон  $\chi^2$  – розподілення, на основі якого можна записати, що

$$\gamma_1^2 \sigma^2 \leq \sigma_T^2 \leq \gamma_2^2 \sigma^2 \text{ або } \gamma_1 \sigma \leq \sigma_T \leq \gamma_2 \sigma, \quad (4)$$

де  $\gamma_1^2 = K/x^2$ ;  $\gamma_2^2 = (K/\sigma_T^2) \cdot \sigma^2$ .

Коефіцієнти  $\gamma_1^2$  і  $\gamma_2^2$  визначають залежно від числа  $K$  ступенів вільності і довірчої ймовірності (Додаток 3).

В загальному вигляді при великій кількості вимірювань і різній ймовірності  $\beta$  довірчі інтервали для  $M(x)$  визначаються:

$$\bar{x} - z\sigma_x^- < M(x) < \bar{x} + z\sigma_x^- \quad (5)$$

Звичайно задають довірчу ймовірність  $\beta$  рівною 0,90; 0,95; 0,99 або 0,999, що відповідне значенням  $Z$ : 1,645; 1,960; 2,576 і 3,291.

Похибка результату вимірювання

Похибка вимірювання  $\Delta x_{\text{вим}}$  представляє собою відхил результату вимірювання  $x_{\text{вим}}$  від істинного значення вимірюваної величини  $X$ , тобто

$$\Delta x_{\text{вим}} = x_{\text{вим}} - X \quad (6)$$

Істинне значення величини визначити неможливо, бо не існує засобів вимірювання, що не мають похибок. Тому на практиці замість істинного значення приймають величину, що отримують вимірюванням засобами з високою точністю, а також використовують ймовірні методи визначення похибок.

Необхідно розрізняти два поняття: похибки самого вимірювального приладу і похибки результату вимірювання, що здійснюється за допомогою цього приладу. Похибка вимірювального приладу може бути викликана недосконалістю його конструкції, неточністю виготовлення і складання, а також його зносом в процесі експлуатації. Похибка результату вимірювання є сумарною. Вона може складатися із похибок: похибки засобів вимірювання (інструментальна похибка); методу вимірювання; встановлювальної міри і само установаження по ній приладу; відхил температури вимірювання від нормальної (20 °C); похибок, що спричинюються вимірювальною силою приладу (через пружні деформації вимірювальних деталей і стійок, в яких закріплюються вимірювальні головки) і непостійністю цієї сили; відліку показань засобів вимірювання. Необхідно також враховувати похибки, що пов'язані з неточністю базування деталі, що вимірюється, зносом вимірювального приладу і його наконечника тощо.

Для підвищення точності вимірювань рекомендується проводити не одне, а декілька вимірювань однієї й тієї ж величини  $x$  при одних і тих же умовах. Як вже відзначалося, результат вимірювання в загальному випадку може відрізнятися від середнього значення вимірюваного параметру на величину систематичних і випадкових похибок вимірювання. Значення ймовірних границь, в яких будуть знаходитись статистичні характеристики  $\bar{x}$ ,  $\sigma$  і  $\sigma^2$ , визначаються довірчими інтервалами.

Систематичні похибки повинні складатися: постійні – алгебраїчно, тобто з урахуванням знаку; змінні – за найбільшими абсолютними величинами і з тим знаком, при якому сумарна похибка за абсолютною величиною буде найбільшою.

На основі рівняння  $v = \frac{(x_i - \bar{x})^4}{\sigma_x^4}$  можна вважати, що при нормальному розподіленні із імовірністю, рівною 0,9973, гранична випадкова похибка вимірювання може знаходитись:

$$\Delta_{lim} = \pm 3\sigma \quad (7)$$

Гранична похибка для сукупності, що складається із середніх арифметичних:

$$\Delta_{lim_x} = \Delta_{lim} / \sqrt{N}. \quad (8)$$

де  $\Delta_{lim}$  визначають за рівнянням (7).

Із теорії ймовірності відомо, що дисперсія суми декількох незалежних випадкових величин дорівнює сумі дисперсії цих величин, тобто:

$$D(x_1 + x_2 + \dots + x_n) = D(x_1) + D(x_2) + \dots + D(x_n).$$

Враховуючи, що  $D(x) = \sigma_x^2$ , можна записати:

$$\sigma(x_1 + x_2 + \dots + x_n) = \sqrt{\sigma_{x_1}^2 + \sigma_{x_2}^2 + \dots + \sigma_{x_n}^2} \quad \text{або} \quad \sigma_{\Sigma} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sigma_{x_i}^2}. \quad (9)$$

Гранична сумарна похибка вимірювання або виготовлення, що складається із систематичних і випадкових похибок, визначається за формулою:

$$\Delta_{\Sigma \text{ lim}} = \sum \Delta_{\text{исси}} \pm \sqrt{\Delta_{\text{lim}_1}^2 + \Delta_{\text{lim}_2}^2 + \dots + \Delta_{\text{lim}_n}^2}, \quad (10)$$

де  $\sum \Delta_{\text{исси}}$  – алгебрична сума систематичних похибок, що підставляються із своїм знаком;  $\Delta_{\text{lim}_1}, \Delta_{\text{lim}_2}, \dots, \Delta_{\text{lim}_n}$  – граничні випадкові похибки.

Ця формула справедлива, якщо закони розподілення всіх випадкових похибок близькі до нормального.

### Література

1. Дудніков А. А. Основи стандартизації, допуски, посадки і технічні вимірювання: Підручник / А. А. Дудніков. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 352 с.

2. Взаємозамінність та технічні виміри: навч. посіб. для вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, Д. В. Бабенко, С. І. Пастушенко, О. В. Гольдшмідт. – К.: Видавництво “Аграрна освіта”, 2006. – 335 с.

3. Практикум з дисципліни “Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. освіти / [Г. О. Іванов, В. С. Шебанін, Д. В. Бабенко та ін.; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шебаніна.]. – К.: Видавництво „Аграрна освіта”, 2008. – 648 с.

4. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання : підр. для вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, В. С. Шебанін, Д. В. Бабенко, С. І. Пастушенко; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шебаніна – К.: Видавництво „Аграрна освіта”, 2010. – 503 с.

### PROCESSING OF MEASURED

Yureskul R.V. Ivanov G.O.

*To improve the accuracy of measurements is recommended not one but multiple measurements of the same size in the same conditions.*

**ВПЛИВ ВІДХИЛІВ ФОРМИ І РОЗТАШУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ,  
ХВИЛЯСТОСТІ І ШОРСТКОСТІ НА ЯКІСТЬ ВИРОБІВ І  
ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ МАШИН**

*Шворінь М.С., студент групи МЗ/З, Гнатєв О.П., студент групи Е2/2  
ТЕК.*

*Науковий керівник – к.т.н., доцент Іванов Г.О.*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Для забезпечення необхідної точності параметрів виробу, його працездатності і довговічності на робочих кресленнях деталей необхідно вказувати не тільки граничні відхилення розмірів, але й в необхідних випадках допуски форми і розташування поверхонь.*

*Для обеспечения требуемой точности параметров изделия, его работоспособности и долговечности на рабочих чертежах деталей необходимо указывать не только предельные отклонения размеров, но и в необходимых случаях допуски формы и расположения поверхностей*

Точність геометричних параметрів деталей характеризується не тільки точністю розмірів її елементів, але й точністю форми і взаємного розташування поверхонь. Відхилення форми і розташування поверхонь з'являються в процесі обробки деталей, внаслідок неточності і деформації верстата, інструмента, пристосування; деформації деталі; нерівномірності припуску на обробку; неоднорідності матеріалу заготовки та ін. В рухомих з'єднаннях ці відхилення викликають збільшення зносу деталей, внаслідок підвищеного питомого тиску на виступах нерівностей, порушення плавності ходу та шуму та ін. При роботі механізмів з використанням напрямних кулачків та ін., в зв'язку зі спотвореннями заданих геометричних профілів також зменшується їх точність. В нерухомих і щільних рухомих з'єднаннях відхилення форми і розташування поверхонь викликають нерівномірність натягів та зазорів, внаслідок чого знижується міцність з'єднання, герметичність і точність центрування.

При збільшенні навантажень, швидкостей, робочих температур, що є характерним для сучасних машин і приладів, посилюється вплив відхилів форми і розташування поверхонь.

Відхилення форми і розташування поверхонь знижують не тільки експлуатаційні, але й технологічні показники виробів. Так, вони суттєво впливають на точність і трудомісткість складання та збільшують обсяг операцій по припасуванню, знижують точність вимірювання розмірів, впливають на точність базування деталей при виготовленні й контролі.

Відхилення від круглої форми кульок діаметром 8 мм, яке дорівнює 0,5 мкм, викликає у вальниці кочення шум на 15...20 дБ більший, ніж при відхилі 0,125 мкм.

Таким чином, для забезпечення необхідної точності параметрів виробу, його працездатності і довговічності на робочих креслениках деталей необхідно вказувати не тільки граничні відхилення розмірів, але й в необхідних випадках допуски форми і розташування поверхонь. Правильне та найбільш повне нормування точності форми і розташування поверхонь, що сприяє підвищенню точності геометрії деталей при їх виготовленні і контролі, є одним з основних факторів підвищення якості машин і приладів.

Відхилення форми і взаємного розташування, шорсткість і хвилястість поверхонь деталей значно впливають на експлуатаційні показники роботи машин. Відхилення геометричних параметрів деталей призводять до посиленого спрацювання, знижують надійність і довговічність машин. Похибки взаємного положення поверхонь деталей також знижують якість роботи з'єднань. Встановлено, що спрацювання циліндрів блоку автомобільних двигунів на стадії припрацювання прямо пропорційне овалоподібності. Із збільшенням овальності гільз циліндрів посилюється проривання газів у картер, що руйнує масляну плівку на поверхні гільз циліндрів і прискорює спрацювання. Наприклад, при вихідній овальності дзеркала циліндрів 0,04 мм її значення збільшується до 0,10... 0,12 мм після 400 год. роботи, а при овальності 0,025 мм – лише до 0,05... 0,06 мм. При початковій овальності двох двигунів 21 і 45 мкм спрацювання після пробігу 22000 км становило 31 і 60 мкм.

Висока точність виготовлення деталей дає змогу виконувати складання з меншими початковими зазорами і підвищує надійність і довговічність роботи машин. Хвилястість і шорсткість у рухомих з'єднаннях призводять до нерівномірності зазору і до зменшення площі контакту, а отже, збільшують питомий тиск, «схоплюють» окремі нерівності і виривають частинки металу, які, потрапляючи до мастила, активно діють і збільшують спрацювання у початковий період роботи. Чим більше початкова шорсткість відрізняється від оптимальної, тим більш буде спрацювання у період припрацювання (рис. 1).

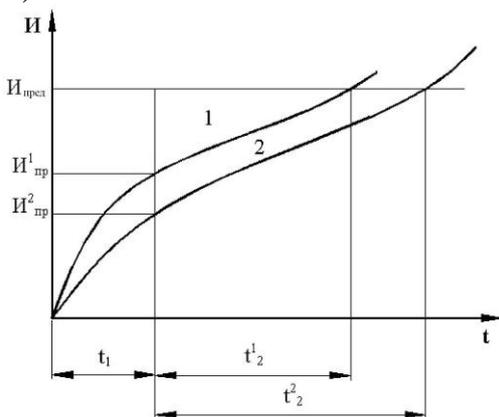


Рис. 1. Залежність технічного ресурсу від попереднього спрацювання  $I$  для поверхонь з вихідною шорсткістю: 1 – підвищеною; 2 – оптимальною;  $I_{пр}^1$ ,  $I_{пр}^2$  та  $I_{гран}$  – прироблені та граничний зноси

По лінії ординат відкладено показники спрацювання, по лінії абсцис – час. Крива 1 показує наростання спрацювання поверхні з підвищеною шорсткістю, а крива 2 – з оптимальною шорсткістю. У період припрацювання  $t_1$  перевищує спрацювання поверхні, яка має оптимальну шорсткість.

Оптимальною шорсткістю вважається така

шорсткість, яку маємо після припрацювання і яка забезпечує мінімальне і рівномірне спрацювання у процесі тривалої експлуатації машин. Параметри оптимальної шорсткості визначаються якістю мастила, умовами роботи поверхонь деталей, що труться, їх конструкцією і матеріалом. Зменшення початкового спрацювання в період припрацювання сприяє збільшенню періоду нормальної експлуатації з  $t_2^1$  до  $t_2^2$ .

Сідлоподібність цапфи і бочкоподібність вкладиша вальниці ковзання призводить до того, що рідинне тертя порушується і контакт сполучених деталей відбувається по найбільших вершинах нерівностей поверхонь. Це може зумовити «охоплення» нерівностей і, отже, збільшення контактних напруг, що, в свою чергу, зменшує надійність і довговічність роботи з'єднання.

Нерівності, будучи концентраторами напруг, знижують втомлювану міцність деталей. Так, при зменшенні шорсткості за один нарізаний або шліфований наріз болтів з  $R_a = 1,0$  мкм до  $R_a = 0,1$  мкм допустима гранична амплітуда циклу напруг збільшується на 25...50 %.

Шорсткість поверхні впливає також на втомлювану міцність деталей і на герметичність з'єднання. Вигладжування поверхонь (після точіння або шліфування) алмазними кінцевиками з радіусом сфери або циліндра 2...3 мм на 25...40 % підвищує втомлювану міцність і на 15...50 % стійкість до спрацювання деталей з легованих сталей (за рахунок створення залишкових напруг стиску і кращих параметрів шорсткості).

Стійкість поршневих пальців двигунів СМД-64 і Д-240, відновлених способом вібраційного деформування в 1,11 разів вище, ніж стійкість пальців, відновлених способом термічної обробки.

У нерухомих з'єднаннях шорсткість поверхонь деталей впливає на їх міцність. При запресовуванні вала в отвір відбувається часткове зрізання поверхонь, внаслідок чого зменшується дійсний натяг порівняно з розрахунковим.

Мікронерівності сприяють розвитку корозії металу. На грубо оброблених поверхнях корозія виникає і розповсюджується швидше.

Із сказаного випливає, що обґрунтоване призначення точності є важливим фактором підвищення надійності і довговічності роботи машин, їх строку служби.

## Література

1. Взаємозамінність та технічні виміри: навч. посіб. для вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, Д. В. Бабенко, С. І. Пастушенко, О. В. Гольдшмідт. – К.: Видавництво “Аграрна освіта”, 2006. – 335 с.

2. Практикум з дисципліни “Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. освіти / [Г. О. Іванов, В. С. Шебанін, Д. В. Бабенко та ін.; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шебаніна.]. – К.: Видавництво „Аграрна освіта”, 2008. – 648 с.

3. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання : підр. для

вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, В. С. Шебанін, Д. В. Бабенко, С. І. Пастушенко; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шебаніна – К.: Видавництво „Аграрна освіта”, 2010. – 503 с.

## **INFLUENCE SHAPE AND POSITION DEVIATIONS OF SURFACES, WAVINESS AND ROUGHNESS QUALITY PRODUCTS AND OPERATIONAL PARAMETERS OF MACHINES**

Shvorin' M.S., Hnativ O.P., Ivanov H.O

*In order to ensure the required accuracy of product parameters, its performance and durability on the working drawings of details necessary to specify not only tolerated dimensions, but also, where necessary, form and position tolerances surfaces.*

**УДК 621.315.592**

## **ПРИКЛАДИ ВИЗНАЧЕННЯ ЙМОВІРНОГО ВІДСОТКА БРАКУ ЗА РОЗСІЮВАННЯМ ВЕЛИЧИН ЗГІДНО ЗАКОНУ ГАУССА**

*Лебедева Я.М., студентка групи МЗ/3, Алєєв В.О., Ластовецький Р.Є., Юрескул Р.В., Царенко С.С., студенти групи МЗ/2, Шворинь М.С., студент групи МЗ/3.*

*Науковий керівник - к.т.н., доцент Іванов Г.О., к.е.н., доцент Полянський П.М*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*На значення ймовірного відсотка браку впливає не тільки величина поля розсіювання, а і його положення щодо середини поля допуску на виготовлення заданого розміру.*

*На значение вероятного процента брака влияет не только величина поля рассеяния, но и его положение относительно середины поля допуска на изготовление заданного раз мера.*

Потрібно виготовити вал  $\varnothing 50h14_{(-0,62)}$ . Середній розмір діаметра вала  $d_{\text{сер}} = (50 + 49,38) / 2 = 49,69$  мм (рис. 1). Необхідно визначити відсоток браку на даному прикладі.

Для визначення поля розсіювання розмірів діаметрів при їх виготовленні візьмемо скорочену вибірку з п'яти валиків ( $n = 5$ ) з партії їх виготовлення.

При вимірюванні встановлені такі їх розміри:

$d_1 = 50,01$  мм,  $d_2 = 49,81$  мм,  $d_3 = 49,43$  мм,  $d_4 = 49,30$  мм,  $d_5 = 49,90$  мм.

Визначаємо середнє арифметичне значення розмірів:

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5}{5} = \frac{50,01 + 49,81 + 49,93 + 49,30 + 49,90}{5} = 49,69 \text{ мм.}$$

Отже, середнє арифметичне значення цих розмірів дорівнює середньому значенню даного розміру за креслеником, тобто  $\bar{d} = d_{\text{сер}}$  і воно

збігається з серединою поля допуску. Визначаємо середній квадратичний відхил розмірів від їх середнього арифметичного значення:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(d_1 - \bar{d})^2 + (d_2 - \bar{d})^2 + (d_3 - \bar{d})^2 + (d_4 - \bar{d})^2 + (d_2 - \bar{d})^2}{5}}$$

Після підставлення значень відповідних величин одержуємо  $\sigma = 0,276$  мм = 276 мкм;  $3\sigma = 0,828$  мм;  $6\sigma = 1,656$  мм.

Оскільки допуск розміру  $Td = 0,62$  мм  $< \pm 3\sigma < 6\sigma = 1,656$  мм, то при заданому технологічному процесі можливий брак (недостатня точність технологічного процесу). Визначаємо значення коефіцієнта ризику  $t$ :

$$t = Td / 2\sigma = 0,62 / (2 \cdot 0,276) = 1,123 ; \text{ приймаємо } t = 1,12.$$

При  $t = 1,12 < 3$  імовірний брак.

Визначаємо значення інтегральної функції (функції Лапласа) залежно від значення коефіцієнта ризику (див. Додаток В [2]).

При  $t = 1,12$   $\Phi(t) = 0,3686$ .

Визначаємо ймовірність появи придатних деталей  $P_{пр}$  При збіганні середнього арифметичного розміру  $d_{сер}$  з серединою поля допуску  $\Phi(t_1) = \Phi(t_2)$  (рис. 1) у цьому разі:

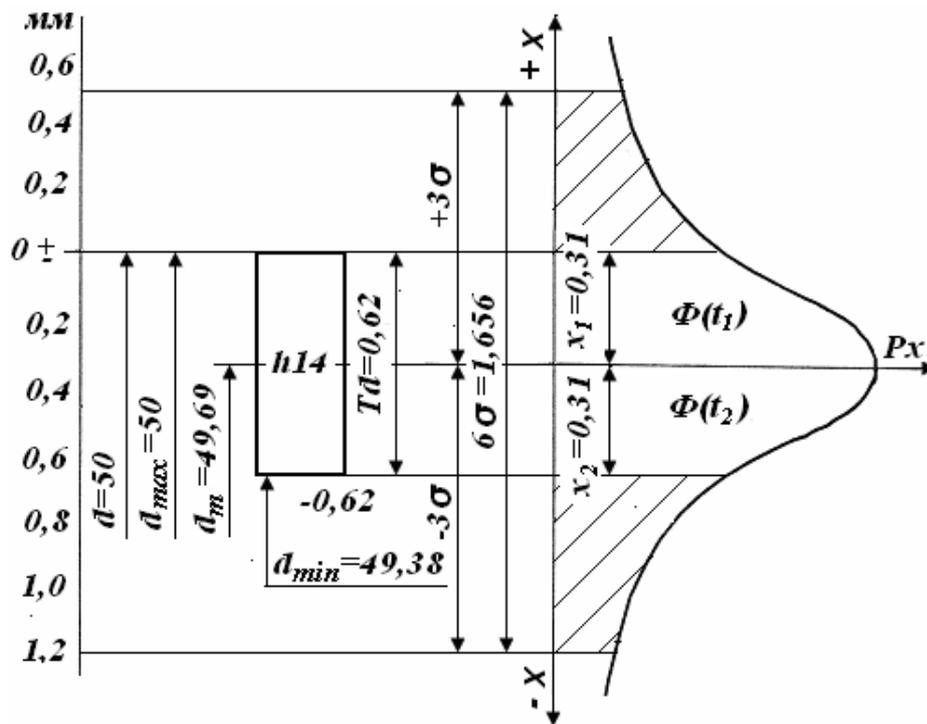


Рис. 1.

$$P_{пр} = \Phi(t_1) + \Phi(t_2) = 2 \cdot \Phi(t) = 2 \cdot 0,3686 = 0,7372 \text{ або } 73,72 \% .$$

Визначаємо ймовірність появи браку при виготовленні цих деталей:

$$P_{бр} = 1 - 2 \cdot \Phi(t) = 1 - 2 \cdot 0,3686 = 0,2628.$$

Тоді відсоток браку становитиме:

$$Q = 100 \cdot P_{бр} = 100 \cdot 0,2628 = 26,28 \% .$$

Отже, даний технологічний процес не забезпечує необхідної точності при виготовленні деталі розміром  $\varnothing 50h14_{(-0,62)}$ . Він за точністю відповідає допускові за креслеником не менше, як 1,656 мм, оскільки поле розсіювання  $V = \pm 3\sigma = 6\sigma = 1,653$  мм. Для діаметра 50 мм цей допуск відповідає квалітетові IT16.

Таким чином, вибраний технологічний процес за точністю придатний для виготовлення деталей з допуском IT16, наприклад для вала  $\varnothing 50h16_{(-1,6)}$ . Слід мати на увазі, що на значення ймовірного відсотка браку впливає не тільки величина поля розсіювання, а і його положення щодо середини поля допуску на виготовлення заданого розміру. Якщо, наприклад, середній арифметичний розмір  $d_{\text{сеп}} = 49,60$  мм (рис. 2), то слід окремо визначити ймовірність появи придатних деталей більших і менших розмірів, ніж середній.

У цьому разі  $x_1 = 400$  мкм і  $x_2 = 220$  мкм. Для цього визначаємо коефіцієнти ризику:  $t_1 = x_1 / \sigma = 400 / 276 = 1,45$ ;  $t_2 = x_2 / \sigma = 220 / 276 = 0,80$ .

За даними Додатка В [2] знаходимо значення інтегральної функції, що відповідає цим значенням коефіцієнтів ризику: при  $t_1 = 1,45$   $\Phi(t_1) = 0,4265$ ; при  $t_2 = 0,80$   $\Phi(t_2) = 0,2881$ .

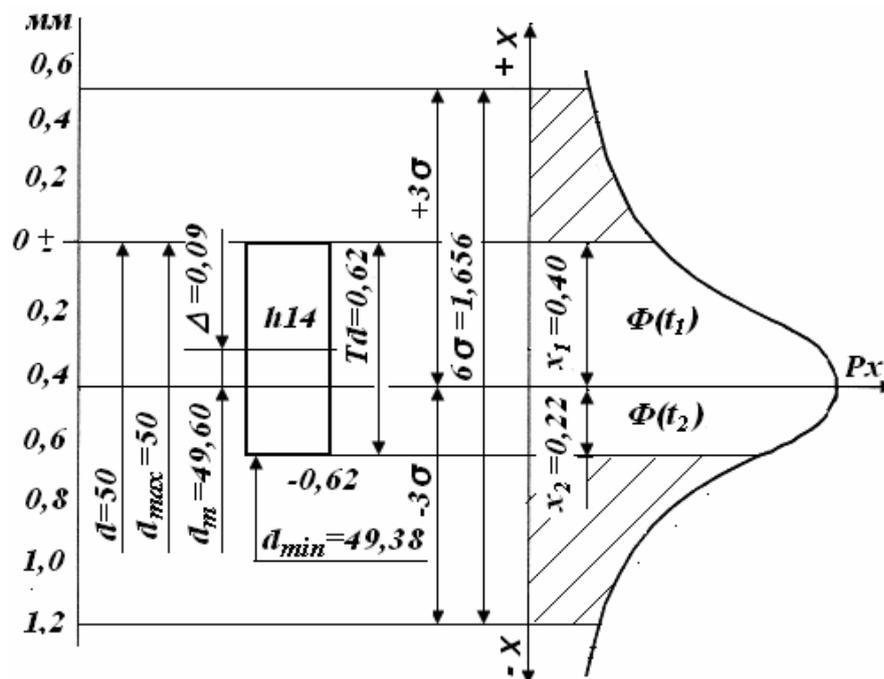


Рис. 2.

Ймовірність появи придатних деталей, менших за середній арифметичний розмір, становитиме:

$$P_{\text{пр}} = \Phi(t_2) = 0,2881 \text{ або } 28,81 \%$$

Ймовірність появи придатних деталей, більших за середній арифметичний розмір, становитиме:

$$P_{\text{пр}} = \Phi(t_1) = 0,4265 \text{ або } 42,65 \%$$

Сумарна ймовірність появи придатних деталей становитиме:

$$P_{\text{пр}} = \Phi(t_1) + \Phi(t_2) = 0,4265 + 0,2881 = 0,7146 \text{ або } 71,49 \%$$

Ймовірність появи бракованих деталей становитиме:

$$P_{\text{бр}} = 1 - P_{\text{пр}} = 1 - 0,7146 = 0,2854$$

Ймовірний відсоток браку становитиме:

$$Q_{\text{бр}} = 100 P_{\text{бр}} = 100 \cdot 0,2854 = 28,54 \%$$

Порівнюючи ці два варіанти прикладу видно, що зміщення центру групування розмірів деталей на 90 мкм при цьому ж значенні поля розсіювання призвело до збільшення ймовірного відсотка браку з 26,28 до 28,54 %. Таким чином, відсоток браку збільшився в 1,09 разу.

Зміщення центру групування щодо середини поля допуску призводить до збільшення ймовірного відсотка браку. Це потрібно враховувати у налагодженні верстатів, які слід налагоджувати на одержання середніх значень розмірів, при цьому:  $d = (d_{\text{max}} + d_{\text{min}}) / 2$ .

## Література

1. Взаємозамінність та технічні виміри: навч. посіб. для вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, Д. В. Бабенко, С. І. Пастушенко, О. В. Гольдшмідт. – К.: Видавництво “Аграрна освіта”, 2006. – 335 с.

2. Практикум з дисципліни “Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. освіти / [Г. О. Іванов, В. С. Шебанін, Д. В. Бабенко та ін.; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шебаніна.]. – К.: Видавництво „Аграрна освіта”, 2008. – 648 с.

3. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання : підр. для вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, В. С. Шебанін, Д. В. Бабенко, С. І. Пастушенко; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шебаніна – К.: Видавництво „Аграрна освіта”, 2010. – 503 с.

## EXAMPLES IDENTIFICATION OF POSSIBLE LACK INTEREST FOR VALUE BY LAW SCATTERING HAUCSA

*Alyeyev V.O., Lastovets'kyu R.E., Ivanov H.O.,*

*Appointment likely reject rate affects not only the magnitude of the stray field, but also its position relative to the middle of the tolerance for the manufacture of a given measure of time.*

## ВИКОРИСТАННЯ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ В СТВОРЕННІ ТЕХНІЧНОГО КРЕСЛЕННЯ

*Грубань А. - студент групи М 2/1 ТЕК МНАУ*

*Науковий керівник – Павлюченко І.С., асистент кафедри  
загальнотехнічних дисциплін*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Запропонований сучасний рівень програмних та технічних засобів електронної обчислювальної техніки з використанням ПЕОМ, а також створювати системи автоматизації розробки та виготовлення конструкторської документації.*

*Предложенный современный уровень программных и технических средств электронной вычислительной техники с использованием ПЭВМ, а также создавать системы автоматизации разработки и изготовления конструкторской документации.*

На сьогоднішній день у промисловій галузі найбільш динамічно розвиваються використання комп'ютерних графічно-інформаційних технологій. Вони невпинно розширюють свою методологічну основу, інструментальну базу й сфери застосування, охоплюючи все більш широке коло найрізноманітніших галузей промисловості і виробництва. При цьому, основним функціональним реалізатором таких технологій виступає комп'ютерна графіка, що є багатофункціональною складовою цих технологій, найлегше сприймається та найшвидше обробляється і засвоюється людиною.

Теоретичною і методологічною основою комп'ютерної графіки є всі розділи математики, фізики, основ інформатики та обчислювальної техніки, формальна логіка, теорія побудови алгоритмів, основи програмування, креслення та багато інших загально технічних дисциплін.

Сучасний рівень програмних та технічних засобів електронної обчислювальної техніки дозволяє перейти від традиційних ручних методів конструювання обладнання промисловості до нових інформаційних технологій з використанням ПЕОМ, а також створювати системи автоматизації розробки та виготовлення конструкторської документації.

Найпоширенішими сьогодні програмними пакетами для створення технічних креслень є:



- **AutoCAD** – двух- і трьохвимірна система автоматизованого проектування і креслення.



- **Компас-3D** — система автоматизованого проектування з можливостями оформлення проектної і конструкторської документації згідно стандартам серії ЄСКД.



- **TurboCAD** — система автоматизованого проектування для двохвимірною і трьохвимірною дизайну і креслення.

Вищеперераховані пакети програмного забезпечення можливо використовувати не лише на стаціонарних комп'ютерах, а й на ноутбуках, нетбуках, планшетах, смартфонах, що забезпечує мобільність користувача та наявність необхідної інформації під рукою.

Задача переходу на нові технології конструювання потребує нових методик навчання конструкторів, де центральне місце посідають методи комп'ютерної графіки як нового інструмента конструювання.

## Література

1. Васьков Ю. В. Сучасні освітні інноваційні концепції / Ю. В. Васьков. – Харків, 2000. – 120 с.

2. Иванов Н. Компьютерное образование / Н. Иванов // Компьютер пресс, 1996, №8. – С. 6.

3. <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.

## USING THE LATEST TECHNOLOGY IN CREATING TECHNICAL DRAWINGS

Hruban' A. Pavlyuchenko I.S

*Proposed by the current level of software and hardware of computer technology with the use of a PC, and create automation system design and manufacture of the design documentation.*

## ОСОБЛИВИ ВИПАДКИ ПРИ ВИРІШЕННІ ЗАДАЧ З ДИСЦИПЛІНИ МЕХАНІКА МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ РІВНЯННЯ ТРЬОХ МОМЕНТІВ

*Смішний М.Ю. студент групи М.2.3*

*Науковий керівник – асистент кафедри загальнотехнічних дисциплін  
Горбенко Н.А.*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Застосування методу сил для розкриття статичної невизначеності дозволяє при виборі основної системи відкидати не тільки зовнішні зайві зв'язки, але і внутрішні. Рішення задач в цьому випадку виявляється більш вдалим при розгляді багатопрольотних нерозрізних балок.*

*Применение метода сил для раскрытия статической неопределенности позволяет при выборе основной системы отвергать не только внешние лишние связи, но и внутренние. Решение задач в этом случае оказывается более удачным при рассмотрении многопролетных неразрезных балок.*

Нерозрізними називають балки, що лежать більш ніж на двох опорах і не мають проміжних шарнірів. Крайні опори можуть бути або шарнірними, або защемлені.

Нерозрізні балки широко застосовуються в різних конструкціях і відносяться до статично невизначених.

Застосування методу сил для розкриття статичної невизначеності дозволяє при виборі основної системи відкидати не тільки зовнішні зайві зв'язки, але і внутрішні. Рішення задач в цьому випадку виявляється більш вдалим при розгляді багатопрольотних нерозрізних балок

Розглянемо окреми випадки розв'язання таких завдань.

1. Якщо нерозрізна балка закінчується навантаженою консоллю (рис. 1, а), то її як прольот в рівняння трьох моментів не включають. Консоль замінюють моментом від прикладеного до неї навантаження, обчисленим відносно найближчої опори і прикладеним до неї з відповідним знаком (рис. 1, б). Цей момент доцільно розглядати як внутрішній і включати в ліву частину рівняння трьох моментів.

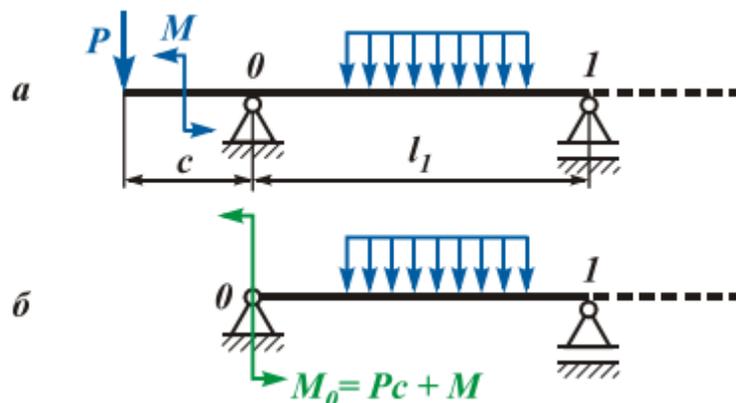


Рис.1.1. Нерозрізна балка, що закінчується навантаженою консоллю

2. Якщо кінцевий перетин нерозрізної балки жорстко защемлено (рис. 2, а), то його кут повороту дорівнює нулю ( $\alpha_{11} = 0$ ). У розкритому вигляді цю умову можна описати рівнянням трьох моментів, замінивши защемлення фіктивним прольотом  $l_0 = 0$  (рис. 2, б).

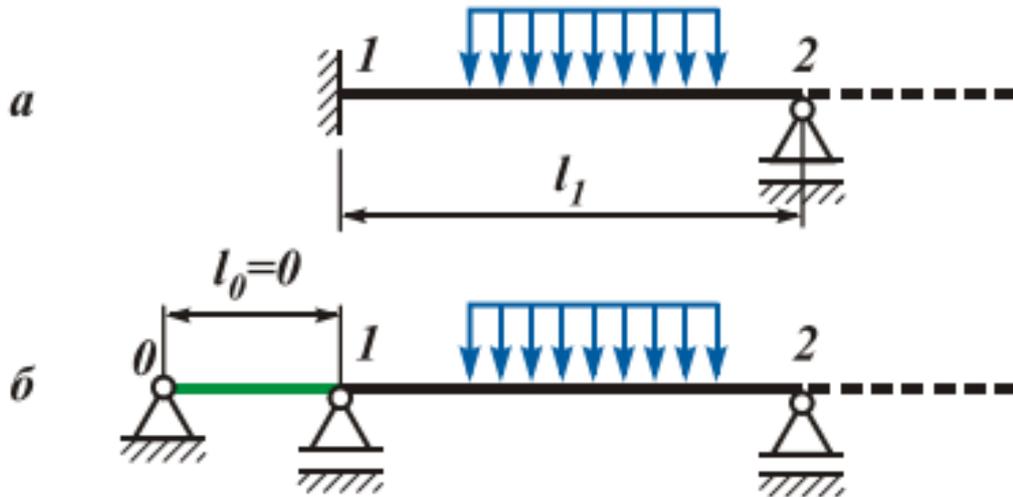


Рис.2. Нерозрізна балка з жорстким защемленням в кінцевому перерізі

Розглянувши два суміжних прольота і використавши рівняння трьох моментів, умову можна записати у вигляді:

$$2M_1l_1 + M_2l_1 = -6EI_y\alpha_{n,n+1}. \quad (1)$$

3. Якщо зовнішній момент прикладений в перетині над проміжною опорою нерозрізної балки (рис. 3, а), то його доцільно відносити до внутрішньопрольотного навантаження. Цей момент можна віднести або до одного лівого прольоту (рис. 3, б), або до одного правого прольоту (рис. 3, в), або одночасно і до лівого, і до правого прольотів при розчленуванні в довільному відношенні (рис. 3, г). Момент над проміжною опорою доцільно відносити до менш навантаженого прольоту.

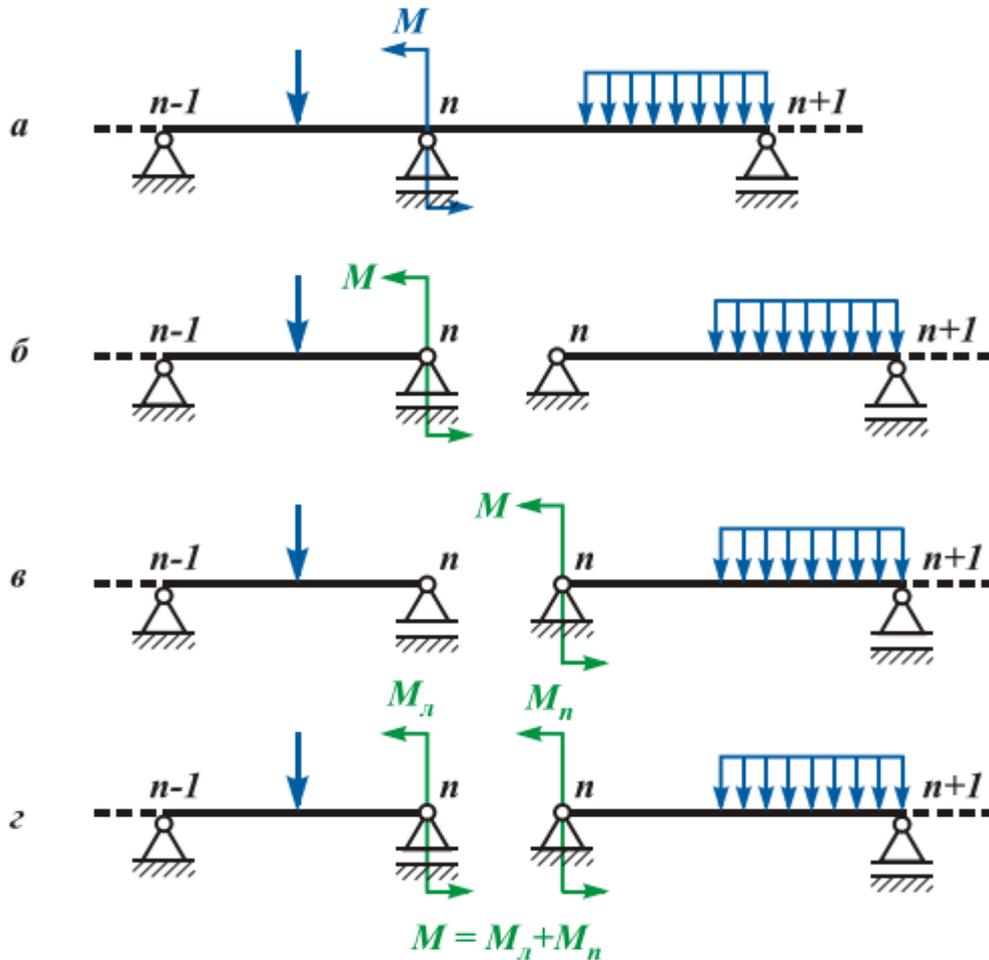


Рис.3. Нерозрізна балка з моментом прикладеним в перетині над проміжною опорою нерозрізної балки

4. Якщо зовнішній момент прикладений в перетині над крайньою опорою нерозрізної балки, то його доцільно вважати внутрішнім і враховувати в лівій частині рівняння трьох моментів.

### Література

1. Писаренко Г.С. Опір матеріалів. – К.: Вища школа. 1993р, с.145.

### SPECIAL CASES IN RESOLVING PROBLEMS WITH DISCIPLINE MECHANICS OF MATERIALS AND STRUCTURES USING EQUATION THREE POINTS

Smishnyy M.U. Horbenko N.A.

*Application of force to disclosure static uncertainty allows the selection of the main system to reject not only unnecessary external links, but also internal. Solution in this case is more successful when considering bahatoprolootnyh rigid beams.*

## ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ТЕХНОЛОГІЇ NO-TILL

*Ващинська О. - студентка групи М 2/1, Ксенік Л. – студентка групи М2/3*

*Науковий керівник – Павлюченко І.С., асистент кафедри загальнотехнічних дисциплін  
Миколаївський національний аграрний університет*

*Нульовий обробіток ґрунту (NO-TILL) є сучасною, досить складною системою землеробства, яка вимагає спеціальної техніки і дотримання технологій.*

*Нулевой обработке почвы (NO-TILL) является современной, достаточно сложной системой земледелия, которая требует специальной техники и соблюдения технологий.*

Ґрунт – жива біокосна система, яка складається з неживої скелетної частини та біологічного його компоненту. Вони тісно переплетені і взаємозалежні. В першу чергу в основі будь-якої роботи з ґрунтом базовими є його агрофізичні аспекти.

В Україні протягом останніх 20-30 років поступово склалася так звана комбінована система обробітку ґрунту, що передбачає використання різних способів і знарядь з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, вимог рослин і попередників. Ця система має чимало позитивних ознак, але варто звернути більше уваги на її недоліки.

Це – знеструктурення і ерозія ґрунтів, підвищені втрати органічної речовини як наслідок того, що верхній шар ґрунту занадто часто оброблюється і тривалий час перебуває у надмірно аерованому стані; переущільнення підорного і піднасінного (весною) шару як наслідок використання важких енергонасичених і колісних тракторів тоді, коли названі шари ґрунтів мають вологість, близьку до оптимальної, і тому найбільш вразливі до переущільнення; перевитрати пального через велику кількість окремих технологічних операцій.

Таким чином, екологічні й економічні причини потребують перегляду сучасної методології обробітку ґрунту, а також інтенсифікації наукових пошуків його здешевлення. Найвищого ефекту, за даними багатьох закордонних дослідників, можна досягти за умов застосування нульового обробітку.

Нульовий обробіток ґрунту (NO-TILL) є сучасною, досить складною системою землеробства, яка вимагає спеціальної техніки і дотримання технологій.

У порівнянні з традиційною технологією система нульового обробітку ґрунту має ряд таких переваг: економія ресурсів (пального, добрива, трудових витрат, часу, зниження амортизаційних витрат) або зниження витрат, збереження та відновлення родючого шару ґрунту, зменшення або ж навіть повне запобігання ерозії ґрунтів, накопичення вологи у ґрунті, що

особливо актуально в умовах степу і відповідно помітне зниження залежності урожаю від погодних умов. Незначне зниження урожайності за no-till технології компенсується за рахунок зниження витрат внаслідок чого підвищується рентабельність виробництва.

### **Література**

1. 1. No-till – шаг к идеальному земледелию: Под ред. В.Батурина. – К.: Вид-во “Зерно”, ЗАТ “Гроші та світ”, 2007. – 128 с
2. Кроветто К. Технологія no-till, стерня і живлення ґрунту // Пропозиція. – 2005. – №1. – С. 72–74.
3. Сайко В.Ф. Мінімальний та нульовий обробітки ґрунту, стан і перспективи їх запровадженнь в Україні / В.Ф. Сайко, А.М.Малієнко // Посібник українського хлібороба. Науково-вирбничий щорічник. – К.: Урожай, 2009. – С.178–188.
4. Рейкоски Д. Преимущества системы no-till в рамках почвозащитного земледелия / Д.Рейкоски, К.Е.Секстон // Посів по технологи no-till технології : Перев. с англ. – Днепропетровск, 2007. – С. 21–32.
5. Крижанівський В.Г. Щільність ґрунту на посівах гороху, пшениці озимої та буряків цукрових залежно від основного обробітку / В.Г.Крижанівський, П.В.Костогриз // Зб. наук. пр. Уманського НУС. –Умань, 2010. – Вип.74.– С.90–97.

## **PROCESS IMPROVEMENT OF SOIL PROPERTIES OF TECHNOLOGY NO-TILL**

Vashchyns'ka O. Ksenyk L. Pavlyuchenko I.S.

*Zero tillage (NO-TILL) is a modern, very complex system of farming that requires special equipment and compliance technologies.*

**УДК 669.017:621.785**

## **АЗОТУВАННЯ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС**

**Вілянська А.В студентка групи М1/1**

**Науковий керівник – канд. екон. наук, доцент Полянський П.М., канд. техн. наук, доцент Іванов Г.О.**

**Миколаївський національний аграрний університет**

*Для підвищення не тільки зносостійкості, а й головним чином межі витривалості все ширше піддають азотуванню деталі.*

*Для повышения не только износостойкости, но и главным образом границы выносливости все шире подвергают азотированию детали.*

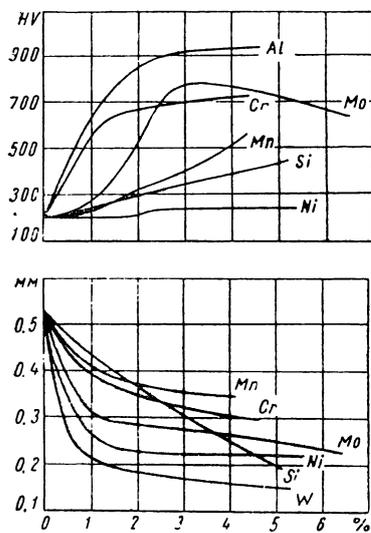
Зуби шестерні в процесі експлуатації машин піддаються: 1) згину при прикладенні максимального крутного моменту або при різкому гальмуванні, внаслідок чого може відбуватися руйнування в ніжці зуба по галтелі; 2) згину

при багатократних циклічних навантаженнях, що викликають втомне руйнування зуба в небезпечному перетині в ніжці зуба; 3) контактним напруженням на робочій поверхні в зоні зачеплення зубів; 4) зносу торцевих поверхонь при перемиканні передач. Основним критерієм працездатності шестерень є: контактна витривалість, витривалість при згині, стійкість до зношування і заїдання.

Зміцнюючі дію азотування обумовлено утворенням в поверхневому шарі дисперсних нітридів легуючих елементів які відповідають вказаним вимогам.

Найбільшу твердість - після азотування надає сталі алюміній, який утворює в ній дисперсні нітриди (рис. 1).

Рис. 1. Вплив легуючих елементів на поверхневу твердість і глибину азотованого шару



Первісне уявлення про роль частинок нітридів як «шипів», що перешкоджають ковзанню і підвищують твердість сталі, позначилося недостатнім у зв'язку з розвитком дислокаційної теорії будови реальних кристалів. Відповідно до теорії дислокацій, частки другої фази є перешкодами при пересуванні дислокації. Зустрічаючи на своєму шляху частинки другої фази, дислокації можуть або сповільнювати свій рух, або повністю припинитися. Якщо дислокації все ж минули (обігнули) частинку, то навколо останньої залишається петля дислокацій і, отже, поле подальших напруг. Наближаючись до таких ділянок, інші дислокації будуть відчувати гальмування; напруги, необхідної для подолання часток, навколо петлями, набагато більше, ніж при відсутності петель. Зміцнення сплаву буде тим більше, чим менше відрізки, на які може переміщатися дислокація, що безпосередньо пов'язано з дисперсністю утворених нітридів, тобто міжчастинковою відстанню. Коли більшість міжчасткових обсягів буде заповнено петлями (і буде під впливом полів напруг), настане стан максимального зміцнення.

Найбільш широко застосовується сталь 38ХМЮА. Ця сталь має високі механічні властивості, наскрізь прогартованість при діаметрі до 50 мм, набуває після гарту твердість НВ 420-480, а після відпустки при 600-625 °С твердість НВ 260-290.

Сталь 38ХМЮА рекомендується гартувати з 930 °С в маслі або воді, причому оптимальна міцність досягається при гарті у воді (рис. 2). Мінімальна крихкість азотованого шару на сталі 38ХМЮА, загартованої з 900 °С в маслі, досягається при відпустці на більш низьку твердість (HRC 25-27). Меншою крихкістю володіє азотований шар сталі, загартованої з 930 °С у воді. Високочастотний нагрів цієї сталі під загартування - забезпечує отримання більш тонкої структури, що сприяє суттєвому підвищенню в'язкості азотованого шару.

Наявність в сталі 38ХМЮА значної кількості алюмінію викликає ряд ускладнень в технології виплавки, а також в гарячій механічній і термічній обробках. У зв'язку з цим впроваджена у виробництво сталь 38ХВФЮА, яка не має у своєму складі молібдену та має 0,4-0,7% Al. У порівнянні зі сталлю 38ХМЮА ця сталь має таку ж міцність, в'язкість, прогартованість, але її твердість після азотування помітно нижче, а азотований шар менш крихкий.

Для підвищення не тільки зносостійкості, а й головним чином межі витривалості все ширше піддають азотуванню деталі, що працюють в умовах повторно-змінних навантажень і виготовлені з сталей 30Х2Н2ВФА, 18Х2Н4ВА, 30Х2Н2ВА, 40ХНВА, 40ХНМА, 30Х3ВА, 30ХНМФ, 30ХН3МФ, 30ХМФ та ін.

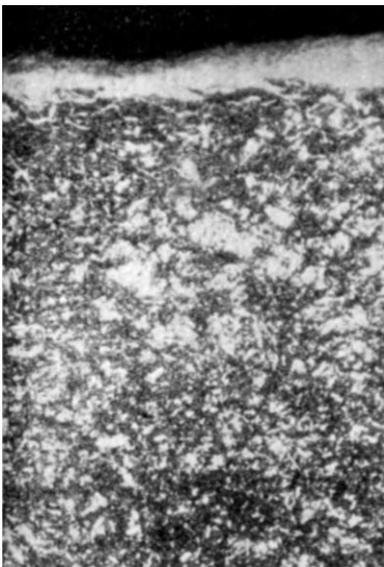
Поверхнева твердість цих сталей після азотування невелика і коливається в межах HV 550-900, але прогартованість більшість з них вище, ніж у сталі 38ХМЮА, а азотований шар менш твердий і крихкий.

Азотуванням поліпшується леговані сталі, наприклад 40Х. Після азотування ці сталі отримують більш низьку твердість, ніж після цементації (HRC 50-58 при перекладі з HV 10).

Поверхневий шар азотованого 38ХМЮА частіше розташовується тонка непротравлююча нітридна зона, яка складається з  $\epsilon$ -і  $\gamma'$ -фаз або з  $\xi$ -,  $\epsilon$ - і  $\gamma'$ -фаз. Під цією зоною знаходиться основна зона азотованого шару, що відрізняється при невеликому збільшенні від сорбітної структури серцевини сталі лише більшим травленням. Ця зона складається з  $\alpha$ - і  $\gamma'$ -фаз; в тій її частині, яка примикає до нітридної кромки, іноді присутні нітриди заліза у вигляді тонких прожилок. Дисперсні нітриди легуючих елементів при звичай прийнятих збільшеннях мікроструктури не видні.

На підставі електронно-мікроскопічного дослідження прийшли до висновку, що в азотованому шарі сталі 38ХМЮА під впливом виділяються нітридів легуючих елементів відбувається дроблення блоків.

Рис. 2. Мікроструктура азотованого шару сталі 35ХМЮА, 520 °С. 48 год (X150)



Нітриди мають розміри близько 200-500 Å і розташовуються переважно по межах цих блоків. Достовірних відомостей про величину і твердість нітридів алюмінію, що виділяються в сталі, немає.

При великому вмісті в сталі нітридоутворюючих легованих елементів нітридні фази можуть бути виявлені рентгеновським і мікроскопічним методами.

Азотований шар має високу твердість (Рис. 3) і зносостійкість. Зносостійкість азотованого сталі в 1,5-4 рази вище зносостійкості загартованих високовуглецевих, цементованих і навіть вище нітроцементованих сталей.

Азотування знижує в'язкість сталі, підвищує її міцність, послаблює вплив концентраторів напружень на зменшення межі

витривалості сталі (рис. 3) і істотно підвищує межу витривалості, особливо тонких деталей і деталей, що працюють в деяких корозійних середовищах.

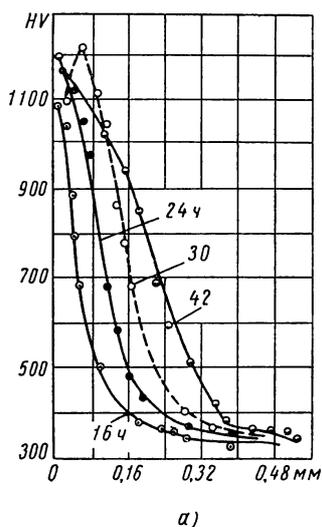


Рис. 3. Розподіл твердості і мікротвердості по глибині азотованих шарів у сталі 35XМЮА, азотований при 520 °С

Азотований сталь володіє теплостійкістю, і її твердість зберігається після впливу високих температур (рис. 4). Наприклад, сталь 38XМЮА зберігає свою твердість при нагріванні до 500-520 °С протягом декількох десятків годин. Ще більшу стійкість твердості протидії високих температур (до 600 °С) має аустенітна сталь. Однак при тривалій експлуатації в умовах високих температур азотований шар поступово розсмоктується, на поверхні утворюються оксиди і відбувається глибока дифузія кисню по нітридним прожилкам, що утворюється як у процесі азотування, так і при тривалому нагріванні під час експлуатації.

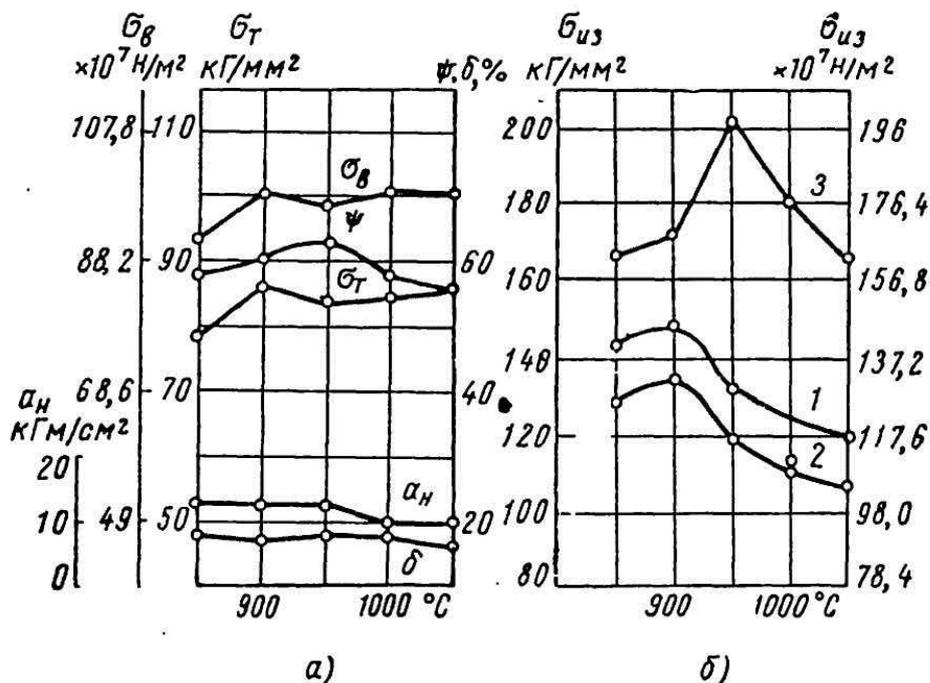


Рис. 4. Вплив температури гарту на різні механічні властивості азотованих пластинок із сталі 38XМЮА, загартованих у воді (а), і на межу їх міцності при вигині (б) після гарту в маслі (криві 1 і 2) і загартування у воді (крива 3).

## Література

1. Лахтин Ю.М. Металловедение й термическая обработка металлов. – М: – "Металлургия", 1986.

2. Минкевич А.Н. - Химико-термическая обработка металлов и сплавов. – М: – "Машиностроение", 1965.
3. Гуляев А.П. Металловедение. – М.: «Металлургия», 1982.

## **NITRIDING GEARS**

Volyans'ka A.H Polyans'kyu P.M. Ivanov H.O

*To improve not only durability but also mainly endurance limit is increasingly subjected to nitriding details.*

**УДК 621.822.6**

## **АНТИФРИКЦІЙНІ СПЛАВИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛЬНИЦЬ КОЧЕННЯ**

***Некрасов В.С. студент групи М4/1***

***Науковий керівник – канд. екон. наук, доцент Полянський П.М., канд. техн. наук, доцент Іванов Г.О***

***Миколаївський національний аграрний університет***

*В статті проведений аналіз використання антифрикційних матеріалів для виготовлення вальниць кочення.*

*В статье проведен анализ использования антифрикционных материалов для изготовления вальница качения.*

Антифрикційні сплави які використовуються для виготовлення вальниць кочення залежно від хімічного складу можна поділити на наступні групи: а) олов'яні і свинцеві бабіти; б) свинцеві бронзи; в) сплави на основі алюмінію або магнію; г) сплави на основі кадмію; д) сплави на основі цинку; е) сплави на основі срібла.

Сплави повинні витримувати високий питомий тиск та володіти наступними властивостями: низьким коефіцієнтом тертя; високою зносостійкістю поверхні; доброю теплопровідністю; стійкістю до корозії.

Вимоги 1 і 2 задовольняються тоді, коли поверхні вала і вкладиша розділені плівкою мастила. Якщо структура вкладиша неоднорідна і складається з твердих включень і м'якої основи (правило Шарпи), то після нетривалої роботи на поверхні вкладиша утворюється мікрорельєф - виступають тверді включення і між валом і вкладишем утворюється простір, в якому утримується мастило (рис. 1).

Олов'яно-свинцеві бабіти.

Основу олов'яних і свинцевих бабітів складають м'які пластичні метали - олово і свинець. Мікроструктура цих бабітів найбільш повно задовольняє правило Шарпи. Висока пластичність основи сплаву забезпечує хорошу пристосованість його, а наявність твердих кристалів дозволяє витримувати високий тиск.

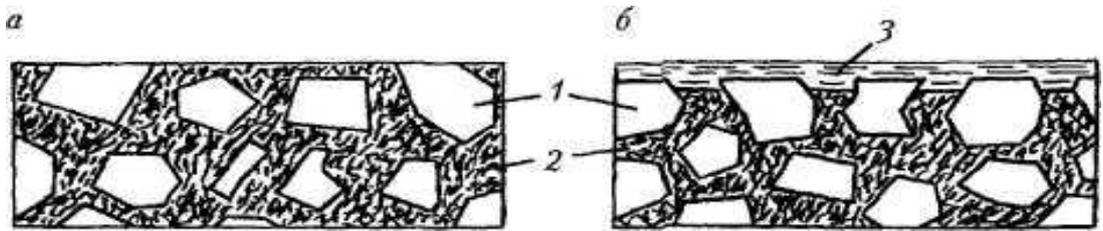
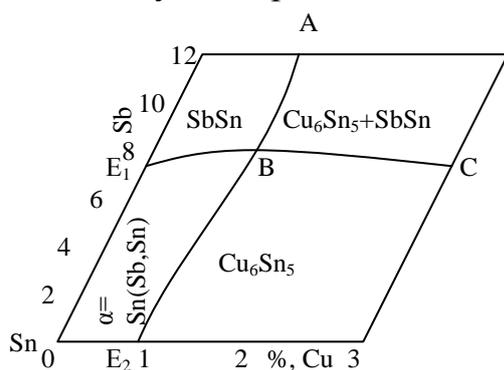


Рис. 1. Мікроструктура сплавів для вальниць кочення:  
 а - до початку роботи; б - після нетривалої роботи; 1 - тверді включення; 2 - м'яка основа; 3 - мастило

Найбільш поширеними добавками в олов'яних бабітах є сурма і мідь. Твердість свинцю - 3НВ, олова 5НВ, сурми 30НВ, евтектики Pb-Sb (7-8)НВ, тому найкращим є евтектичні сплави (16-18% Sb).

Внаслідок утворення  $\alpha$ -твердого розчину сурми в олові твердість основи сплаву підвищується, але пластичність залишається досить високою. При вмісті 7,5% Sb і більше в структурі сплаву сплавляються тверді  $\beta$ -кристали з ґраткою хімічного з'єднання SbSn. Олово розчиняє в собі невелику кількість міді, при 1% Cu кристалізується евтектика, що складається майже з чистого олова і незначної кількості кристаликів хімічної сполуки  $Cu_6Sn_5$  або  $CuSn$ .

Мал. 2. Будова трійникових сплавів Sn-Sb-Cu.



Зазвичай в сплав вводять не менше 2% Cu, щоб запобігти ліквідації легких кристалів SbSn. Таким чином структури промислових сплавів знаходяться правіше лінії  $E_2BA$  і в них завжди присутні голки хімічного з'єднання  $Cu_6Sn_5$  на основі кристалів олов'яного твердого розчину і евтектики. Твердість кристалів  $Cu_6Sn_5$  і SbSn значно вище, ніж у евтектики (відношення їх

твердість 10:4:1). Цинк, миш'як і залізо також є шкідливими домішками в олов'яних бабітах, особливо якщо робоча температура вальниць кочення висока. Цим і пояснюється жорсткі обмеження вмісту перерахованих домішок в сучасних стандартах.

При робочих температурах, що не перевищують 80-90 °С, і відносно невисоких ударних навантаженнях цілком придатні свинцеві бабіти. Експлуатаційна стійкість їх не нижче, ніж у олов'яних бабітів. Дефіцит і дорожнеча олова призвела в останні роки до використання свинцевих бабітів в самих різних галузях машинобудування. У порівнянні з олов'яними і свинцеві бабіти володіють більшою твердістю і міцністю, але вони більш крихкі, менш теплопровідні і більш складні у виготовленні, тому їх використовують при значно менших навантаженнях, ніж свинцеві бабіти. Отже олов'яна основа в'язка, пластична і менш схильна до втомного руйнування.

Склад бабіту Б88 - 7,3...7,8% Sb, 2,5...3,5% Сі, 0,8...1,2% Cd, 0,15...0,25% Ni, Sn - основа. Застосовуються для виготовлення важконавантажених вальниць кочення турбін, турбонасосів, турбокомпресорів.

Олов'яносвинцевосурм'яний бабіт Б16 (16% Sn) дешевший олов'яносурм'яного, а за якістю поступаються не набагато (Sn і Sb по 15-17%, основа Pb). Застосовуються для виготовлення середньоагружених вальниць кочення автомобільних моторів.

Кальцієві бабіти (БК) належать до системи Pb-Ca-Na. М'якої складовою є  $\alpha$ -фаза (твердий розчин Na і Ca в Pb), твердими включеннями - кристали  $Pb_3Ca$ . Натрій та інші елементи, що вводяться в сплав, підвищують твердість  $\alpha$ -розчину. Бабіти БК володіють хорошими антифрикційними властивостями, менш крихкі і більш зносостійкі, ніж бабіти БС. Застосовуються на залізничному транспорті (вальниць кочення вагонів, колінчастого вала тепловозних двигунів і т. д.).

#### *Свинцева бронза.*

Розвиток авіаційного моторобудування зажадало значного збільшення питомої нити тиску і швидкостей ковзання у вальниць кочення. В умовах погіршення температурного режиму виявилися непридатними навіть найкращі високоолов'яні бабіти з причини їх недостатньої міцності і опору втоми. Потреба в новому матеріалі, якісно відповідає підвищеним вимогам, була задоволена застосуванням свинцевої бронзи. Склад БрС30: 27-31% Pb; до 0,1% P; інше Cu.

Свинець практично не розчинний у твердій міді, і, відповідно структура усіх свинцевих бронз так само гетерогенна, як і бабітів, але, відмінністю, що в них основною масою в структурі є більш тверда мідь, в якій розташовані включення м'якого свинцю.

З числа всіх сплавів для вальниць кочення свинцювата бронза володіє найбільш високою теплопровідністю.

При підвищених температурах міцність свинцюватої бронзи не зазнає істотних змін (аж до 200 °С). Зниження твердості спостерігається, лише починаючи від 150 °С.

У порівнянні з іншими антифрикційними сплавами свинцюваті бронзи проявляють при терті більш низьку температур.

Більш висока теплопровідність, міцність при підвищених температурах і опір втоми ставлять свинцювату бронзу (особливо леговану оловом) на перше місце серед усіх сплавів для вальниць кочення, для найбільш потужних авіаційних, танкових, автомобільних моторів і дизелів.

#### *Сплави на основі кадмію.*

У міднокадмієвих сплавах основними кристалами є кристали хімічного з'єднання  $CuCd_3$  які розташовані в евтектиці  $Cd+\epsilon$ , що служить м'якою основою. Срібло, розчиняється у кадмії в декількох відсотках, підвищуючи твердість м'якої основи. Згідно потрібний діаграмі, сплави зі складом до 1,2% Cu і до 2,5 Ag, складаються з евтектики і кристалів твердого розчину срібла в кадмії. Сплави, що містять понад 1,2% Cu і до 2,5% Ag складаються з евтектики і кристалів хімічного з'єднання  $CuCd_3$ .

Визначення твердості окремих структурних складових за допомогою алмазного вістря показало, що опорні кристали кадмієві сплавів мають лише трохи більшу твердість, ніж кристали олов'яних бабітів, і, таким чином, їх дія на вал досить м'яке.

Твердість кадмієвих сплавів в області робочих температур висока і набагато вище, ніж у олов'яних бабітах. Робоча температура вальниць кочення не повинна перевищувати 80 °С.

Особливістю кадмієвих сплавів є схильність до корозії в мастильних маслах, що містять кислоти, а присутність магнію підсилює корозію. Для підвищення корозійної стійкості наносять на робочу поверхню сплаву електролітичним шляхом індій і відпалюють при 170 °С з метою дифузії; у присутності 0,2 % індію в поверхні шарі сплаву опір корозії значно підвищується. Кадмієві сплави володіють високим коефіцієнтом лінійного розширення:  $\alpha = 28-30 \cdot 10^{-6}$ . Усадка їх досягає 0,9%.

Кадмієві сплави нагріваються менше, ніж бабіт з 80% олова, і навантаженість їх значно вище.

За даними науково-дослідних робіт кадмієві сплави поступаються за навантаженості свинцевої бронзи, але вони значно менше зношують вал і, таким чином, є проміжними за властивостями і працездатністю між олов'яним бабітом і свинцевою бронзою. Вони добре пристають до сталевого корпусу вкладиша і мають значно більш високу межу втоми, ніж бабіт, але поступаються в цьому відношенні свинцевої бронзі.

Сплави кадмію з міддю і сріблом застосовуються для вальниць кочення автомобільних моторів.

#### *Сплави з легких металів.*

Сплави з легких металів можуть бути поділені на наступні основні групи: сплави на основі Al-Cu, Al-Si, Al-Sb, Al-метал залізної групи.

Сплави Al-Cu містять від 4 до 15% Cu. Вони складаються з кристалів твердого розчину міді в алюмінію і евтектики алюмінію з хімічним з'єднанням  $\text{CuAl}_2$ . кристал  $\text{CuAl}_2$  є твердою структурної складовою цих сплавів.

У сплавах Al-Si від 12 до 20 % Si, твердої структурної складає кристали кремнію; в сплавах Al-Sb - кристали хімічного з'єднання AlSb, в сплавах алюмінію з металами залізної групи опорними кристалами є хімічне з'єднання  $\text{Al}_3\text{Fe}$  або  $\text{Al}_3\text{Ni}$ .

Опорні кристали алюмінієвих сплавів мають досить високу твердість, причому найбільшою твердістю відрізняються кристали кремнію. Більшість запропонованих сплавів містить ще інші метали, що вводяться в невеликій кількості.

Зміна властивостей алюмінієвих сплавів у інтервалі робочих температур вальниць кочення (до 150 °С) не значні.

Алюмінієві сплави мають високу теплопровідність і великим коефіцієнтом лінійного розширення. Лише сплави з високим вмістом кремнію мають коефіцієнт лінійного розширення майже такий же, як і у бронз. Алюмінієві сплави витримують великий питомий тиск.

Алюмінієві сплави мають значно більшу твердість, ніж олов'яні бабіти, і для роботи в парі з ними рекомендується мати сталеві шийки підвищеної твердості, а робочу поверхню вальниці кочення ретельно і гладко обробленої. При цих умовах вальниця кочення і шийка зношуються рівномірно і незначно. Другою особливістю алюмінієвих сплавів є їх високий коефіцієнт лінійного розширення, у зв'язку з чим вальниця кочення повинен мати зазор більше звичайного (до 0,1 мм) і збірка повинна бути особливо ретельною. При невиконанні цих умов зазор може зникнути і настане передчасних заїдання.

Найбільше застосування на практиці мають сплави мідноалюмінієві, залізоалюмінієві і нікельоалюмінієві, які володіють хорошими ливарними властивостями.

Сплави АОЗ-1 і АО9-2 (Sn - 9%, Сі - 2%) рекомендуються для вальниць кочення верстатів, невідповідальних і мало-навантажених деталей літака і для інших вальниць кочення товщиною не більше 10 мм, сплави АО20-1, АН2.5 (Ni - 2,5%) - для отримання біметалічної стрічки зі сталлю методом прокатки що працюють в умовах середнього навантаження не більше 200-300 МПа і коловою швидкістю 15-20 м/с з добрим змащенням.

#### *Цинкові сплави.*

Твердої структурної складової в цих сплавах є кристали хімічного зієднання міді з цинком, основою сплаву служить м'яка евтектика з вкрапленнями свинцю. Твердість цих сплавів НВ 60-100 кг/мм<sup>2</sup>. Присутність олова в сплаві надає антифрикційні властивості і здатність добре припаюватися до сталі.

Сплав, що містить 10% Cu і 5% Al, складається з кристалів багатих міддю, і евтектики, а сплав з 10% Al і 5% Cu має в якості твердої фази кристал багатих алюмінієм, а основа є евтектика.

Збільшення вмісту міді сприяє підвищенню твердості і опору стисненню і зменшує опір удару. Цинкові сплави легко пресуються, після чого їх пластичні властивості значно підвищуються.

При підвищенні температури механічні властивості цинку різко знижуються. Твердість цинкових сплавів при підвищенні температури до 100 °С зменшується вдвічі, в той час як твердість свинцевої бронзи майже не змінюється.

Великий коефіцієнт лінійного розширення цинку  $\alpha = 29,76 \cdot 10^{-6}$  повинен прийматися до уваги при виготовленні вальниць кочення, потрібно збільшений зазор. Зниження механічних властивостей при підвищенні температури, призведе до застосовувати цинкових сплавів при температурі вальниць кочення не вище 80 °С.

Цинкові сплави ЦАМ10-5, ЦАМ5-10, ЦАМ9 експлуатуються в умовах середніх навантажень, але за своїми антифрикційним властивостями вони значно поступаються олов'яній бронзи. По опору займають положення між бабітами і олов'яними бронзами.

Окрім дотримання встановлених умов роботи по навантаженню, швидкості ковзання і температурі цинкові сплави вимагають також добру змащувальність і відсутності ударних навантажень. Цинкові сплави використовують у вальниць кочення верстатів, малопотужних пресів, насосів, трансмісій, монометалевих вкладишів, втулок, для отримання біметалевих смуг зі сталлю і алюмінієвими сплавами.

*Сплави на основі срібла.*

Срібло, яке є м'яким, пластичні металом, застосовується у вальниць кочення на більш потужних авіаційних моторів. Вальниця кочення готується або шляхом електролітичного осадження срібла на робочу поверхні вкладиша, або шляхом виливки. Робочий шар вальниць кочення, виготовлених шляхом електролізу, містить не менше 99,75% срібла. Попередньо на сталевий корпус вкладиш з маловуглецевої сталі наноситься тонкий шар міді або нікелю, потім вкладиш покривається сріблом і відпалюється при 500 °С на протязі години. Після остаточної механічно обробки робоча поверхня срібної вальниці кочення покривається шаром свинцю товщиною в 20-30 мікрон.

Фізичні і механічні властивості антифрикційних сплавів для виготовлення вальниць кочення

Сплав	Властивості				
	Коефіцієнт лінійного розширення $\alpha$ , $10^{-6}$	Теплопровідність, кал/см·сек·град	Твердість по Бринелю НВ, кг/мм <sup>2</sup>	Опір втоми, кг/мм <sup>2</sup>	Границя міцності на розтяг $\sigma_B$ , кг/мм <sup>2</sup>
Лите срібло	20,5	1	26-35	4,5	
Б83 ол83			-		7
Б16 ол16			30		7,8
БрС30			30	2,8	3,8
АО9-2		-	50-60		78-105
<b>ЦАМ10-5</b>	27	0,24	95-100		28-30

Самозмазуючі вальниці кочення отримують методом порошкової металургії з матеріалів різної композиції: залізо-графіт, залізо-мідь (2-3%) - графіт або бронза-графіт. Графіту вводять 1-4%. Після спікання утворюється 15-35% пір, які заповнюються маслом. Масло і графіт змащують поверхні тертя. Такі вальниці кочення працюють при невеликих швидкостях ковзання (до 3 м/с), відсутності ударних навантажень, їх встановлюють у важкодоступних для змащення місцях.

Металофторопластові вальниці кочення. Їх виготовляють з металофторопластова стрічки (МФПл).

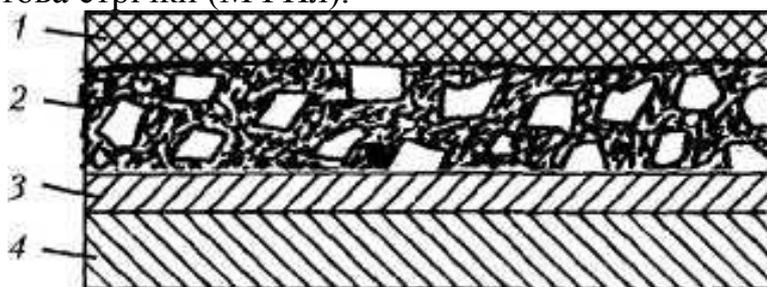


Рис. 3. Схема металофторопластова стрічки МФПл

Стрічка складається з 4-х шарів:

- 1-й шар - спрацьований, виконаний з фторопласту, наповненого дисульфідом молібдену (25% по масі); товщина шару 0,01 ... 0,05 мм (для великих зносів 0,1 ... 0,2 мм).

- 2-й шар (-0,3 мм) - бронзофторопластовий. Являє собою шар пористої бронзи БрО10Ц2, отриманий спіканням часток порошку сферичної форми. Пори заповнюються сумішшю фторопласта з 20% Рв.

- 3-й шар (0,1 мм) утворений міддю. Він забезпечує міцність зчеплення бронзового пористого шару з 4-м шаром.

- 4-й шар являє собою сталеву основу зі сталі марки 08 кп, товщина 1-4 мм

Комбіновані матеріали використовують у вузлах тертя, що працюють без мастильного матеріалу.

### **Література**

1. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов. – М: – "Металлургия", 1986.

2. Минкевич А.Н. - Химико-термическая обработка металлов и сплавов. – М: – "Машиностроение", 1965.

3. Гуляев А.П. Металловедение. – М.: «Металлургия», 1982.

4. Чудаков Е.А. Энциклопедический справочник машиностроения. – М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1947.

### **ANTIFRICTION ALLOYS PRODUCTION ROLLING BEARING**

Nyekrasov V.S Polyans'kyu P.M., Ivanov H.O

*The article analyzes the use of anti-friction materials for the manufacture of rolling bearings.*

**УДК 620.178.7:669.14**

### **МЕТАЛОКЕРАМІЧНІ ФРИКЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ**

***Владимиров О.С. студент ТЕК Е2/1***

***Науковий керівник – канд. екон. наук, доцент Полянський П.М***

***Миколаївський національний аграрний університет***

*В роботі розглянуто ефективність використання металокерамічних матеріалів та сплавів.*

*В работе рассмотрена эффективность использования металлокерамических материалов и сплавов.*

Металокераміка або порошкова металургія - галузь технології, яка займається виготовленням металевих порошків і виробів з них. У практиці знаходять застосування порошки майже всіх металів і великої кількості сплавів.

Для одержання металевих порошків застосовують фізико-механічні і фізико-хімічні способи. До перших відносять механічне подрібнення (різанням, на бігунках, в кульових або вихрових млинах та ін.), лиття в воду, перемішування розплаву при кристалізації, розпилювання його повітрям або паром (іноді одночасно з механічним впливом); до других - відновлення оксидів, руд або солей, електроліз водних розчинів або розплав середовищ, термічна дисоціація карбонітів, дифузія і хімічна реакції при нагріванні порошків металів і неметалів, хімічне подрібнення (міжкристалічна корозія), електроерозія.

Металеві порошки в пропорціях перемішують в змішувальній камері барабанного або відцентрового типу, в кульових або вібраційних млинах.

Вироби з порошкової шихти (пресування) отримують пресуванням на гідравлічних, механічних та спеціальних автоматичних пресах одностороннього та двостороннього дії.

Об'єм (висота) засипки зменшується при пресуванні в 2,5-4 рази. Висота пресовки для забезпечення відносної рівної щільності її не повинна перевищувати товщину стінок більш ніж в 15-17 разів, а діаметр пресування - понад 4 раз. Тиск пресування 1000-10 000 кг/см<sup>2</sup>, при цьому величина бічного тиску становить 25-30% тиску пресування.

Тиск випресовки виробів з прес-форми становить 5-65% тиску пресування - залежно від висоти виробу.

При нагріванні порошкового тіла (пресування) відбувається випаровування газів, випаровування вологи, відновлення оксидів, дифузійні поверхневі та об'ємні процеси. В результаті спікання між частинками порошку розвиваються міцні металеві зв'язки і відбувається зменшення розмірів (усадка) виробу.

Основними компонентами металокерамічних фрикційних матеріалів є - мідь, олово, свинець і графіт. Ряд сплавів мають також залізо, кремній і цинк. Типовий хімічний склад фрикційних сплавів: 60-75% Cu, 5-10% Sn, 6-15% Pb, 5-8% графіту, до 2% Si, до 10% Fe.

Внаслідок невисокого опору розриву і зрізу металокерамічні фрикційні матеріали наносяться на сталеву основу (диск або стрічку) тонким шаром товщиною від 0,25 до 8-10 мм і іноді до 6 мм.

Металокерамічні фрикційні матеріали володіють високими експлуатаційними властивостями, зносостійкістю і корозостійкістю.

Найбільш поширений вид виробів - пористі залізграфітові і бронзографітові втулки. Застосовують також пористі залізні, бронзові, залізо міднографітові і чавунні сплави. Типова структура бронзографіта твердий розчин Cu-Sn з включеннями вільного графіту, залізграфіта - перліт з включеннями фериту і цементиту.



Мал. 1

Вироби з фрикційних матеріалів використовують у вигляді накладок на сталю підставу гальмівного елемента мал. 1. Допускають гальмування з високих швидкостей при великих навантаженнях: 30-500 м/сек до 20 кгГ/см<sup>2</sup> - без змащення; 50-70 м/сек до 70 кгГ/см<sup>2</sup> - з мастилом. Склад створюється на мідній або залізною основі з добавками Sn, Pb, графіту, Сі, Fe, Zn, Si, SiO<sub>2</sub>. Властивості фрикційних матеріалів наведено в табл. 1. Фрикційний шар гальмівних дисків спікають разом зі сталевим підставою під тиском або попередньо спіканні деталі приклеюють (приклепують) до основи. Фрикційні елементи з металокерамічного матеріалу в порівнянні з іншими матеріалами мають кращу теплопровідність, високу довговічність, стабільний коефіцієнт тертя, не втрачають своїх якостей при роботі в маслі.

Таблиця 1.

Властивості фрикційних металокерамічних матеріалів

Параметри	На мідній основі	На залізній основі
Щільність, г/см <sup>3</sup>	5,8-6,0	6,0-6,2
Твердість НВ	18-25	25-35
Опір зрізу, кг/мм <sup>2</sup>	6-7	22-23
Опір стиску, кг/мм <sup>2</sup>	25-28	100-120
Коефіцієнт тертя по сталі в суху	0,26-0,30	0,26-0,32
Коефіцієнт тертя в маслі	0,1-0,12	0,1-0,12
Коефіцієнт лінійного розширення при 20-500 °С, 1/град	(17,6-32,0)10 <sup>-4</sup>	-
Теплопровідність при 100-600 °С, кал/(см·сек·град)	0,095-0,1	-
Максимально допустима робоча температура, °С	300	700

## **Література**

1. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов. – М.: – "Металлургия", 1986.
2. Минкевич А.Н. - Химико-термическая обработка металлов и сплавов. – М.: – "Машиностроение", 1965.
3. Гуляев А.П. Металловедение. – М.: «Металлургия», 1982.
4. Чудаков Е.А. Энциклопедический справочник машиностроения. – М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1947.

## **METAL-CERAMIC FRICTION MATERIALS I**

Vladymyrov O.S Polyans'kyu P.M

*The paper considers the effectiveness of the use of metal-ceramic materials and alloys.*

**УДК 517.91**

## **РЕКУРЕНТНІ СПІВВІДНОШЕННЯ**

*Непом'яций О.М., студент групи ОіА1/2*

*Науковий керівник - ас. Самойленко Є. Є.*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*У статті пропонується аналітичне рішення для спеціального класу нелінійних рекурентних співвідношень.*

*В статье предлагается аналитическое решение для специального класса нелинейных рекуррентных соотношений.*

Рекурентним співвідношенням називається формула виду

$$a_{n+1} = F(a_n, a_{n-1}, \dots, a_{n-k+1}),$$

де  $F$  – деяка функція від  $k$  аргументів. Загальновідомими прикладами рекурентних співвідношень є:

- послідовність Фібоначі  $a_{n+1} = a_n + a_{n-1}$ ,  $a_1 = 1$ ,  $a_2 = 1$ ,  $n \geq 2$ ;
- арифметична прогресія  $a_{n+1} = a_n + d$ ;
- геометрична прогресія  $a_{n+1} = a_n \cdot d$ ;
- рекурентне співвідношення  $n!$   $a_{n+1} = (n+1) \cdot a_n$ ,  $a_0 = 1$ ,  $a_1 = 1$ ,  $n \geq 1$ ;

тощо.

Розглянемо таку рекурентну послідовність функцій:

$$F_n(x) = xF_{n-1}(x) - F_{n-2}(x), \quad n \geq 2,$$

з початковими умовами  $F_0(x) = 1$ ,  $F_1(x) = x$ . Для знаходження розв'язку застосуємо стандартну техніку розв'язку рекурентних співвідношень:

1. складаємо та розв'язуємо характеристичне рівняння рекурентного співвідношення;

2. запишемо загальний розв'язок рекурентного співвідношення;
3. знайдемо частинний розв'язок, що задовольняє початковим умовам.

Отже, характеристичне рівняння  $t^2 - xt + 1 = 0$  рекурентного співвідношення  $F_n(x) = xF_{n-1}(x) - F_{n-2}(x)$  має корені  $t_{1,2} = \frac{x \pm \sqrt{x^2 - 4}}{2}$ .

Для зручності введемо позначення  $m = \frac{x + \sqrt{x^2 - 4}}{2}$ , тоді другий корінь характеристичного рівняння рекурентного співвідношення дорівнює  $m^{-1}$ , тобто  $m^{-1} = \frac{x - \sqrt{x^2 - 4}}{2}$ . Значення  $x$  за відомим  $m$  обчислюється за формулою  $x = m + m^{-1}$ .

Запишемо загальний розв'язок  $F_n(x) = C(x)m^n + D(x)m^{-n}$ . Знайдемо  $C(x)$  та  $D(x)$  покладаючи у загальному розв'язку спочатку  $n = 0$ , а потім  $n = 1$ . Тоді з врахуванням початкових умов  $F_0 = 1$ ,  $F_1(x) = m + m^{-1}$ , отримаємо

$$\begin{cases} C(m) + D(m) = 1, \\ C(m)m + D(m)m^{-1} = m + m^{-1}. \end{cases}$$

Розв'яжемо систему:

$$C(x) = \frac{m}{m - m^{-1}}, \quad D(x) = \frac{m^{-1}}{m - m^{-1}}$$

і, як наслідок,

$$F_n(x) = (m - m^{-1})^{-1} (m^{n+1} - m^{-n-1}),$$

або що те саме

$$F_n(x) = \frac{\left( \left( \frac{x + \sqrt{x^2 - 4}}{2} \right)^{n+1} - \left( \frac{x + \sqrt{x^2 - 4}}{2} \right)^{-n-1} \right)}{\left( \frac{x + \sqrt{x^2 - 4}}{2} - \left( \frac{x + \sqrt{x^2 - 4}}{2} \right)^{-1} \right)}.$$

## Литература:

1. <http://uk.wikipedia.org/wiki/Рекурентне-співвідношення>
2. Москалёва Ю. П., Самойленко Ю. С. Введение в спектральную теорию графов: Учебное пособие. – Киев: “Центр учебной литературы”, 2007.
3. Самойленко Є. Є. Про одну  $C^*$ -алгебру породжену  $n$ -кою ортопроекторів // XV Міжнародна конференція ім. акад. М. Кравчука. – К., 2014. – С. 216.

## RECURRENCE RELATION

Непомняшчыу О.М., Samoilenko E. E

*The article proposes an analytical solution for the special class of nonlinear recurrence relations.*

УДК 330.09 : 658.15

## МАТЕМАТИЧНІ РОЗРАХУНКИ В ЕКОНОМІЦІ

**Вілянська А.В. студентка групи М1/1**  
**Науковий керівник: ас. Євстрат'єв С.В**  
**Миколаївський національний аграрний університет**

*У даній роботі показаний зв'язок математичних понять «об'єм», «площа» з питаннями економії витратних матеріалів при виготовленні пакувального матеріалу на прикладі упаковок виробника «Greenfield», 50г, і «Batik», 50г.*

*В данной работе показана связь математических понятий «объем», «площадь» с вопросами экономии расходных материалов при изготовлении упаковочного материала на примере упаковок производителя «Greenfield», 50г, и «Batik», 50г.*

Глобальна світова криза, що трясє сьогодні країни і континенти, - це особливе явище, якого людство ще не знало. Воно, безумовно, відноситься до категорії явищ, що не мають аналогів у світовій історії й кардинально змінюють світовий порядок, всі економічні підвалини. І тому до його аналізу, осмислення і подолання потрібен неординарний підхід, що переглядає всі старі догми і стереотипи. У зв'язку з цим непродуктивно шукати крайніх і винних. Зараз важливіше зосередитися на визначенні глибинних дефектів системи, які породили настільки потужні світові катаклізми, а головне - на пошуку шляхів їх повного усунення. Для цього треба мати сміливість визнати, що ми знаходимося на рубежі створення радикально нової, по-іншому побудованої моделі світової економіки, політики і глобальної безпеки. Іншого не дано, якщо ми дійсно маємо намір ефективно використовувати унікальний шанс подолати недосконалість Старого світу і

побудувати світ Новий. Зрозуміло, що для цього потрібні колосальні зусилля всього світового співтовариства, мобілізація інтелектуальних і матеріальних ресурсів і немалий час».

Кожна людина покликана глибоко усвідомлювати, що протистояння кризі - справа не тільки Уряду. Настав час зрозуміти, що становище нашої країни залежить від нас, розлучатися з властивою нашій ментальності зайвою широтою у господарюванні і поведінці, припиняти нерозумне марнотратство. Ринок уже зараз багато чому навчив наш народ. Буде вчити і далі. Настав час стати діловими, економними, працьовитими. Ми переживаємо період, коли від кожного потрібні самовідданість в роботі, здатність до конкурентності.

Зараз всі люди стали дуже багато використовувати папір, але ж папір роблять з деревини. Виявляється, що тільки 30% - 40% дерева складає корисне використання, а решту становлять відходи.

Наприклад, на острові Кіпр кам'янистий ґрунт. Але не завжди ця земля була такою. Багато століть тому росли на острові прекрасні кедрові ліси,

Фруктові дерева, в безлічі річок текла прісна чиста вода, і острів був схожий на земний рай. Римські легіони захопили острів, стали рубати кедрові і будувати з них свої кораблі, вони вирубували на острові кедрові гаї. Тепер на більшій частині острова зовсім зчухла рослинність, стали рідшими літні дощі і не вистачає прісної води. Родючий ґрунт кіпріотам доводиться доставляти на острів баржами по морю. Ось і виходить: не поліпшила людина створене, а своїм втручанням варварським погіршила.

Не меншу тривогу викликає стан лісів України. За показником лісистості території, Україна належить до малолісних країн Європи. Негативні наслідки знищення лісів будуть відчуватися протягом багатьох десятиліть. І тим не менш держава не робить заходів з виявлення першопричин ситуації, що склалася і кардинального покращення охорони лісів. Потрібно раціонально використовувати лісовий фонд Землі, постаратися врятувати якомога більше дерев.

Для оволодіння і управління сучасною технікою і технологією потрібна серйозна загальноосвітня підготовка, що включає в якості неодмінного компонента активні знання з математики.

Можливість здійснення зв'язків математики з навколишнім світом, із сучасним виробництвом зумовлена тим, що численні математичні закономірності, що вивчаються в школі, використовуються в організації, технології, економіці сучасного виробництва, в конкретних виробничих процесах.

У даній роботі покажемо зв'язок математичних понять «об'єм», «площа» з питаннями економії витратних матеріалів при виготовленні пакувального матеріалу на прикладі упаковок виробника «Greenfield», 50г, і «Batic», 50г. Також з'ясуємо, яка з двох упаковок економічніша. Розглянемо способи економії витратного матеріалу, витраченого при виготовленні упаковок для чаю.

У період світової кризи кожному необхідно докласти зусилля для вирішення виниклих проблем.

Дана робота є невеликим внеском у спільну справу.

Практична значимість даного дослідження в тому, що воно дозволяє заощадити видатковий матеріал при виготовленні упаковки для чаю не менш ніж на 3,5%, що дозволить виготовити 35000 нових упаковок для чаю.

Таким чином, пропонується спосіб заощадити кошти, витрачені виробником при виготовленні упаковок.

Тема: Математичні розрахунки у вирішенні питань економії витратних матеріалів

Мета: Визначити шляхи економії витратних матеріалів при виготовленні упаковки для чаю вагою 50г.

Завдання: 1.Провести розрахунок витратного матеріалу на прикладі упаковок для чаю «Greenfield», «Batic», 50г.

2.Визначити обсяг, займаний 50г чаю.

3.Розглянути форму куба для пакування

4.Зробити аналіз проведених досліджень.

5.Визначити економічну упаковку

Об'єкт дослідження: Розгорнення упаковок чаю вагою 50г «Greenfield», «Batic»

Предмет дослідження: Процес використання формул обсягу прямокутного паралелепіпеда і площі прямокутника при вирішенні практичного завдання.

Методи дослідження: Експеримент, аналіз, виготовлення упаковки.

Основна частина.

Усім нам відомо з уроків математики, що обсяг прямокутного паралелепіпеда і площа прямокутника, обчислюються за формулами  $V = abc$ ,  $S = ab$ . Багатьом цікаво де це можна зустріти в житті. Ми можемо бачити навколо себе різні предмети у формі прямокутного паралелепіпеда і можна перевірити, скільки матеріалу йде на виготовлення, наприклад, упаковок для чаю. Цікаво визначити чи можна заощадити видатковий матеріал при виготовленні упаковок. Гіпотеза: Якщо зменшити витрату матеріалу за рахунок зменшення розмірів коробки, зміни форми, то отримаємо економію витратних матеріалів.

Дослідження 1. Упаковка чаю «Greenfield», 50 г.

Розміри  $8*14,5*6,6$ (см) без урахування припусків на шви.

$$V = 765,6 \text{ см}^3$$

$$S_1 = 2(8*14,5+14,5*6,6+8*6,6) = 529 \text{ см}^2$$

Якщо взяти форму куба, що має такий же обсяг  $765,6 \text{ см}^3$ , то сторона куба повинна бути  $9,11 \text{ см}$ , тоді  $S_2 = 497,9526 \text{ см}^2$ .

Дослідження 2. Упаковка чаю «Batic», 50 г.

Розміри  $6,5*15*4,5$  (см) без урахування припусків на шви.

$$V = 438,75 \text{ см}^3$$

$$S_1 = 2(6,5*15+6,5*4,5+15*4,5) = 388,5$$

Якщо взяти форму куба, що має такий же обсяг 438,75 см<sup>3</sup> зі стороною 7,6, то  $S_2 = 346,56 \text{ см}^2$ .

Дослідження 3. Наближений підрахунок площі припусків на шви.

«Greenfield»:

1)  $1,3 \cdot 14,2 \cdot 2 = 36,93$

2)  $1,6 \cdot 6,2 \cdot 2 = 19,84$

3)  $2,8 \cdot 6,2 \cdot 2 = 34,72$

4)  $8 \cdot 1,2 = 9,6$

Разом  $101,08 \text{ см}^2$

«Batik»:

1)  $1,4 \cdot 15 \cdot 2 = 42$

2)  $2,7 \cdot 4,5 \cdot 4 = 48,6$

3)  $6,5 \cdot 1,2 = 7,8$

Разом  $98,4 \text{ см}^2$

«Greenfield» - куб зі стороною 9,1 см.

1)  $1,3 \cdot 9,1 \cdot 2 = 23,66 \text{ см}^2$

2)  $1,6 \cdot 9,1 \cdot 2 = 29,12 \text{ см}^2$

3)  $2,8 \cdot 9,1 \cdot 2 = 50,96 \text{ см}^2$

4)  $9,1 \cdot 1,2 = 10,92 \text{ см}^2$

Разом  $114,66 \text{ см}^2$

«Batik» - куб зі стороною 7,6 см.

1)  $1,4 \cdot 7,6 \cdot 2 = 21,28 \text{ см}^2$

2)  $2,7 \cdot 7,6 \cdot 4 = 82,08 \text{ см}^2$

3)  $1,2 \cdot 7,6 = 9,12 \text{ см}^2$

Разом  $112,48 \text{ см}^2$

Дослідження 4. Порівняльний аналіз отриманих даних.

Таблиця 1.

	«Greenfield»	«Batik»
Вага, г	50	50
Об'єм упаковки, см <sup>3</sup>	765,7	438,75
Площа без швів, см <sup>2</sup>	529	346,56
Площа швів, см <sup>2</sup>	101,08	98,4
Площа загальна, см <sup>2</sup>	630,08	444,96

Таблиця 2.

	«Greenfield»	Куб 9,1	«Batik»	Куб 7,6
Вага, г	50	50	50	50
Об'єм упаковки, см <sup>3</sup>	765,6	753,6	438,8	439
Площа без швів, см <sup>2</sup>	529	496,86	388,5	346,56
Площа швів, см <sup>2</sup>	101,08	114,66	98,4	112,48
Площа загальна, см <sup>2</sup>	630,08	611,52	444,96	459,04

Дослідження 5. Насипаємо 50 г чаю в мензурку з поділками і бачимо, що його обсяг склав  $105 \text{ см}^3$ .

Дослідження 6. Зменшимо висоту коробки «Greenfield» на 0,5 см.

$$V = 7,5 * 14,5 * 6,6 = 717,75 \text{ см}^3$$

$$S_1 = 2(7,5 * 14,5 + 14,5 * 6,6 + 7,5 * 6,6) = 508 \text{ см}^2$$

$$\text{Площа швів} = 100,5 \text{ см}^2$$

$$\text{Площа загальна} = 608,5 \text{ см}^2$$

Підсумок досліджень.

Дослідження показали, що:

- 1) більш економічна коробка для чаю «Greenfield»;
- 2) форма кубу дає економію на площі без швів, але збільшує витрату матеріалу на шви, загалом, йде перевитрата матеріалу;
- 3) але можна зменшити витрату матеріалу за рахунок зменшення розмірів коробки;
- 4) при зменшенні висоти коробки «Greenfield» на 0,5 см витрата матеріалу зменшується на  $21,6 \text{ см}^2$ . При виготовленні 1 млн коробок це складе  $21\,600\,000 \text{ см}^3$ , що дозволить додатково виготовити 35 497 коробок.

З міркувань торгівельної естетики, можливостей транспортування, виготовлення упаковок та інших причин підприємства – виробники йдуть на перевитрату витратних матеріалів при виготовленні упаковок. Можливо, зайві витрати оплачують покупці, тобто ми з вами, але точно ми цього не знаємо. Проте ми вже знаємо як при бажанні можна зменшити витрати матеріалів, і тим самим зекономити.

## Література

1. Роль держави у довгостроковому економічному зростанні./За редакцією Б.Є. Кваснюка -К. –Х: Форт. 2003. – 423 с.
2. Артур М. Окун Рівність та ефективність: великий компроміс. Інститут Брукінгіза. Вашингтон. Переклад з англійської Олександра Лотоцького, 1996 рік, с. 149.
3. С.В. Модерний, Л.О. Каліщенко, О.А. Устинко. Короткий курс економічної теорії: Навчальний посібник. – Тернопіль: Економічна думка, 2000. – 324 с. ISBN 966-7411-81-8.

## MATHEMATICAL CALCULATIONS IN ECONOMICS

*Vilyans'ka A.V. Yevstrat'yev S.V*

*In the work shown dannoy Communications mathematical concepts "Volume", "the Square" s question ekonomyyu consumables materials in packaging Production packaging the material in Example producer of «Greenfield», 50g, and «Batik», 50 g.*

## ВИКОРИСТАННЯ ПОЛЯРНОЇ СИСТЕМИ КООРДИНАТ ДЛЯ ЗАВДАННЯ КРИВИХ 2-ГО ПОРЯДКУ НА ПЛОЩИНІ

*Череповська Г., Івануна Є. студенти групи Ен1/1*

*Науковий керівник: ст. викл. Цепуріт О.В.*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Застосування логарифмічною спіралі в техніці на властивості кривої перетинати всі свої радіус-вектори під одним і тим же кутом.*

*Применение логарифмической спирали в технике на свойства кривой пересекать все свои радиус-вектора под одним и тем же углом.*

Полярна система координат на площині визначається завданням точки  $O$  (полюс), променя  $Ox$  (полярна вісь) і одиничного відрізка  $t$ . Крім того, має бути вказаний поворот променя  $Ox$ , званий позитивним. Нехай це буде поворот у напрямку проти руху годинникової стрілки. Повороти променя, що здійснюються в напрямку, протилежному позитивному, будемо називати негативними.

Нехай  $M$  - довільна точка площини, не збігається з полюсом. Позначимо через  $\rho$  довжину відрізка  $OM$ , а через  $\varphi$  - величину кута, утвореного променями  $Ox$  і  $OM$ . Числа  $\rho$  і  $\varphi$  такі, що  $\rho > 0$  і  $0 \leq \varphi < 2\pi$ , іменують полярними координатами точки  $M$ . Число  $\rho$  називають першою полярної координатою, або полярним радіусом, число  $\varphi$  - другою полярної координатою, або полярним кутом. Якщо точка  $M$  збігається з полюсом, то  $\rho = 0$ , а полярний кут  $\varphi$  вважаємо рівним нулю. Зауважимо, що при заданих нами умовах  $\rho > 0$ ,  $0 \leq \varphi < 2\pi$ , полярні координати будь-якої точки визначаються однозначно.

Спіраль Архімеда  $\rho = \varphi$ .

Помістимо точку на секундну стрілку годинника і будемо перемішати точку вздовж секундної стрілки з постійною швидкістю, не звертаючи уваги на рівномірний рух стрілки годинника по колу. Тоді точка опише криву, звану спіраллю Архімеда. В області техніки спіраль Архімеда знаходить застосування в так званих кулачкових механізмах, які перетворюють обертальний рух шайби в поступальний рух стержня. У деяких механізмах (наприклад, в годинах) потрібно, щоб стрижень рухався рівномірно. Забезпечити це можна, окресливши профіль шестерінки по спіралі Архімеда.

В якості другого об'єкта для застосування спіралі Архімеда в техніці можна привести самоцентруючийся патрон, направляючі канавки якого виконані по спіралі Архімеда. При одному повороті диска цього патрона кулачки переміщуються на величину радіального відстані суміжних канавок.

Крім того, форму спіралі Архімеда мають звукова доріжка на грамплатівці і одна з деталей швейних машин - механізм для рівномірного намотування ниток на шпульку.

Логарифмічна спіраль  
 $\lg r = \varphi, \rho = \lfloor 10 \rfloor ^ \varphi$ . При  $\varphi = 0$  отримуємо  $\rho = 1$ . При  $\varphi \rightarrow +\infty$  видно, що  $\rho \rightarrow +\infty$  і спіраль розгортається проти ходу годинникової стрілки (рис. 7) Логарифмічну спіраль описує точка, що рухається по секундної стрілкою ні з постійною швидкістю (як у випадку Архімедової спіралі), а зі зростаючою, причому це зростання пропорційно відстані від центру годин.

Логарифмічна спіраль часто зустрічається в природі і пов'язана з певними видами зростання. У дуже багатьох моллюсків послідовні витки раковини не однакові, а все більш і більш товщають. У багатьох випадках наближені значення товщини послідовних витків утворюють геометричну прогресію. Хоча саму раковину моллюска не можна назвати живою, вона утворюється зростаючим організмом. Один з найпростіших способів нарощування нової речовини автоматично призводить до утворення деякої фігури, дуже близькою до логарифмічної спіралі. У багатьох раковинах виявляється вражаюче близький збіг між результатами вимірювань і теоретичними значеннями, очікуваними для точної логарифмічної спіралі. У соняшнику насіння розташовані за характерними дуг, близьким, як показують відповідні вимірювання, до дуг логарифмічної спіралі. У зв'язку з подібними фактами деякі вчені вважають логарифмічну спіраль кривої, що є одним з виразів законів органічного зростання.

Застосування логарифмічної спіралі в техніці засновані на властивості цієї кривої перетинати всі свої радіус-вектори під одним і тим же кутом. На цій властивості засновані застосування логарифмічної спіралі в техніці. Так, обертові ножі в різних ріжучих машинах мають профіль, окреслений по дузі спіралі, завдяки чому кут різання (кут між лезом ножа і напрямком його швидкості обертання) залишається постійним уздовж всієї кромки рухомого ножа, що забезпечує менший його знос.

Труба, що підводить струмінь води до лопат турбінного колеса гідроелектростанції, має профіль, окреслений по дузі логарифмічної спіралі. Це дозволяє забезпечити мінімальні втрати енергії на зміну напрямку течії, і, отже, напір води використовується з максимальною продуктивністю.

Далі розглянемо кілька прикладів кривих, полярні рівняння яких містять тригонометричні функції. Побудова цих кривих можна виконати по точках, де  $\varphi$  приймає значення від 0 до  $2\pi$ .

Лемніската  

$$\rho^2 = 2\cos 2\varphi$$

З виду рівняння кривої випливає, що крива складається з двох симетричних пелюсток (за зовнішнім виглядом ця крива нагадує перевернуту вісімку або бантик). Для точок лемнікати повинно виконуватися нерівність  $\cos 2\varphi \geq 0$ , тому вона розташована між прямими  $y = \pm x$ . Відзначимо також, що  $\rho = \sqrt{2}$  при  $\varphi = 0$ .

У техніці лемніката використовується, зокрема, в якості перехідної кривої на заокругленні малого радіусу, як це має місце на залізничних лініях в гірській місцевості і на трамвайних шляхах. Таким чином вона забезпечує плавність заокруглення, без якої відцентрова сила, що діє на потяг, зростала б

різко, доставляючи незручність пасажиром.

Як приклад застосування лемніскати в галузі фізики можна вказати, що лінія поля, створюваного двома паралельними струмами, поточними по нескінченно довгим провідникам у площині, до них перпендикулярної, є лемніската.

Кардіоїда

$$\rho = 2a(1 - \cos\varphi).$$

Поспостерігаємо за будь-якою точкою кола, коли остання котиться по зовнішній стороні нерухомою окружності такого ж радіуса. Траєкторією точки буде кардіоїда. Кардіоїда використовується як лінія для креслення профілів, якщо потрібно, щоб ковзаючий за профілем стрижень здійснював гармонійні коливання. При цьому швидкість поступального руху стрижня буде змінюватися без стрибків. Цією властивістю вона вигідно відрізняється від спіралі Архімеда, у якої, завдяки постійності швидкості стержня, в кінці кожного ходу стрижня відбуваються удари (швидкість стрибком змінює значення швидкості з  $v$  на  $-v$ ), що викликає швидке зношування механізму.

Одна із складових частин в механізмі для підняття і опускання семафора окреслена по кардіоїд. При цьому швидкість підняття або опускання досягає максимального значення в середині ходу семафора, що дуже важливо. Кардіоїда також добре знайома конструкторам і виникає при зворотно-поступальних рухах стрижнів в двигунах.

У техніці часто застосовують обертові ножі. Сила, з якою вони тиснуть на розрізається матеріал, залежить від кута різання, тобто кута між лезом ножа і напрямом швидкості обертання. Для сталості тиску потрібно, щоб кут різання зберігав постійне значенням, а це буде в тому випадку, якщо леза ножів окреслені по дузі логарифмічною спіралі. Величина кута різання залежить від оброблюваного матеріалу.

У гідротехніки за логарифмічною спіралі згинають трубу, що підводить потік води до лопат турбіни. Завдяки такій формі труби втрати енергії на зміну напрямку течії в трубі виявляються мінімальними, і натиск води використовується з максимальною продуктивністю.

Пропорційність довжини дуги спіралі радіус-вектору використовують при проектуванні зубчастих коліс із змінним передавальним числом. Ставлення кутових швидкостей цих коліс, буде безупинно змінюватися, досягаючи протягом одного обороту колеса чотири рази максимального значення і чотири рази за мінімальний.

Живі істоти зазвичай ростуть, зберігаючи загальне накреслення своєї форми. При цьому найчастіше вони ростуть у всіх напрямках - доросле істота і вище і товщі дитинча. Але раковини морських тварин можуть рости лише в одному напрямку. Щоб не надто витягатися в довжину, їм доводиться скручуватися, причому зростання відбувається так, що зберігається подобу раковини з її первинною формою. А таке зростання може відбуватися лише за логарифмічною спіралі або її деяким просторовим аналогом (рис. 66). Тому раковини багатьох молюсків, равликів, а також роги таких ссавців, як архари (гірські козли), закручені за логарифмічною спіралі. На закінчення

зазначимо, що полярні координати широко застосовуються при визначенні довжин кривих, площ фігур, обсягів і площ поверхонь тіл обертання, а також в задачах на визначення центру мас і моменту інерції тіла. Логарифмічна спіраль в природі і техніці.

### *Література*

1. Фихтенгольц Г.М. Курс диференціального й інтегрального вираховання. К., 1999.
2. Кудрявцев Л.Д. Курс математичного аналізу. - К., 2000.
3. Ільїн В.А., Позняк Е.Г. Математичний аналіз. - К., 1999

## **USE POLAR COORDINATE SYSTEM FOR SETTING CURVES OF 2<sup>ND</sup> ORDER IN THE PLANE**

*Cherepovs'ka H., Ivanuna E. Tsepurit O.V.*

*Application of a logarithmic spiral in the art on the properties of the curve intersects all its radius vector at one and the same angle*

**УДК 338.24: 633**

### **БІОПАЛИВО: СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ**

*Варій В.П. студент групи Бт 1/1, Поплужна А.Ю., студентка групи Бт1/1*

*Научные руководители: к.п.н. Бацуровська І.В.*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*В статті розглянуто перспективи використання біопалива на стадії інтенсивного розвитку.*

*В статье рассмотрены перспективы использования биотоплива на стадии интенсивного развития.*

На тлі різкого подорожчання нафти і газу і, відповідно, продуктів їх переробки, людство не має вибору альтернативи у забезпеченні своїх потреб в енергоресурсах, крім залучення нетрадиційних джерел енергії. Найбільш сприятливим напрямом вирішення проблеми стає пошук і використання відновлюваних джерел енергії, серед яких широкого розвитку набуває новий сегмент економіки, що можливий на всіх континентах, і який охоплює виробництво енергоносіїв біологічного походження або біопалива.

Біопаливо — або біологічне паливо — органічні матеріали, наприклад, деревина, відходи та спирти, які використовуються для виробництва енергії. Це — поновлюване джерело енергії, на відміну від інших природних ресурсів, таких як нафта, вугілля й ядерне паливо. Підбіопаливом прийнято розуміти — будь-яке паливо, яке містить за об'ємом не менш ніж 80% матеріалів, отриманих від живих організмів, зібраних у межах десяти років перед виробництвом.

За різними прогнозами, ресурсів нафти на планеті вистачить не більше як на 20-40 років, а це за світовими стандартами - миттєвість. Цивілізація нашої планети, населення кожної країни з його високим рівнем урбанізації, не може очікувати невідворотних процесів, які спроможні раптово зупинити всю життєдіяльність людини. Катастрофічне зменшення нафти та газу, використання цих сировинних ресурсів у цілях панівного становища свідчить про те, що людство не має вибору альтернативи у забезпеченні своїх потреб в енергоресурсах, крім залучення нетрадиційних джерел енергії. Останні роки характеризуються інтенсивним розвитком досліджень з проблем використання нетрадиційних джерел енергії - альтернативних палив, вітру, сонця, морських хвиль, гідротерм, біогазу і багатьох інших, що зменшують навантаження на "велику енергетику" і знижують техногенне забруднення довкілля. Використання вискоєфективних нових палив для енергоустановок, двигунів внутрішнього згорання, і перш за все дизельних, зумовлено підвищенням вимог в області викидів токсичних вихлопних газів двигунами, а також виснаженням запасів вуглеводневих палив (енергоносіїв), які традиційно добуваються з нафти і газу.

В сучасному світі серед нетрадиційних способів отримання енергії - вітрової, сонячної, приливної, геотермального та інших - біопаливо займає значне місце. Його вага в балансі альтернативних джерел перевищує 30%.

Загострення енергетичної проблеми у світі налаштовує на перехід до замкнутого циклу обміну споживання та відтворення енергії. Це питання є досить актуальним, оскільки, всі енергетичні ресурси є вичерпними ресурсами, тому проблема дефіциту енергоносіїв зараз особливо важлива через стрімкий розвиток науки, техніки і потреби людства, які стрімко зростають в геометричній прогресії, а біопаливо дозволить частково вирішити проблему забруднення за рахунок використання відходів виробництва і частково замінити традиційне паливо. Хоч біопаливо у всьому світі розвивається поволі, але певною мірою витісняє традиційні енергоносії.

З кожним роком все більше країн починає переходити на біопаливо, тому що воно обходиться дешево, горить з виділення великої кількості тепла, є екологічно чистим та недефіцитним. Зважаючи на мізерну кількість залишків енергетичних ресурсів на нашій планеті, через декілька десятків років, всі країни остаточно перейдуть на біопаливо. Цей перехід значно підвищить їх економічне становище та екологічне становище планети загалом. Оскільки виробництво такого палива є безвідходним.

Одне з центральних завдань XXI століття - це поступова зміна сировинної бази первинних енергоресурсів. Необхідно активно використовувати поновлювані джерела енергії - енергію вітру, річок, хвиль, припливів, гідротермальних джерел, біомаси. Якщо мислити стратегічно, то стає ясно, що науково-технічний прогрес і зростання цін на викопне паливо забезпечують неухильне зростання економічної привабливості біоресурсів. Біопаливо є досить перспективним, так як при його спалюванні в атмосферу потрапляє той вуглекислий газ, який був поглинутий на сільськогосподарських угіддях рослинами, з яких отримують етанол, який

виготовлений з очерету, спалювання же нафтопродуктів веде до появи в атмосфері молекул вуглекислого газу, яких раніше в атмосфері не було. Це згубно впливає на навколишнє середовище.

Біопаливо займає особливе місце в структурі поновлюваних джерел енергії. Будучи одним з небагатьох видів альтернативного палива, біопаливо розглядається в якості важливого ресурсу для диверсифікації джерел енергії та для пом'якшення наслідків зміни клімату шляхом скорочення викидів парникових газів. Перспективи використання біопалива на стадії інтенсивного розвитку. Але з початком масового виробництва біодизелю та біоетанолу виникли соціальні, економічні і навіть екологічні проблеми. Основні з них - зростання цін на продовольство; виснаження ґрунтів енергетичними культурами; вирубка лісів з метою створення нових посівних площ для «паливних» культур, і, як наслідок, зміна клімату; просування генно-модифікованих культур як сировини для біопалива. Все сказане відноситься, головним чином, до біопалива першого покоління. Виробництво палива другого покоління ще не набрало достатніх промислових масштабів і тому судити про можливі ризики ще рано. Проте, біопаливо має більш позитивні перспективи. Сировина для цього палива виготовляється з поновлюваних ресурсів, якщо їх раціонально використовувати, то це може стати паливом майбутнього.

Таким чином, проблема енергозбереження, пов'язана з вичерпанням невідновлюваних джерел енергії, може бути вирішена за рахунок використання альтернативних джерел отримання енергії, зокрема, біопалива. Розвиток технології створення біопалива є необхідним. Пов'язано це, в першу чергу, із захистом навколишнього середовища від шкідливих викидів, які виробляються при згорянні сучасних видів палива, а також від повного виснаження запасів природних ресурсів, яких з кожним роком людина використовує все більше і більше

### *Література*

1. Гринюк І. Біоенергетика: минуле, сьогодні і майбутнє / І. Гринюк // Агросектор. - 2009. - № 1. - С. 30-34.

2. Екологізація енергетики: Навчальний посібник Шевчук В.Я., Білявський Г.О., Саталкін Ю.М., Навроцький В.М. – К.: Вища освіта, 2002.- 111с.

3. Лукянихіна О.А., Вакуленко І.А. Визначення напрямків розвитку альтернативної енергетики у контексті виробництва біопалива / О.А. Лукянихіна, І.А. Вакуленко // Вісник СумДУ. – 2011. - № 1. – С. 27-33.

4. Медвідь С.П. Проблеми і перспективи виробництва біопалива в Україні // Біопаливо та відновлювальні джерела енергії, проблеми і перспективи розвитку. Матеріали науково-практичної конференції. – Вінниця, 2006. – С.76-77.

5. Мормітко В.Г. Практичні аспекти реалізації стратегії розвитку альтернативних видів палива //Біопаливо та відновлювальні джерела енергії, проблеми і перспективи розвитку. Матеріали науково-практичної конференції. – Вінниця, 2006. – С. 4 – 31.

## **BIOFUELS: CURRENT SITUATION AND PROSPECTS**

*Variy V.P Batsurovs'ka I.V.*

*The paper considers the prospects for biofuels at the stage of intensive development.*

**УДК 621.9.048.4**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРИЧНОГО РОЗРЯДУ В УМОВАХ СВЕРДЛОВИН**

*Фігун А, студент групи Ен 5м*

*Науковий керівник Хвоцан О. В., канд. тех. наук*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Розглянуто структуру стенда, який дозволяє здійснювати електричні розряди, досліджено електричні і гідродинамічні характеристики розрядів.*

*Ключові слова: хвилеводний датчик тиску, високовольтний імпульсний розряд, гідродинамічні характеристики, амплітуда хвилі.*

*Рассмотрена структура стенда, который позволяет осуществлять электрические разряды, исследованы электрические и гидродинамические характеристики разрядов.*

*Ключевые слова: волноводный датчик давления, высоковольтный импульсный разряд, гидродинамические характеристики, амплитуда волны.*

Постановка проблеми. Значний вплив на результати електророзрядної обробки приви́бійної зони свердловин, яка реалізується при високих гідростатичних тисках, має вибір середовища, що заповнює свердловину.

Метою роботи є дослідження впливу робочого середовища на амплітуду імпульсів тиску при високовольтних імпульсних розрядах.

Дослідження проводилися на експериментальному стенді, схема якого наведена на рис. 1. Стенд складається з енергетичної та технологічної частин.

Енергетична частина стенду призначена для формування імпульсів струму в розрядному проміжку технологічної камери і включає в себе регульовальний автотрансформатор (1), підвищуючий трансформатор - випрямляч (2), блокування (3), зарядні резистори (4), ємнісний накопичувач (5), пульт управління (6), повітряний розрядник (7), шунт (8), осцилограф (9), дільник напруги (10), кіловольтметр (11), електродну систему (12).

Технологічна частина (рис. 1) призначена для фізичного моделювання свердловинних умов і містить камеру високого тиску (13), насос високого тиску (19), манометр (14), вентиля для забору проб газів (15) і робочого середовища (16), вентиля для зливу (21) і скидання тиску (17), запірний вентиль (20) і бак з рідиною (18). Забір проб рідини проводився із зони розрядного проміжку 12, проб газу (вентиль 15) - з верхньої точки, а злив рідини (вентиль 16) - з нижньої точки камери (13). Електродна система (12) типу «вістрі - площина» повторює конструкцію електродної системи пристроїв "Скіф".

В якості робочого середовища при електричному розряді використовувалися рідини, які можуть бути використані для заповнення свердловин при їх зупинці для ремонту: водний електроліт ( $\sigma_0 = 0,1 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$ ); 0,3% водний розчин НМК-21 ( $\sigma_0 = 0,1 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$ ) і водо нафтова емульсія з вмістом води  $O$  до 30% (питомий опір дисперсної фази - водного електроліту  $\sigma_0 = 1,1 \text{ Ом}^{-1}\text{м}^{-1}$ ) з добавкою 0,3% НМК-21, в подальшому ВНЕ + НМК-21.

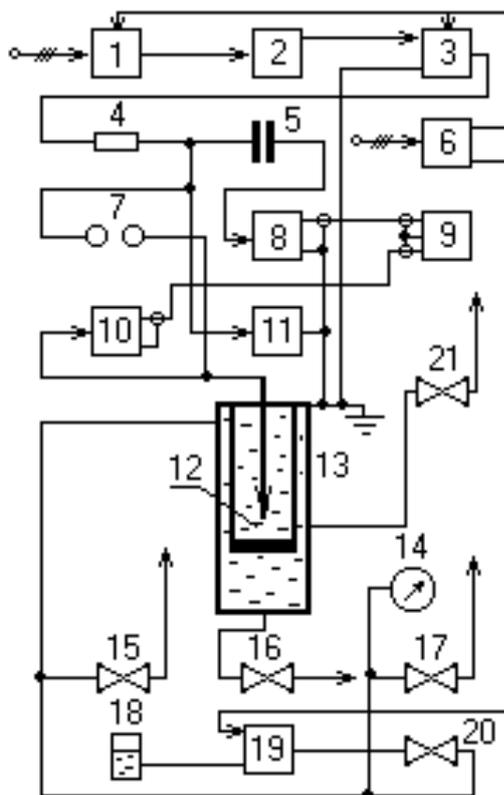


Рис. 1. Структурна схема стану

При низьких значеннях гідростатичного тиску найбільші амплітуди імпульсного тиску відзначаються при розряді у водному електроліті, проте спостерігається статистичний розкид у свідченнях хвильовий датчик тиску, що можна пояснити нестабільністю просторового положення каналу розряду по відношенню до місця розташування датчика.

Значний обсяг газових включень діаметром до 5 мм, що утворюються при розряді у водному розчині НМК-21 і ВНЕ + НМК-21 в умовах низького

тиску, практично на порядок зменшує амплітуду тиску в порівнянні з розрядом у водному електроліті; із зростанням  $P_2$  при зниженні розміру бульбашок зростає  $P_m$ , проте у водному розчині НМК-21 гідродинамічні обурення не досягають відповідних значень для розрядів у водному електроліті.

**Висновок.** При гідростатичному тиску  $P_T \geq 5$  МПа найкращі показники, з точки зору гідродинамічних характеристик, має розряд у водно-нафтовій емульсії, що може бути пов'язано зі сприятливим впливом дрібнодисперсних газових бульбашок на стадію пробоя в середовищі з високими діелектричними показниками.

Для збільшення гідродинамічного впливу на ПЗС доцільно в якості робочого середовища при електричному розряді використовувати водно-нафтові емульсії із з вмістом води до 30%.

## Література

1. Сургучёв М.Л., Кузнецов О.Л., Симкин Э.М. Гидродинамические, акустическое, тепловое циклические воздействия на нефтяные пласты. М.: Недра, 1975. - 183 с.;
2. Наугольных К.А., Рой Н.А. Электрические разряды в воде. М.: Наука, 1971. - 151 с.;
3. Сизоненко О.Н., Швец И.С. Особенности электроразрядной технологии интенсификации фильтрационных процессов в нефтяных коллекторах // Современные проблемы электрофизики и электродинамики жидкостей. Санкт - Петербург, НИИ, - 1988. - С. 137 – 139;
4. Сизоненко О.Н., Шерстнев Н.М. Особенности изменения фильтрационных характеристик пород-коллекторов при реагентно-импульсном воздействии // Нефтяное хозяйство. - № 4. - 2001. - С. 49 - 51;
5. Жекул В.Г., Загребнюк В.И., Мурзаев А.В., Хаскина Л.С. Статистическое исследование времени запаздывания пробоя при разряде в воде // Физико-механические процессы при высоковольтном разряде в жидкости. Киев: Наукова думка, 1980. - С. 13 – 18;
6. Теляшов Л.Л., Чеканов Ю.С., Гнатенко Е.К. Установка для динамической калибровки широкополосных датчиков давления // Физические основы электрогидравлической обработки материалов. Киев: Наукова думка, 1978. - С 160 – 165;
7. Хвощан О.В., Сизоненко О.Н., Тафтай Э.И. Исследование влияния рабочей среды на амплитуду импульсов давления при высоковольтных импульсных разрядах // Электронная обработка материалов. Кишинев, - № 2. – 2005. – С. 45 – 49.

## **THE RESEARCH OF ELECTRODISCHARGE CHARACTERISTICS AT WELL CONDITIONS**

*The technique and the results of experimental research of amplitude of pulses of pressure by waveguide sensor at high-voltage pulse discharges in various liquid environments and hydrostatic pressure are resulted.*

**Keywords:** *waveguide sensor, high-voltage discharge, hydrodynamic characteristics, amplitude of pulse.*

**УДК 681.5.017**

## **АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ ТЕПЛИЦІ**

**Єрж Д. О., студент групи Ен 3/1**

**Наук. керівник: к.т.н. Кошкін Д.Л., асистент Садовий О.С.**

**Миколаївський національний аграрний університет**

*Розглянута автоматизована система управління для підтримання мікроклімату теплиць, управління системою по декількох параметрах, елементи системи керування.*

*Ключові слова: Автоматизація, теплиця, об'єкт керування, мікроконтролерна система управління.*

*Рассмотрена автоматизированная система управления для поддержания микроклимата теплиц, управление системой по нескольким параметрам, элементы системы управления.*

*Ключевые слова: Автоматизация, теплица, объект управления, микроконтроллерная система управления.*

Викладення основного матеріалу:

Управління мікрокліматом теплиці здійснюється з допомогою 8-ми каналного блоку управління.

Пристрій дозволяє регулювати температуру і вологість повітря і ґрунту в теплиці, підігрівати воду для поливу, включати і відключати насоси гідропонних установок, полив і вентиляцію в теплиці.

Управління мікрокліматом теплиці по декількох параметрах

Тривалість денного і нічного режимів роботи теплиці встановлюються за допомогою програмного реле часу, яке своїм контактом *KT1* перемикає через реле *KV1* термометри *SK1* і *SK3* на термометри *SK2* і *SK4*. Термометри *SK1* і *SK2* настроюють на верхню, а термометри *SK3* і *SK4* - на нижню межу управління температурою. Коли температура стане нижче допустимої, замикаються контакти *SK3* або *SK4* і включають реле *KV3*, внаслідок чого спрацьовує реле *KV7* і включає пускач *KM6*. У роботу вводяться електродвигуни *M4* і *M5* вентиляторів калориферів і відкриваються електромагнітні вентиля *YA2* і *YA4*. Вентилі ставляться на механічні клямки і пропускають теплоносій в калорифери. Після досягнення заданої

температури контакти *SK3* або *SK4* замикаються, решта елементів повертається в початкове положення. Вентилі знімаються з клямок за допомогою електромагнітів *YA3* і *YA5* і закриваються.

Коли температура досягає максимального допустимого значення, замикаються контакти *SK1* або *SK2\_1* і вмикається реле *KV2* або *KV2\_1*. В результаті залежно від положення контактів флюгера *SA2* або *SA2\_1* спрацьовують реле *KV5* або *KV6\_1* і вмикаються пускачі *KM3* або *KM5* двигунів *M2* або *M3* лебідок, зв'язаних тросами з фрамугами правої або лівої сторони теплиці. Ступінь відкриття вікон визначається положенням кінцевих вимикачів *SQ1* і *SQ2*, які в певний момент розмикають ланцюг струму і зупиняють двигуни.

Якщо температура знизилася до заданої, то реле *KV2* відключається і знеструмлює реле *KV5* або *KV6\_1*. При цьому включаються магнітні пускачі *KM2* або *KM5* реверсу електродвигунів *M2* або *M3* і вікна закриваються, а двигуни відключаються кінцевими вимикачами *SQ1\_1* або *SQ2\_1*.

Автоматичне управління вологісним режимом відбувається таким чином. Контакт *KT2* програмного реле часу видає в денний час через певний інтервал імпульси заданої тривалості на включення системи зволоження. Дощування відбудеться, якщо вологість в теплиці нижче встановленої, при якій замикаються контакти датчика вологості *SF*, і спрацьовує реле *KV4*. Реле *KV4* подає живлення на магнітний пускач *KM1* електродвигуна *M1* водонасосної станції і електромагнітний вентиль *YA1*, що відкриває доступ води до розпилювачів. Дощування припиняється при розмиканні контактів *KV2*, і схема повертається в початкове положення.

## Література

1. Автоматика и автоматизация производственных процессов / И.И. Мартыненко, Б.Л. Головинский, Р.Д. Проценко, Т.Ф. Резниченко, – М.: Агропромиздат, 1985.
2. Изерман Р. Цифровые системы управления / Пер. с англ. — М.: Мир, 1984. - 541 с.
3. Краткий справочник по теплотехническим измерениям. Под ред. В.С. Чистякова – М: Энергоатомиздат, 1990

## **AUTOMATED CONTROL MICROCLIMATE GREENHOUSES**

*Yerzh D. O., Koshkin D.L*

*Considered automated control system for maintaining microclimate greenhouses management system on several parameters, elements of control.*

*Keywords: Automation, greenhouse, project management, microcontroller control system.*

## ОПТИМІЗАЦІЯ ГАБАРИТНИХ РОЗМІРІВ ВИСОКОВОЛЬТНОГО ТРАНСФОРМАТОРА ЗАГЛИБНИХ ЕЛЕКТРОРОЗРЯДНИХ ПРИСТРОЇВ ПІДВИЩЕНОЇ ПОТУЖНОСТІ

*Сезоненко А, студент групи Ен 5м*

*Науковий керівник Хвоцан О. В., канд. тех. наук*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*В науковій роботі проаналізовано сучасний стан електротехнічних матеріалів магнітопроводу і ізоляції високовольтних трансформаторів; розроблено модель для розрахунку габаритних, електричних і теплових показників трансформатора; виявлено їх оптимальні характеристики.*

*Ключові слова: високовольтний трансформатор, високовольтний заглибний комплекс, температурний режим, габаритні показники, напруга.*

*В научной работе проанализировано современное состояние электротехнических материалов магнитопровода и изоляции высоковольтных трансформаторов; разработана модель для расчета габаритных, электрических и тепловых показателей трансформатора; выявлены их оптимальные характеристики.*

*Ключевые слова: высоковольтный трансформатор, высоковольтный погружной комплекс, температурный режим, габаритные показатели, напряжение.*

Постановка проблеми. Критичні умови роботи заглибних комплексів для обробки нафтових свердловин (температура навколишнього середовища до 100 °С, гідростатичний тиск до 50 МПа) разом з обмеженими габаритними розмірами, які визначає діаметр свердловин, викликають низку запитань, пов'язаних з надійністю і стабільністю роботи високовольтного устаткування. Збільшення продуктивності комплексів викликає збільшення втрат при їх роботі, що веде до перегрівання елементної бази і її можливого виходу з ладу.

Метою роботи є визначення оптимального комплексу масогабаритних, теплових і температурних показників роботи високовольтного трансформатору електророзрядних заглибних пристроїв для вирішення питань, що стосуються надійності і стабільності їх роботи.

Роботи, проведені раніше в Інституті імпульсних процесів і технологій НАН України (м. Миколаїв) [1] дозволили зробити висновок про можливість створення заглибного свердловинного пристрою з корисною потужністю, яку передають в накопичувальний конденсатор, 1 кВА при протіканні постійного струму по кабелю, що з'єднує наземну та занурювальну частини. Враховуючи роботу перетворювача на індуктивно-ємнісний перетворювач, виникла необхідність розрахунку високовольтного трансформатора на подвоєну габаритну потужність [2], тобто  $P_{Г\text{АБ}} = 2 \text{ кВА}$ .

Однією з особливостей заглибних свердловинних пристроїв є розташування обладнання в циліндричному корпусі вкрай обмежених габаритів (зовнішній діаметр - 102 мм, внутрішній - 88 мм), які визначаються

допустимим діаметром обсадної труби свердловини і високим (до 50 МПа) гідростатичним тиском. Найкращим варіантом щодо заповнення робочого простору корпусу було визначено використання стрижневого трансформатора з магнітопроводом квадратного перетину стороною 15 мм і шириною вікна 20 мм (рис. 1), що дозволяє, дотримуючись необхідних ізоляційних проміжків, наблизити частину поверхні обмотки і магнітопровода до стінки корпусу для поліпшення тепловідведення.

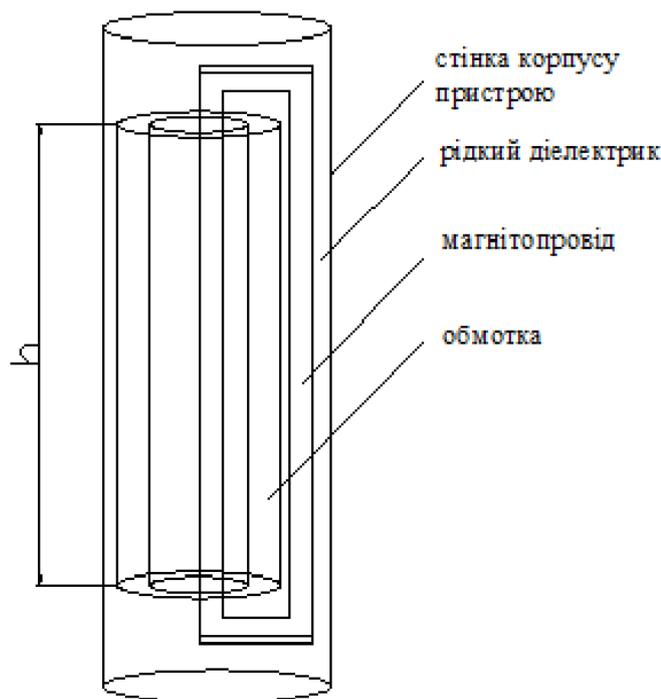


Рис. 1. Високовольтний трансформатор

В якості матеріалу магнітопроводу було обране осердя з нанокристалічного заліза фірми «Мелта» (м. Київ, [3]), що має набагато кращі показники в порівнянні з феритовими осердями як за величиною індукції, так і за питомими втратами.

В якості рідкого діелектрика було обрано поліметилсилоксанову рідину ПМС-20 ГОСТ 13032-77, яка має кращі робочі характеристики в порівнянні з трансформаторним маслом.

Висновок. За результатами досліджень були зроблені наступні висновки:

- найменші втрати у високовольтному трансформаторі спостерігаються при рівності втрат в матеріалі магнітопровода і обмоток ( $Q_{ст} = Q_M$ );
- оптимальна висота високовольтного трансформатора, який забезпечує передачу в накопичувальну ємність енергії з потужністю 1 кВА, - 0,21 м;
- для визначення необхідних абсолютних значень температури перегрівання магнітопроводу високовольтного трансформатора залежно від

температури довілля необхідно зробити натурний експеримент на моделі зарядного блоку в одній з точок розрахункового масиву частота-індукція;

- розрахунок трансформатора для пристроїв, які працюють в умовах знижених робочих температур навколишнього середовища, можна робити при деякому збільшенні частоти і індукції, що дасть можливість зменшити габарити занурювальної частини пристрою при його надійній роботі.

## **Література**

1. Хвоцан, О.В. Повышение эффективности зарядных процессов электроразрядных погружных комплексов увеличенной мощности / О.В.Хвоцан, Ю.И.Курашко, В.В.Литвинов // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Тематичний випуск "Техніка і електрофізика високих напруг".- 2006.- №37.- С.86-92.

2. Пентегов, И.В. Основы теории зарядных цепей емкостных накопителей энергии.- Киев: Наук. думка, 1982.- 424с.

3. Аморфные и нанокристаллические сплавы. Общая информация. Технический бюллетень ТВ-GI. [www.novitech.com](http://www.novitech.com).- 7с.

4. Тихомиров, П.М. Расчет трансформаторов: Учеб. пособие для вузов.- М.: Энергоатомиздат, 1986.- 528 с.

## **DIMENSIONS OPTIMIZATION HIGH-VOLTAGE TRANSFORMERS SUBMERSIBLE A GAS DEVICES HIGH POWER**

*Sezonenko A. Khvoshchak O. V*

*The scientific work of the modern state of electrical insulation materials and high magnetic transformers; The model for calculating dimensional, electrical and thermal performance transformer; found their optimal performance.*

*Keywords: high-voltage transformer, high voltage submersible complex, temperature control, overall performance, stress.*

**УДК 621.317.7**

## **ІСТОРИЯ РОЗВИТКУ ПРИЛАДІВ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ**

***Шишлов І., студент групи МЗ/ІТЕК***

***Науковий керівник к.т.н., ст. викладач Хвоцан О.В.***

***Миколаївський національний аграрний університет***

*Розглянуто питання розвитку і вдосконалення приладів обліку електричної енергії: основні досягнення, винаходи та конструкції лічильників електричної енергії.*

*Ключові слова: прилади обліку електричної енергії, лічильник, електроенергія.*

*Рассмотрены вопросы развития и совершенствования приборов учета электрической энергии: основные достижения, изобретения и конструкции счетчиков электрической энергии.*

*Ключевые слова: приборы учета электрической энергии, счетчик, электроэнергия.*

Постановка проблеми. Значною проблемою в наш час є неефективність обліку електричної енергії при застосуванні застарілого обладнання лічильників електроенергії.

Основний матеріал.

Перша половина дев'ятнадцятого століття принесла блискучі відкриття в області електромагнетизму. У 1820 році француз Андре-Марі Ампер (1775-1836) відкрив явище взаємодії електричних струмів. У 1827 році німець Георг Симон Ом (1787-1854) встановив залежність між силою струму і напругою в провідниках. У 1831 році англієць Майкл Фарадей (1791-1867) відкрив закон електромагнітної індукції, який лежить в основі принципу дії генераторів, двигунів і трансформаторів.

До другої половини століття вже був добре підготовлений ґрунт для впровадження наукових досягнень в практику. За відкриттями пішли винаходи і патенти. Лампа, динамо-машина, двигун, трансформатор, лічильник і гідротурбіна були винайдені один за одним в короткий термін.

Винахід динамо-машини (Аньош Йедлік в 1861 р., Вернер фон Сіменс в 1867 р.) дав можливість виробляти електричну енергію у великих об'ємах. Перше масове застосування електрики – це вуличне освітлення. Коли цей новий продукт — електроенергію — почали продавати, виникла необхідність визначити вартість. Проте було неясно, в яких одиницях слід вести облік і які принципи вимірювання були б найбільш зручними.

Першим електричним лічильником став лічильник годин роботи лампи Самюеля Гардінера (США), запатентований в 1872 році.

«Електричний лічильник» Едісона, запатентований в 1881 році, використовував електрохімічний ефект струму.

Такі лічильники продовжували використовувати до кінця 19-го століття. Проте в них був один великий недолік: фіксація показників представляла складність для енергетичної компанії і була абсолютно неможливою для споживача. Пізніше Едісон додав рахунковий механізм для зручності зчитування показів лічильника.

У 1885 році італієць Галілео Ферраріс (1847-1897) зробив важливе відкриття, що два не співпадаючих по фазі поля змінного струму можуть змусити обертатися ротор, такий як диск або циліндр. У 1888 році незалежно від нього американець хорватського походження Нікола Тесла (1857-1943) теж винайшов обертове електричне поле.

Ці відкриття послужили основою для створення індукційних двигунів і відкрили шлях індукційним лічильникам.

У 1894 році Олівер Блекбурн Шелленбергер (1860-1898) розробив лічильник ват-годин індукційного типу для компанії «Вестінгхаус» (Westinghouse). У ньому котушки струму і напруги розташовувалися на

протилежних сторонах диска, і два постійних магніти сповільнювали рух цього диска.

У наступні роки було досягнуто багато вдосконалень: зменшення ваги і габаритів, розширення діапазону навантаження, компенсація зміни коефіцієнта навантаження, напруги і температури, усунення тертя шляхом заміни підп'ятників шарикопідшипниками.

У міру поширення електрики, швидко з'явилася концепція багатотарифного електролічильника з локальним або дистанційним керуванням, лічильника максимального навантаження, лічильника попередньо сплаченої електроенергії.

У 1934 році компанія «Ландіс і Гір» (Landis & Gyr) розробила лічильник «Трівектор», що вимірює активну та реактивну енергію і споживану потужність.

У 1980-х роках були розроблені гібридні лічильники, що складаються з індукційних лічильників та приладів обліку електронних тарифних одиниць.

Ідея зчитування показань лічильників на відстані з'явилася в 1960-х роках. Спочатку використовувалася дистанційна імпульсна передача, але поступово замість неї почали використовувати різні протоколи і засоби передачі даних.

В наш час лічильники з розвиненими функціональними можливостями ґрунтуються на новітніх електронних технологіях, із застосуванням цифрової обробки сигналів, причому більшість функцій передбачені вбудованим програмним забезпеченням.

## **Література**

1. <http://cikavosti.com/povna-istoriya-elektrichnogo-lichilnika/>
2. [http://uk.wikipedia.org/wiki/Лічильник\\_електричної\\_енергії](http://uk.wikipedia.org/wiki/Лічильник_електричної_енергії)

## **HISTORY OF ELECTRIC ENERGY METERS**

*Shyshlov I., Khvoshchan O.V.*

*Rassmotreny question of development and Improvement of devices of account of electrical energy: Major achievements, Inventions and constructions counters of electrical energy.*

*Keywords: Gears of account of electrical energy, counter, electricity.*

## **УДК 621.3**

### **АНАЛІЗ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ УСТАНОВКИ СУШІННЯ ЗЕРНА**

***Є.О.Підгородецька, студентка групи Ен5м***

***Науковий керівник: к.т.н., доцент Кириченко О.С.***

***Миколаївський національний аграрний університет***

*Проаналізована енергоефективна установки сушіння зерна Mathews-3180 ВЕМ – NG. Сконструйовано модернізований варіант установки Mathews-3180 ВЕМ – NG з частотним електроприводом вентиляторів.*

*Ключові слова: установка сушіння зерна, енергоефективність, частотний електропривод.*

*Проанализирована энергоэффективная установки сушки зерна Mathews-3180 ВЕМ - NG. Сконструирован модернизированный вариант установки Mathews-3180 ВЕМ - NG с частотным электроприводом вентиляторов.*

*Ключевые слова: установка сушки зерна, энергоэффективность, частотный электропривод.*

Питання підвищення енергоефективності зерносушильних установок залишаються актуальними. Будь-яка модернізація сушарок, що сприяє підвищенню їх продуктивності, в тому числі й інтенсифікація процесу сушіння, в тій чи іншій мірі сприяє зниженню витрат палива на сушку, про що свідчить теорія і практика сушки [1].

В основі інтенсифікації процесу сушіння повинні лежати заходи, які враховують закономірності явищ внутрішнього вологопереносу і зовнішнього тепло- і вологообміну. Комплексного впливу на інтенсифікацію зовнішнього вологообміну і внутрішнього вологопереносу можна домогтися на основі оптимального поєднання технологічних прийомів, використовуваних для зневоднення зерна в експлуатованих і проєктованих зерносушарках.

В проведених дослідження розглянуто основні шляхи зниження нерівномірності нагріву і сушіння зерна. Детально проаналізована установка Mathews-3180 ВЕМ – NG. Сконструйовано модернізований варіант установки сушіння зерна Mathews-3180 ВЕМ – NG, який дозволить знизити споживання палива на сушіння.

Крім того, запропоновано впровадити частотний електропривод [2-4] для вентиляторів модернізованої установки Mathews-3180 ВЕМ – NG, що знизить споживання електроенергії на 10-30 %.

## **Література**

1. Воробьев В.А. Электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства / В.А. Воробьев. – М.: Колос, 2005. – 278 с.
2. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием / Г.Г Соколовский. – М.: «Академия», 2006. – 265.
3. Терехов В.М. Системы управления электроприводов / В.М. Терехов. – М.: Академия, 2004. – 296 с.
4. Фираго Б.И. Регулируемые электроприводы переменного тока / Б.И. Фираго. – Мн.: Техноперспектива, 2006. – 363 с.

## **ANALYSIS OF ENERGY-EFFICIENT GRAIN DRYING PLANT**

*YE.O.Pidhorodets'ka, Kyrychenko O.S*

*Energy-efficient graindryingplant Mathews-3180 BEM – NG isanalyzed. The modernized version of theplant Mathews-3180 BEM - NG with the frequency electric drive off ansisconstructed.*

*Keywords:graindryingplant, energy-efficient , frequencyelectricdrive*

**УДК 621.3**

## **ВИКОРИСТАННЯ СИНХРОННИХ ГЕНЕРАТОРІВ З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ В АВТОНОМНИХ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ**

***Фігун А.К., студент групи Ен5м***

***Науковий керівник: к.т.н., доцент Кириченко О.С.***

***Миколаївський національний аграрний університет***

*Розглянуто особливості синхронних генераторів з постійними магнітами в автономних вітроенергетичних установках. Виконано розрахунок синхронного генератора для автономної вітроенергетичної установки.*

*Ключові слова: синхронні генератори, постійні магніти, автономні вітроенергетичні установки.*

*Рассмотрены особенности синхронных генераторов с постоянными магнитами в автономных ветро энергетических установках. Выполнен расчет синхронного генератора автономной ветроэнергетической установки.*

*Ключевые слова: синхронные генераторы, постоянные магниты, автономные ветроэнергетические установки.*

Енергопостачання споживачів, які географічно є віддаленими від централізованих ліній електропостачання залишається актуальною проблемою. Для споживачів з відносно невеликими електричними потужностями питання енергозабезпечення можна вирішити шляхом використання автономних вітроенергетичних установок.

В автономних вітроенергетичних установках використовуються синхронні генератори з постійними магнітами в конструкції ротора, акумуляторні батареї з контролером їх заряду, інвертор та додаткове обладнання керування і захисту. Основними умовами застосування автономних вітроенергетичних установок є відносно велике середньорічне значення швидкості вітру в місці розташування споживача, також бажаним є розташування об'єкта на височині, крім того необхідною умовою є наявність вільних площ навколо об'єкта для розташування декількох вітроенергетичних установок (за потреби).

В проведених дослідження розглянуто особливості автономних вітроенергетичних установок і виконано розрахунок електричної частини синхронного генератора з постійними магнітами (SGPM), спираючись на роботи [1, 2]. З використанням даних компанії «Українська альтернативна енергетика» запропоновано обрати синхронний генератор з постійними

магнітами типу EuroWind. Кількість лопатей даного типу генераторів – 3, а значення початкової швидкості вітру – від 2 м/с.

### **Література**

1. Кривцов В.С. Неисчерпаемая энергия. Кн. 1. Ветроэлектрогенераторы / В.С. Кривцов, А.М. Олейников, А.И. Яковлев. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», Севастополь: Севаст. нац. техн. ун-т, 2003. – 400 с.
2. Кривцов В.С. Неисчерпаемая энергия. Кн. 2. Ветроэнергетика / В.С. Кривцов, А.М. Олейников, А.И. Яковлев. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», Севастополь: Севаст. нац. техн. ун-т, 2004. – 519 с.

## **USING OF SYNCHRONOUS GENERATORS WITH PERMANENT MAGNETS IN AUTONOMOUS WIND POWER PLANTS**

*Fihun A.K., Kyrychenko O.S.*

*Feature of synchronous generators with permanent magnets in autonomous wind power plants are considered. The calculation of the synchronous generators with permanent magnets for the autonomous wind power plant is performed.*

**Keywords:** *synchronous generators, permanent magnets, autonomous wind energy plants*

**УДК 621.37**

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА СОКІВ НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОПЛАМОЛІТИЧНОЇ ОБРОБКИ**

*Доброхлос І.О., студент групи Ен4/1*

*Науковий керівник: асистент Захаров Д.О.*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Під час лабораторних випробувань встановлено перспективність використання електроплазмолізу для підвищення ефективності виробництва різноманітних соків. Проведений аналіз характеристик проходження електричного струму через рослини дозволяє створити систему моніторингу якості обробки та автоматичне регулювання продуктивності агрегатів.*

*Ключові слова: електроплазмоліз, розрядне коло, електроплазмолізатор.*

*При лабораторних испытаніях установлено перспективность использования электроплазмолізу для повышения эффективности производства различных соков. Проведенный анализ характеристик прохождения электрического тока через растения позволяет создать систему мониторинга качества обработки и автоматическое регулирование производительности агрегатов.*

*Ключевые слова: электроплазмоліз, разрядное круг, электроплазмолізатор.*

Зі сторони екологічності і безпеки одержання продуктів переробки овочів та фруктів переваги мають технології переробки з використанням

безреактивних фізичних впливів. Використання різних електрофізичних впливів дозволяє значно інтенсифікувати технологічні процеси, а іноді отримувати результатів не досяжні при традиційній обробці.

Тому необхідно проводити дослідження та розробку електротехнологічного устаткування для підвищення якості виробництва сільськогосподарської продукції.

Слід зазначити, що при розробці лабораторної установки необхідно використовувати регульоване джерело живлення та прилади для реєстрації перехідних процесів і безпосередньої фіксації зміни структури клітин.

Зовнішній вигляд експериментальної установки наведена на рис.1. Вона складається з лабораторного автотрансформатора Т1, двох тиристорів VD1 і VD2 включених зустрічно паралельно, вимірювального шунта R1 з обмежувачими резисторами, осцилографа і робочих електродів. За рахунок керування тиристорами ми можемо в заданих межах регулювати тривалість обробки.

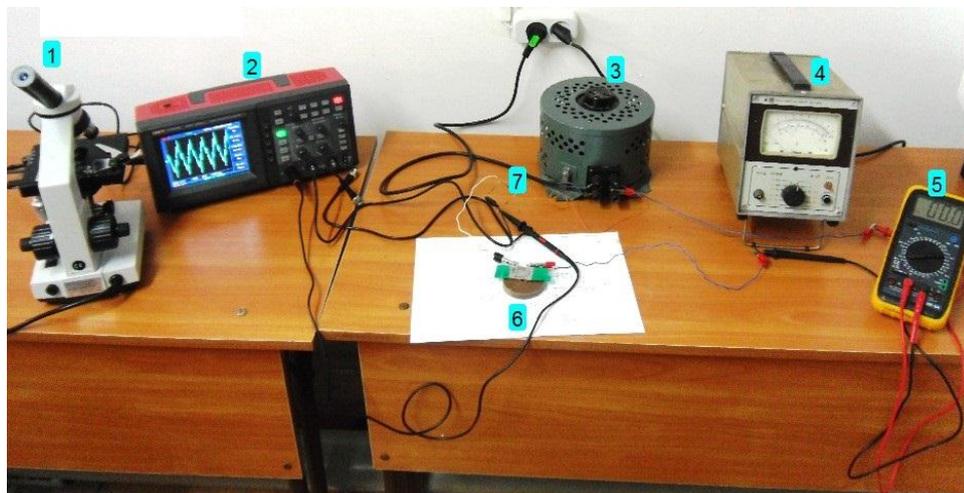


Рис. 1 Зовнішній вигляд експериментальної установки для дослідження електроплазмолізу: 1 – біологічний мікроскоп MICROMED; 2 – цифровий осцилограф; 3 – лабораторний автотрансформатор; 4 – мілівольтметр; 5 – мультиметр цифровий МУ-64; 6 – дослідний зразок рослинної сировини; 7 – шунт для вимірювання струму.

За допомогою вищевказаної установки знято залежність струму від часу при обробці рослинної сировини. Дані цих досліджень представлені на рис. 2. Масштаб по горизонтальній осі 10 мс на поділку, а по вертикальній 0,01 Ампер на одну поділку. Так ми бачимо, що внаслідок процесів які відбуваються в клітинах змінюється характер проходження електричного струму через досліджуваний зразок. Таким чином можна розробити автоматичну систему моніторингу стану обробки рослинної маси.

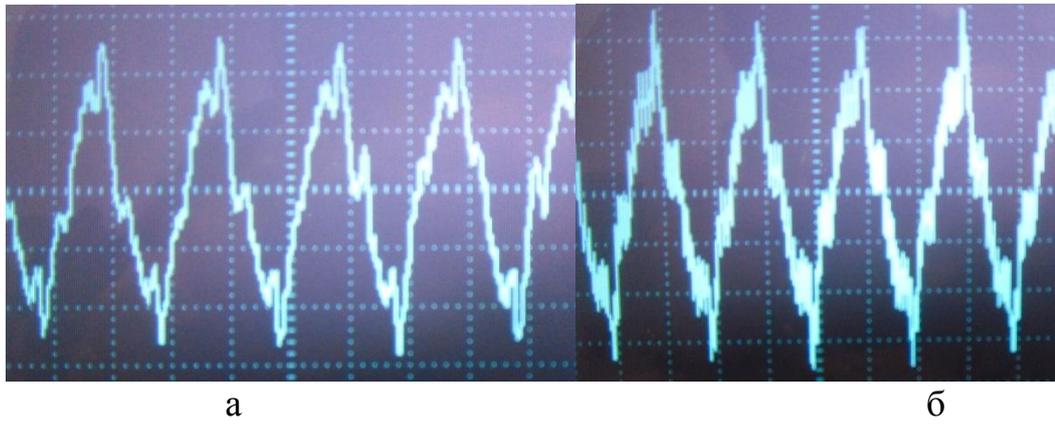


Рис. 2 – Осцилограма струму: а – на початку процесу електроплазмолізу; б – в кінці обробки електричним струмом зразка клітин цибулі.

Обробка результатів експерименту проводилась за допомогою біологічного мікроскопа і цифрової камери рис. 3. Ці дані свідчать про наявність явища електроплазмолізу при проходженні електричного струму через рослинну сировину, так як спостерігається часткова деформація або повне руйнування оболонки клітин, що в свою чергу призводить до вивільнення води.

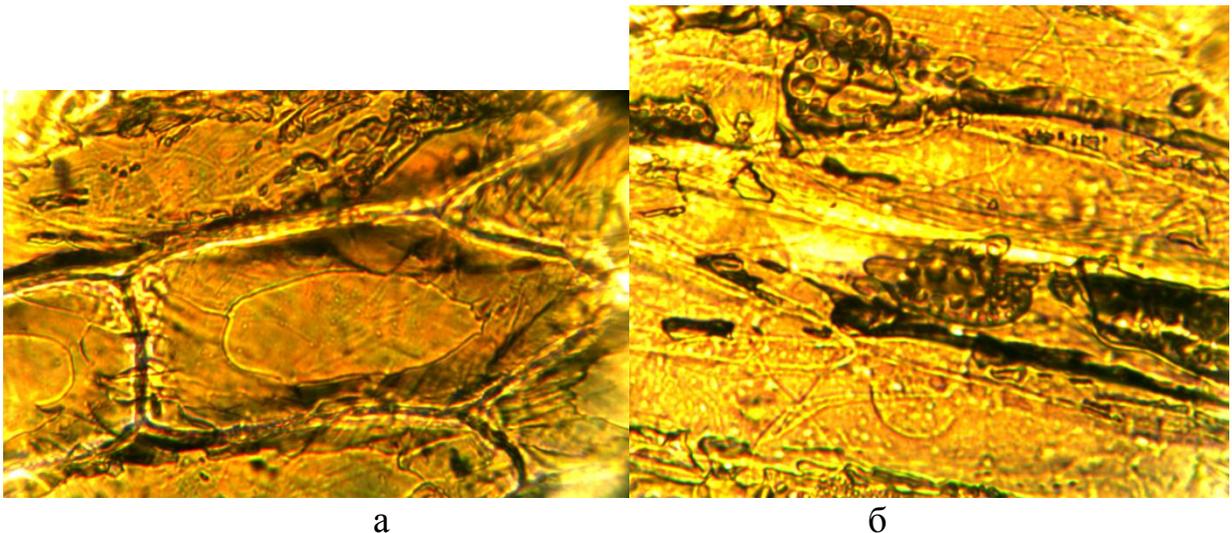


Рис. 3 – Фотографії клітин цибулі зі збільшенням в 150 разів: а – до початку процесу електроплазмолізу; б – в кінці обробки електричним струмом зразка клітин.

### ВИСНОВКИ

В роботі проведено аналіз сучасного стану електротехнологічного обладнання та обґрунтовано доцільність застосування установок, що реалізують явище електроплазмолізу рослинної сировини. Опираючись на дослідні дані розроблено лабораторну установку для дослідження явища електроплазмолізу.

## Література

1. Гусева, М. В. Совершенствование процесса экстрагирования целевых компонентов при электроконтактной обработке смеси растительного сырья : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.12 / М. В. Гусева. – Москва, 2008. – 26 с.
2. Лумисте, Е. Г. Электроплазмолиз растительного сырья / Е. Г. Лумисте, С. В. Терехов // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса : материалы Всероссийской науч.-практ. конф. / ФГОУ ВПО “Брянская ГСХА” – Ульяновск, 2008. – С. 120-122.
3. Морозов, О. Промышленное применение СВЧ-нагрева / О. Морозов [и др.] // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. – 2010. - № 3. – С. 266.

### INCREASE OF THE JUICE PRODUCTION EFFICIENCY USING AN ELECTRIC PLASMOLYSIS

*Dobrokhlop I.O., Zakharov D.O.*

*The perspective of using the electric plasmolysis for increase of the juice production efficiency is established. The characteristics of the electric current flow through the plant are analyzed.*

*Keywords: electric plasmolysis, discharge circuit, device for electric plasmolysis.*

УДК 621.37

### АНАЛІЗ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ОЗОНУ ДЛЯ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

*Обухов А.С., студент групи Ен4/1*

*Науковий керівник: асистент Захаров Д.О.*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Виконано аналіз сучасного стану розробки електротехнологічного обладнання для знезараження куриних яєць озonom. Вибрано оптимальну конфігурацію системи електродів генератора озону.*

*Ключові слова: електроплазмолиз, розрядне коло, електроплазмолізатор*

*Выполнен анализ современного состояния разработки электротехнологического оборудования для обеззараживания куриных яиц озonom. Выбрано оптимальную конфигурацию системы электродов генератора озона.*

*Ключевые слова: электроплазмолиз, разрядное круг, электроплазмолізатор*

Вступ. Актуальності набувають проблеми захисту господарства від занесення і поширення інфекційних захворювань. За даними літератури, збиток, заподіяний птахівництву інфекційними хворобами, доходить до 15-25% собівартості продукції птахівництва. Тому необхідно розробляти методи для дезінфікування яєць як безпосередньо після сортування так і під час

інкубації. Для вирішення такої задачі доцільно використовувати електрофізичні методи обробки сільськогосподарської продукції серед яких озонатори мають ряд суттєвих переваг. Озон відрізняється високим окислювальним, простотою, доступністю і можливістю отримання шляхом електросинтезу з повітря в необхідному місці і кількості. Але особливо важливим є те, що озон екологічно сумісний, і він один (крім кисню) бере участь у біологічних процесах навколишнього середовища. Він володіє багатьма властивостями: бактерицидним, фунгіцидним, віруліцидним, дезодоруючим, інсектицидним, демеркураційним, стимулюючими та ін.

Мета роботи. Розробка методів дезінфікування яєць як безпосередньо після сортування так і під час інкубації за допомогою електротехнологічної установки для бактерицидної обробки озоном.

Матеріали та результати дослідження. Запропонована конструкція озонатора яєць дозволяє інтегрувати установку в технологічний процес без суттєвих реконструкцій та з мінімальними капіталовкладеннями. З математичного моделювання розподілу напруженості електричного поля видно, що більш ефективним є застосування системи електродів ряд стрижнів з голками-площина так як при цьому спостерігається значно більше значення напруженості електричного поля між коронуючим та некоронуючим електродами.

Результати моделювання просторового розподілу електричного потенціалу в об'ємі розрядної камери між коронуючим і некоронуючим електродами, отримані за допомогою метода верхньої релаксації співпадають з результатами моделювання, отриманими з використанням об'єктно-орієнтованого пакету FEMM4.2

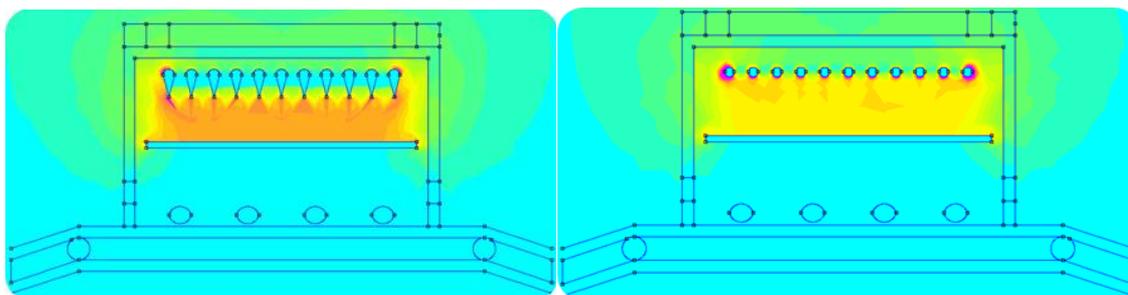


Рис. 1 - Розподіл напруженості електричного поля в об'ємі камери озона отара з електродною системою ряд проводів-площина та ряд стрижнів з голками-площина

## ВИСНОВКИ

В роботі проведено аналіз сучасного обладнання для генерації озонно-повітряної суміші. Запропонована конструкція озонатора яєць дозволяє інтегрувати установку в технологічний процес. Розроблено схему пристрою для визначення концентрації озону та моніторингу ефективності роботи установки для знезараження яєць.

## Література

1. Щерба А.А., Дубовенко К.В. Высоковольтные электроразрядные компактные системы/ – К.: Наукова думка, 2008. – 264 с. 448.
2. Дубовенко К.В. Знезараження зернової продукції імпульсним коронним розрядом / Дубовенко К.В., Захаров Д.О. // Вісник національного технічного університету «ХПІ» №61 (967). – Харків : НТУ «ХПІ» , 2012. – С. 139 – 149.
3. Пичугин Ю.П. Структура барьерного разряда и синтез озона // Материалы 25-го Всероссийского семинара "Озон и другие экологически чистые окислители. Наука и технологии". Москва, 2003, с.36-47

### **ANALYSIS OF AN APPROPRIATENESS OF THE OZONE APPLICATION FOR DISINFECTED OF THE AGRICULTURAL PRODUCTION**

*Obukhov A.S., Zakharov D.O*

*The present state of development of the electric equipment for ozone disinfection of eggs is analyzed. The optimal configuration of the electrode system for the ozone generation is obtained.*

*Keywords: ozone, corona discharge electrode system, ozonation eggs*

## УДК 621.3

### **РОЗРОБКА ЄМНІСНОГО ДІЛЬНИКА НАПРУГИ ДЛЯ РЕЄСТРАЦІЇ ІМПУЛЬСНИХ НАПРУГ АМПЛІТУДОЮ ДО 150 кВ**

*Лисюк М.В., студент групи. Ен4/1*

*Науковий керівник: асистент Захаров Д.О.*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Запропоновано конструкцію ємнісного дільника імпульсних напруг амплітудою до 150 кВ. Наведено особливості розрахунку параметрів схеми заміщення дільника.*

*Ключові слова: ємнісний дільник напруг, ємність коаксіального кабеля, імпульсні напруги*

*Предложена конструкция емкостного делителя импульсных напряжений амплитудой до 150 кВ. Приведены особенности расчета параметров схемы замещения делителя.*

*Ключевые слова: емкостной делитель напряжения, емкость коаксиального кабеля, импульсные напряжения*

При розробці та проектуванні електротехнологічних установок для обробки насіння сільськогосподарських культур в яких технологічний процес реалізується електророзрядними технологіями постає проблема у визначенні параметрів розрядного кола. Зокрема необхідно знати значення та форму імпульсу напруги обробки, так як дані параметри суттєво впливають на параметри режиму обробки продукції а від так і на ефективність і економічність обробки. Тому постає проблема в розробці недорогих, надійних та компактних засобів вимірювання.

Конструктивно запропонована конструкція являє собою ємнісний дільник. Високовольтне плече дільника утворене конденсатором С1 який утворений відрізком коаксіального кабелю та конденсатора С2 виготовленого з двох пластин розділених діелектриком. Коефіцієнт ослаблення даного дільника залежить від ємності конденсаторів низького плеча та конфігурації високовольтного конденсатора.

Слід зазначити, що для правильності визначення коефіцієнту ослаблення необхідно в схемі заміщення враховувати паразитну ємність та індуктивність конденсаторів та ємність конструкції дільника відносно землі.

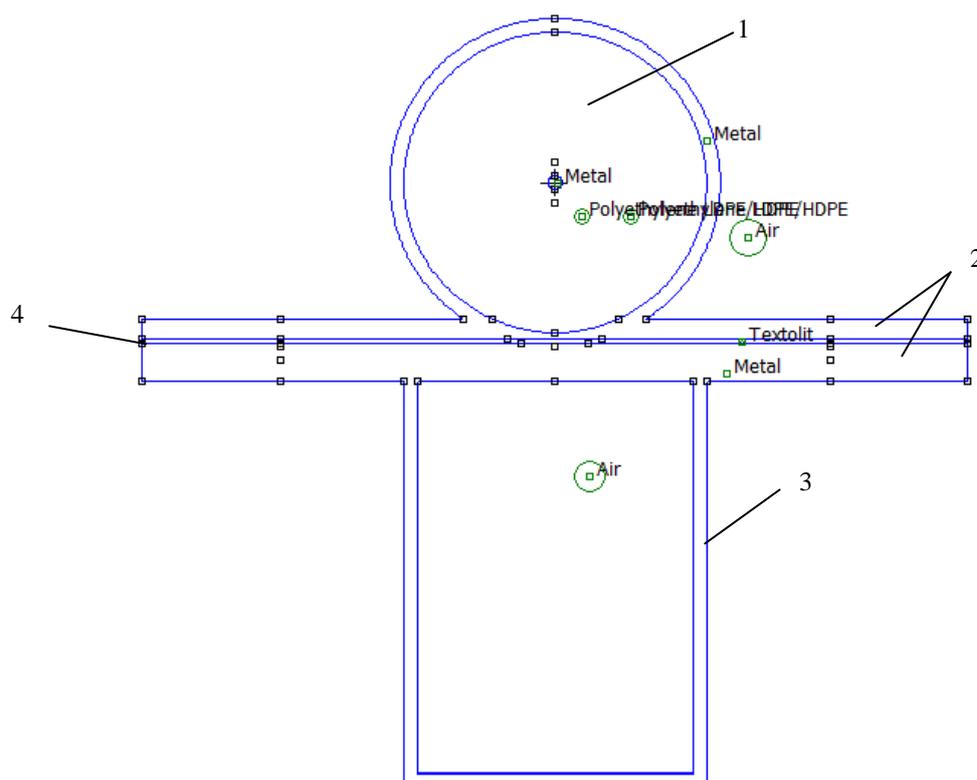


Рис. 1 – Розрахункова схема дільника напруг в середовищі FEMM 4.2:  
1, 2 –високовольтне плече дільника напруг; 3 – екран для низьковольтного плеча дільника; 4 – текстолітова ізоляційна пластина.

### Література

1.Shvab A. Izmereniyavysokomnapryazhenii: Izmeritel'nyepribory i sposobyizmereniya. - 2-e izd., pererab. i dop. Per. s nem. - М.: `Energoatomizdat, 1983. - 264 s.

2. Tehnikavysokihnapryazhenij: teoreticheskie i prakticheskieosnovyprimeneniya: Per. s nem. / M. Bejer, V. Bek, K. Meller, V. Caengl'; Podred. V.P. Larionova. - M.: `Energoatomizdat, 1989. - 555 s.

3.Brzhezic'kij V.O., ōsakova A.V., Rudakov V.V. ta ηn. Tehnika η elektrofηzikavisokihnaprug: Navch. posηbnikzared. V.O. Brzhezic'kogota V.M. Mihajlova. - Harkηv: NTU "HPō", Tornado, 2005. - 926 s.

## **DEVELOPMENT CAPACITIVE VOLTAGE DIVIDER TO REGISTER PULSE VOLTAGE AMPLITUDE UP TO 150 kV**

*Lysak M.V., Zakharov D.O.*

*The construction of the capacitive divider pulse voltage amplitude up to 150 kV. The peculiarities of calculating the parameters of the equivalent circuit divider.*

*Tags: capacitive voltage divider capacitance coaxial cable, switching voltage*

### **УДК 621.3**

## **РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ РОБОТИЗОВАНОГО ВСЮДИХОДА**

*Петров С.В., студент групи Ен 4/1*

*Науковий керівник – д.т.н., доцент К.В. Дубовенко*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Виконано аналіз сучасного стану розробки роботизованих транспортних засобів та їх енергетичних режимів роботи. Розроблено структурну схему силового електрообладнання роботизованого всюдихода. Розроблено тяговий синхронний двигун з постійними магнітами. Розроблено регульоване джерело живлення тягового електродвигуна з мікропроцесорним керуванням. Розроблено систему безпроводного керування електрообладнанням роботизованого всюдихода.*

*Ключові слова: всюдихід, електроенергетична система, синхронний двигун з постійними магнітами.*

*Выполнен анализ современного состояния разработки роботизированных транспортных средств и их энергетических режимов работы. Разработана структурная схема силового электрооборудования роботизированного вездехода. Разработан тяговый синхронный двигатель с постоянными магнитами. Разработано регулируемый источник питания тягового электродвигателя с микропроцессорным управлением. Разработано систему беспроводного управления электрооборудованием роботизированного вездехода.*

*Ключевые слова: вездеход, электроэнергетическая система, синхронный двигатель с постоянными магнитами.*

Перспективи розвитку агропромислового комплексу у великій мірі пов'язані з впровадженням роботизованої техніки. Створення роботизованого транспортного засобу вимагає розробки такої електроенергетичної системи, що забезпечує його підвищену маневреність і прохідність за відсутності безпосереднього керування оператором, прив'язку до місцевості, надійне безпроводне віддалене керування.

Переваги електротрансмісії розглянуто на прикладі електроенергетичної системи нової розробки потужного трактора Беларус 20-23.

За основу проектування у студентській науковій роботі взято концепцію колісного роботизованого всюдихода на електричній тязі (маса 730 кг) підвищеної маневреності і прохідності з хорошим зчепленням коліс з ґрунтом і водночас низьким тиском на ґрунт за рахунок використання трьох провідних колісних пар з можливістю передачі обертального моменту кожному колесу від окремого електродвигуна. Для розробки електросилової установки роботизованого всюдихода перш за все було проаналізовано основні характерні енергетичні режими його роботи. В студентській науковій роботі було спроектовано тяговий синхронний двигун з постійними магнітами потужністю 4 кВт, номінальною напругою 100 В та іншими технічними характеристиками, проведено моделювання магнітної системи за допомогою програмного забезпечення FEMM 4.2. та обрано масо-габаритні характеристики. Для регулювання швидкості обертання тягових синхронних двигунів використовується частотний перетворювач, а як джерело живлення застосовано літій-іонну акумуляторну батарею енергоємністю 26 кВт·год.

Розроблено схему електричну принципову мікроконтролерного керування синхронним двигуном з постійними магнітами з використанням датчиків Холла та складено таблиці з послідовністю комутації транзисторів в залежності від вихідних імпульсів цих датчиків.

Для реалізації дистанційного керування рух трактора має бути запрограмованим згідно математичним рівнянням, що визначають його траєкторію. На основі аналізу літературних даних і розробки силового електрообладнання трактора у науковій роботі запропонована структурна схема супутникової навігації, яка містить GPS-модуль, сервісну обчислювальну машину, блок силової електроніки, органи керування та індикації транспортного засобу, автономні основні та запобіжні джерела живлення. Алгоритм дії системи супутникового керування визначається розробленою структурною схемою. Дистанційне керування траєкторією руху передбачено на основі структурної схеми розробленої безпроводної системи керування з планшету. Виконано вибір компонентів для реалізації такого керування.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Павлюк А.С. Моделирование управляемого движения автомобиля: Учебное пособие / А.С. Павлюк / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: АлтГТУ, 2005. – 141 с.
2. Васьковский Ю.Н. Моделирование режимов работы тягового синхронного двигателя с постоянными магнитами / Ю.Н. Васьковский, Ю.А. Гайденко, А.Е. Русятинский // Электротехника і Електромеханіка, 2013, №5. - С.19 - 22.
3. Дубовенко К.В. Проект електроенергетичної системи роботизованого всюдихода / К.В. Дубовенко, Д.М. Землевський, С.В. Петров

/ Матеріали доповіді Міжнар. науково-практ. конф., присвяченої 30-річчю МНАУ (12-14 листопада 2014 р.). – 2 с.

## **ROBOTIC CROSS-COUNTRY VEHICLE ELECTRIC POWER SYSTEM DEVELOPMENT**

*Petrov S.V., K.V. Dubovenko*

*Analysis of the robotic transport vehicle modern state and their energetic modes of operation have been carried out. The structural scheme of the cross-country vehicle power equipment, its traction motor with permanent magnets, regulated power supply source with microprocessor control for the traction motors and the system for its electrical equipment wireless control has been worked out.*

**Keywords:** *cross-country vehicle, electric power system, synchronous motor with permanent magnets.*

**УДК 621.314**

### **РОЗРОБКА СИНХРОННОГО БЕЗЩІТКОВОГО ГЕНЕРАТОРА З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ ДЛЯ ВІТРЯНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ (до 4 кВт)**

*Костандой А.І., студент групи Ен5м*

*Науковий керівник: д.т.н., доцент Дубовенко К.В.*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Розроблено синхронну машину з постійними магнітами для вітряної електростанції та система її мікропроцесорного керування. Розглянуто застосування метода шестикрокової комутації синхронної машини з визначенням положення ротора за допомогою сенсорів Холла.*

*Ключові слова: синхронна машина з постійними магнітами, мікропроцесорне керування, сенсори Холла*

*Разработана асинхронная машина с постоянными магнитами для ветряной электростанции и система ее микропроцессорного управления. Рассмотрено применение метода шестикроковой коммутации синхронной машины с определением положения ротора с помощью сенсоров Холла.*

*Ключевые слова: синхронная машина с постоянными магнитами, микропроцессорное управление, сенсоры Холла*

Розробка вітряних електростанцій вимагає створення високоефективних і надійних синхронних генераторів. Перспективи створення таких машин, насамперед, пов'язані з розробкою синхронних електричних машин з постійними магнітами. В роботі розроблено синхронну машину з постійними магнітами і розглянуто метод керування її роботою з використанням цифрового сигнального процесора dsPIC30F. Електронна частина систем керування побудована на використанні периферійних модулів цього мікропроцесора.

Основні риси системи керування :

- генерація синусоїдного струму для керування синхронним двигуном с постійними магнітами ( СДПМ) , з використанням просторової векторної модуляції ( ПВМ) ;

- синхронізація синусоїдних напруг з положенням ротора СДПМ;

- чотирьох-квадратне функціонування, яке дозволяє виконувати операції прямого і зворотнього включення двигуна, а також його гальмування;

- регулювання швидкості обертання в замкнутій системі керування з використанням пропорційно-інтегрально-диференціального принципу(ПІД керування);

- робота з фазовим випередженням керування для розширення діапазону швидкості;

- виконання операцій з дробними числами, процесором dsPIC30F.

Сигнальний мікропроцесор dsPIC30F є шістнадцятирозряднимцифровим пристроєм, який має 28 виводів і спеціально розроблений для недорогих але високоефективних застосувань, пов'язаних з цифровим керуванням двигунів електроприводів. Основними особливими характеристиками dsPIC30F є :

- швидкість обробки інформації - тридцять мільйонів операцій в секунду;

- шість незалежних або три комплементарних парививодів,для керування двигуном на основі ШІМ;

- шестивходовийаналогоцифровий перетворювач (АЦП) із швидкістю перетворення до одного мегабіта за секунду,з можливістю одночасної реєстрації даних з чотирьох входів;

- протоколи обміну інформації реалізовані периферійними модулями: UART, I<sup>2</sup>C і SPI;

- невеликий розмір (6х6 мм в корпусі QFN) для вбудованих систем керування;

- процесор побудований для швидкої реакції на дані, що отримуються в системах керування із зворотніми зв'язками .

На рис. 2 наведено спрощену структурну схему керування синусоїдним сигналом СДПМ.

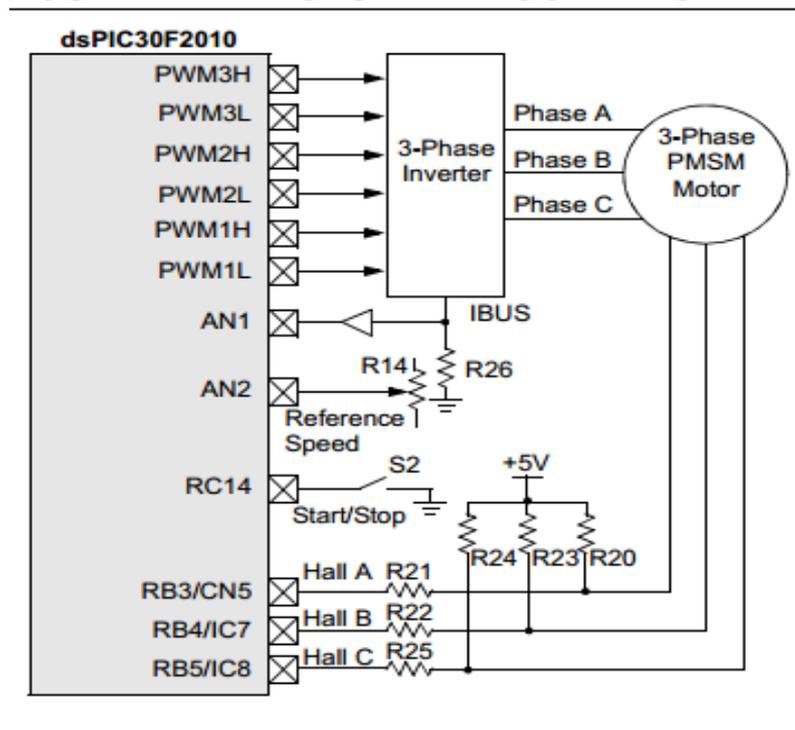


Рис. 2 Спрощена структурна схема керування синусоїдним сигналом СДПМ

Суттєвими рисами структурної схеми є :

- потенціометр R14 дозволяє обирати задану швидкість обертання;
- позиція ротора детектується із використанням датчиків Холла під'єднаних до виводів RB3, RB4, RB5;
- зворотний зв'язок за струмом забезпечується простою схемою з операційним підсилювачем .

Аварійний сигнал надходить з кола з компаратором, з'єднаним зворотним зв'язком за струмом. Значення струму реєструється з використанням резистора R26, опір якого дорівнює 0,1 Ом .

обґрунтовано метод керування синхронною машиною за принципом шести крокової комутації з визначенням поточного положення ротора в кожний момент даними, що отримуються за допомогою трьох сенсорів Холла.

## ЛІТЕРАТУРА

1. AN 1017 Microchip // Ресурс INTERNET:  
<http://www.microchip.com/downloads/en/AppNotes/01017A.pdf>

## DEVELOPMENT OF SYNCHRONOUS BRUSHLESS PERMANENT MAGNET GENERATOR FOR WIND LOW POWER STATION (upto 4 kW)

*Kostandoy A.I., Dubovenko K.V*

*Synchronous motor with permanent magnets for wind power and its microprocessor control system is developed. The application of the six-step method of switching for determining synchronous machine rotor position with the use of Hall sensors is analysed.*

*Keywords: synchronous machine with permanent magnets, microprocessor control, Hall sensors.*

**УДК 621.314**

## **РОЗРОБКА МОДУЛІВ АВТОМАТИЗОВАНОЇ МЕТЕОРОЛОГІЧНОЇ СТАНЦІЇ**

***Пухалевич А.С., студент групи Ен5с***

***Науковий керівник: д.т.н., доцент Дубовенко К.В.***

***Миколаївський національний аграрний університет***

*Обґрунтовано актуальність розробки автоматизованої метеорологічної станції для аналізу умов вирощування сільськогосподарських культур. Розроблено структурну схему автоматизованої метеорологічної станції, схеми електричні принципи модулів реєстрації температури і вологості повітря і ґрунту, швидкості вітру, освітленості.*

*Ключові слова: метеорологічна станція, модульна структура, автоматизація реєстрації метеорологічних характеристик*

*Обоснована актуальность разработки автоматизированной метеорологической станции для анализа условий выращивания сельскохозяйственных культур. Разработана структурная схема автоматизированной метеорологической станции, схемы электрические принципиальные модулей регистрации температуры и влажности воздуха и почвы, скорости ветра, освещенности.*

*Ключевые слова: метеорологическая станция, модульная структура, автоматизация регистрации метеорологических характеристик*

Сучасний розвиток агропромислового виробництва вимагає оптимізації процесів вирощування сільськогосподарських культур з урахуванням погодних умов конкретного регіону. В залежності від умов розташування сільськогосподарських угідь навіть в межах одного кліматичного району умови для вирощування сільськогосподарських культур можуть суттєво відрізнятися. Це пов'язано зі станом якості ґрунту на заданій ділянці, рельєфу місцевості, переважними напрямками вітру, ступенем освітленості, тощо. Тому актуальною є розробка автоматизованої метеорологічної станції для комплексної реєстрації метеорологічних характеристик повітря і ґрунту на ділянках господарства для оптимізації процесів вирощування сільськогосподарських культур.

Метеорологічна станція, що розробляється, має модульну структуру (рис. 1). Вона містить наступні модулі:

- модуль реєстрації температури повітря;
- модуль реєстрації вологості повітря;
- модуль реєстрації швидкості та напрямку вітру;

- модуль реєстрації тиску повітря;
- модуль реєстрації температури ґрунту;
- модуль реєстрації вологості ґрунту;
- модуль реєстрації наближення грозових явищ.

Структурна схема метеорологічної станції наведена на рис. 1. Модуль реєстрації температури повітря заснований на цифровому сенсорі температури DS18B20. Цей сенсор пов'язаний з мікроконтролером PIC16F873A. Передача інформації від датчика на цифрові входи мікроконтролера виконується за протоколом шини I<sup>2</sup>C. На шину може бути приєднана кілька десятків датчиків, кожна з яких має свою унікальну адресу. Аналогічно застосовуються датчики вологості повітря.

Для визначення швидкості і напрямку вітру застосовують цифрові анемометри або застосований цифровий анемометр.

Для визначення температури і вологості ґрунту застосовано датчики, конструкція яких має особливості. Датчик реєстрації температури ґрунту розташований в тонкому мідному корпусі залито компаундом.

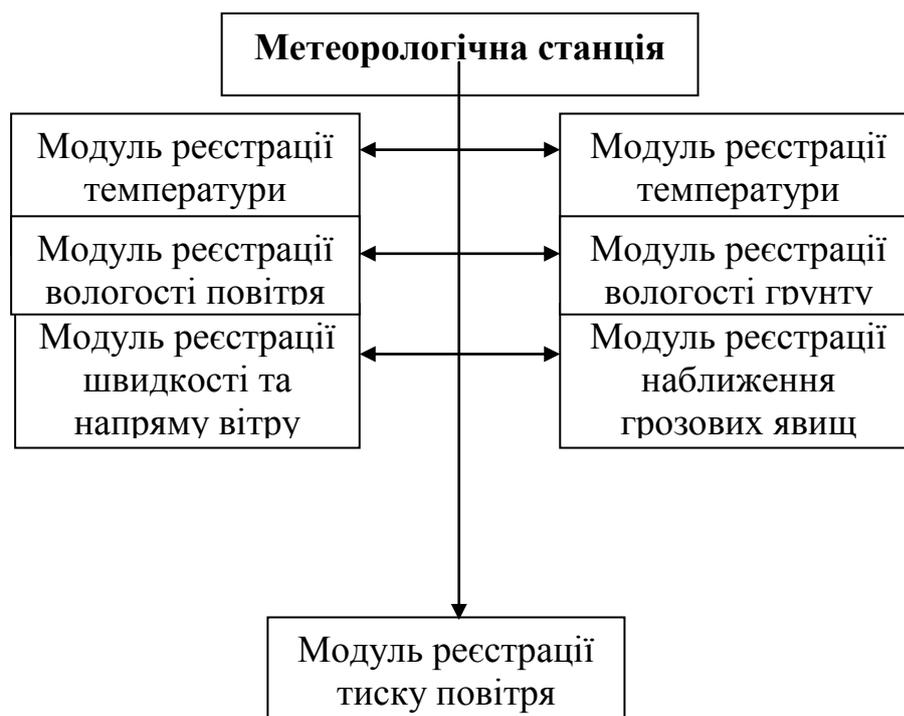


Рис.1 Структурна схема метеорологічної станції.

Висока теплопровідність корпусу сенсора практично не впливає на показники, що вимірюються (значення температури). Вимірювання вологості ґрунту засновано на принципі в залежності опору ґрунту, який знаходиться між електродами, від вмісту вологи.

## Література

1. Кашкаров А.П. 500 схем для радіолюбителів. Електронные датчики / А.П. Кашкаров. – СПб.: Наука и техника, 2008. – 288 с.:ил.

2. Рейкс Ч.Д. 55 электронных схем сигнализации. / Ч.Д. Рейкс - Энергоатомиздат, 1991. – 112 с.

## **DEVELOPMENT OF AUTOMATED WEATHER STATION**

*Pukhalevych A.S., Dubovenko K.V.*

*Actuality of an automated weather station development for analyzing the conditions of crops growing is considered. The structural scheme of the automated weather station, electrical circuits of the modules for registration of temperature and humidity of air and soil, wind speed, light intensity are worked out.*

*Key words: weather station, modular structure, automation of meteorological characteristics registration*

**УДК 631.3:6311/6**

## **РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МАШИНИ ДЛЯ ВИДІЛЕННЯ НАСІННЯ ОГІРКА І ДИНИ**

*Мащенко М.Ю., студент групи М 5/2*

*Науковий керівник – к.т.н., ст. викл. А.С. Пастушенко*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Проведено аналіз технічних засобів вітчизняного і закордонного виробництва та виявлено їх недоліки. Розроблена класифікація способів доробки технологічної насінневої маси. Запропоновано конструктивно-технологічні параметри машини для виділення насіння огірка та дини.*

*Ключові слова: овоче-баштанні культури, насіннева маса, виділення насіння, втрати насіння, засміченість насіння, барабан-решето.*

*Проведен анализ технических средств отечественного и зарубежного производства и выявлены их недостатки. Разработана классификация способов доработки технологической семенной массы. Предложено конструктивно-технологические параметры машины для выделения семян огурца и дыни.*

Для визначення потреб населення України у гарбузових культурах та обсягах насіння для їх вирощування необхідно дослідити динаміку їх вирощування за останні 40 років. Проведений аналіз матеріалів дозволив визначити, що переважна більшість обсягів виробництва баштанних культур сконцентрована у південному регіоні – Херсонській, Одеській, Миколаївській, Запорізькій областях та АР Крим. Саме в цих регіонах України дрібні господарства намагаються забезпечити власноруч основні потреби у насінні, витрачаючи на отримання 1 кг – 16...20 люд-год., що у 2...5 разів перевищує аналогічні показники країн Європи – основних виробників кондиційного насіння овоче-баштанних культур.

Проблемною науково-дослідною лабораторією конструювання енергоефективної сільськогосподарської техніки і технологій Миколаївського НАУ створено нову машину для виділення насіння овоче-баштанних культур, що забезпечує механізовану технологію отримання їх насіння. На відміну від попередніх розробок вона оснащена робочими органами що відділяють насіння шляхом роздавлювання насінників та протягування робочої маси між барабаном та декою в зазорі «барабан-решето». Саме така конструкція, за проведеними нами аналітичними дослідженнями може забезпечити суттєве покращення якісних показників насіння. На дану конструкцію було отримано патент України на винахід.

Технологічний процес роботи дослідної установки передбачає в собі ряд особливостей у порівнянні з аналогічними пристроями. Визначення об'єктивної оцінки якості роботи розробленої машини по виділенню насіння огірка і дині нами були вирішені такі задачі.

На початку експериментальних досліджень, методом експертної оцінки, було проведено визначення і апріорне ранжування факторів що впливають на хід виконання технологічного процесу, з наступним аналізом діаграми їхнього ранжування. Проведений аналіз експертної оцінки і їх статистичної обробки дозволяє зробити висновок про найбільший вплив на хід і якість виконання технологічного процесу наступних п'яти факторів з числа перерахованих: зазор «барабан-решето» ( $X_4$ ); розмір отворів решета ( $X_6$ ); частота обертання барабану ( $X_8$ ); кут охопту барабану подовжувачем деки ( $X_9$ ); величина подачі маси насінників на переробку ( $X_{11}$ ).

Відповідно для подальшого проведення експерименту обрано 3-х рівневий квази-D оптимальний план Хартлі другого порядку. В ньому фактори отримали нову градацію: частота обертання барабана – ( $X_1$ ), рівень подачі технологічної маси – ( $X_2$ ), величина зазору «барабан-решето» – ( $X_3$ ), розмір отворів решета – ( $X_4$ ), і кут охопту барабану подовжувачем деки – ( $X_5$ ). Матрицю планування експерименту приведено у додатку 3. Повторність проведення дослідів по кожному з критеріїв оптимізації складала три рази. По кожному рядку плану розраховувалося середнє значення критеріїв оптимізації – чистота насіння (ЧН) і втрати насіння (ВН).

Після статистичної обробки експериментальних даних на ПЕОМ отримані математичні моделі, для чистоти (ЧН) та втрат (ВН) насіння, що описують технологічний процес виділення насіння дині і огіроків на новій машині давильно-сепаруючого типу.

Аналіз графічних залежностей двомірних перетинів поверхонь відгуку отриманих внаслідок лабораторних випробувань нової машини для виділення насіння овоче-баштанних культур дає можливість стверджувати, що оптимальними конструктивно-технологічними параметрами для неї є: частота обертання барабана  $X_1 = 45...52$  об/хв; рівень подачі технологічної маси  $X_2 = 8...9$  кг/хв; величина зазору «барабан-решето»  $X_3 = 15...19$  мм; розміри отворів решета  $X_4 = 9,5$  мм і кут охопту барабана подовжувачем деки  $X_5 = 45...65$  град. При таких значеннях обраних чинників що основною мірою впливають на якість технологічного процесу виділення насіння,

критерії оптимізації знаходяться в діапазоні: чистота насіння  $-96,98\% < ЧН < 97,4\%$ ; втрати насіння не перевищують 3,1 %.

Виробничу перевірку і впровадження нової технологічної лінії для отримання насіння огірка і дині було проведено на базі консервного заводу фермерського господарства “Владам” Жовтневого району Миколаївської області і Інституту південного овочівництва і баштанництва Національної академії аграрних наук України (м. Гола Пристань Херсонської області).

## **Література**

1. Медведєв В.П., Дураков А.В. Механізація виробництва насіння овочевих і багачевих культур. – М: Агропромиздат, 1985. – 239 с.
2. Инструкция по эксплуатации и уходу. Измельчитель – выделитель семян багачевых культур ИБК-5 / Киевский экспериментальный завод сельскохозяйственных машин. – К.: 1979. – 24с.
3. Семяотделительная машина СОМ-2. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. НФ ГСКБ по машинам для овощеводства. – Николаев, 1981, -22 с.

## **DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL LINES AND RATIONALE FOR RELEASE MACHINE PARAMETERS SEEDS OF CUCUMBER AND MELON**

*Mashchenko M.U., A.S. Pastushenko*

*The analysis of the technical means of domestic and foreign production and identified their shortcomings. The classification of methods of technological improvements seed mass. The constructive and technological parameters of the machine to separate seeds of cucumber and melon.*

**УДК 631.3**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ КАРТОПЛІ**

***Нікітін О.В., студент групи М5, Басьонок О.О., студент групи М5  
Науковий керівник – ас. О.І. Норинський  
Миколаївський національний аграрний університет***

*Проведено аналіз технічних засобів вітчизняного і закордонного виробництва та виявлено їх недоліки. Розроблена класифікація способів транспортування та сортування картоплі. Запропоновано конструктивно-технологічні параметри транспортера - сортувальника. Використання запропонованого технологічного обладнання дозволить транспортувати та сортувати картоплю майже без ушкоджень.*

*Ключові слова: картопля, транспортер - сортувальник, картоплексовище, вантажно – розвантажувальні роботи.*

*Проведен анализ технических средств отечественного и зарубежного производства и выявлены их недостатки. Разработана классификация способов транспортировки и сортировки картофеля. Предложено конструктивно-технологические параметры транспортера - сортировщика. Использование предлагаемого технологического оборудования позволит транспортировать и сортировать картофель почти без повреждений.*

Важливою проблемою для України є створення картоплексовищ і відпрацювання технології зберігання овочів основних сільськогосподарських культур держави – картопля, капуста, буряк.

На наступних стадіях вирішення цієї проблеми в частині розробки збиральних та зберігальних комплексів є розробка методики зберігання картоплі і проектування прогресивних сховищ різних модифікацій нового покоління.

Більшість технічних засобів вітчизняного виробництва, які залишилися від спеціалізованих господарств Півдня України з 80-х років минулого століття є морально та фізично застарілими. Найкращими зразками такого обладнання для транспортування є машини ТЗК-30; ТЗК-60; а також сортування МК-900.

Проведений аналіз існуючих способів дозволив розробити класифікацію способів транспортування і сортування зерна, відповідно якої існують стрічкові, гвинтові, роликові способи. Більш універсальним обладнанням для транспортування картоплі є стрічкові транспортери.

Проведенні теоретичні дослідження підтвердили ефективність застосування стрічкового транспортера - сортувальника. З метою покращення вантажних робіт пропонується з'єднання в одну машину транспортера – розвантажувача та розподільника (рис. 1).

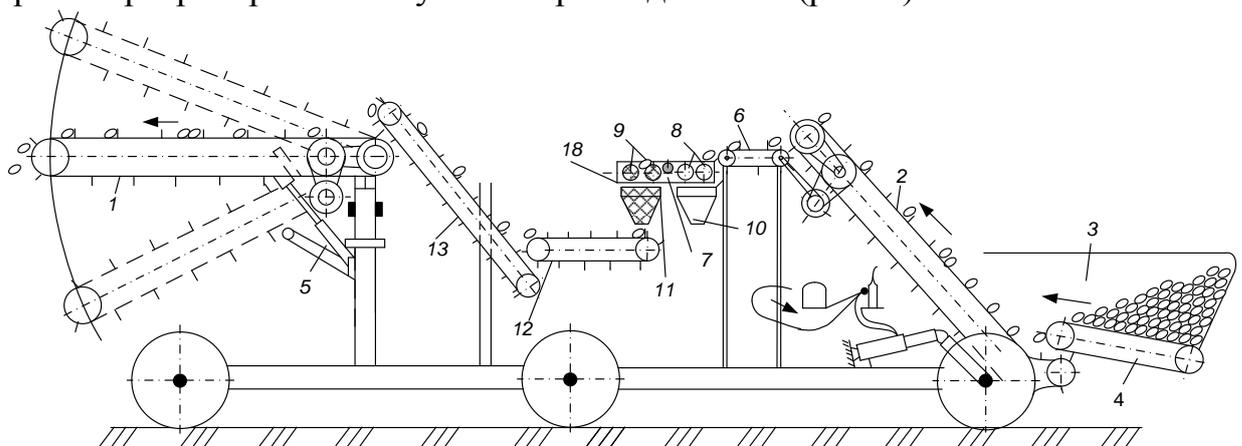


Рис. 1. Схема транспортера-сортувальника:

1 – стріла; 2, 17 – підймальний транспортер; 3 – бункер; 4 – приймальний транспортер; 5 – стріла завантажувача – транспортера; 6,16 – транспортер; 7 – гладкі ролики; 8 – ролики для відділення домішок; 9 – ролики для відділення плодів картоплі; 10 - бункер для домішок; 11 – бункер для бульб.

Плоди поступають до приймального бункеру 3, після чого підймальним транспортером 2 подається для закладання на розподільчий транспортер 1, з якого бульби пересуваючись по транспортеру 6 надходять на сортувальник 18. Через ролики 8 видаляються домішки, потім проходять по прорезиненому ролику 7 сортується по розміру проходячи по роликам 9. Зсипається на транспортер 16 і надходять на підймальний транспортер 17, після чого за допомогою стріли 1 розподіляється по сховищам.

Стріла завантажувача змінює своє положення за допомогою гідроциліндра в межах 0,3.5,5 м залежно від висоти завантаження.

Пошкодження бульб при завантаженні не перевищує 1%. Домішки повинні рівномірно розподілятися по насипу. Не допускаються при завантаженні втрати більше 0,1%.

## Література

1. Аніферов П. Е. Машины для овощеводства / П. Аніферов. – К.: Вища школа, 1989. – 262 с.

2. Агропромисловий комплекс України: стан, тенденції та перспективи розвитку. Інформ.-аналіт. зб. / за ред. П.Т. Саблука та ін. – К.: ІАЕ УААН, 2011. – вип. 6. – 863 с.

3. П.В. Бекетов, Снижение потерь картофеля и овощей при уборке и хранении / П.В.Бекетов, В.А. Родичев и др.// - М Россельхозиздат, 1986, 220 с.

4. Буянов А.И. Физико-механические свойства растений, почв и удобрений / А.И. Буянов // . – М.: Колос, 1992. –366 с.

## RESEARCH PROCESS POSTHARVEST TREATMENT OF POTATOES

*Nikitin O.V., Basënok O.O., O.I. Noryns'kyu*

*The analysis of means of domestic and foreign production and revealed their shortcomings. The classification methods of transportation and sorting potatoes. A constructive-technological parameters transporter - sorter. Using the proposed process equipment will transport and sort potatoes with almost no damage.*

## АНАЛІЗ ВІТЧИЗНЯНИХ ТА ЗАКОРДОННИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИЛУЧЕННЯ ОЛІЇ МЕХАНІЧНИМ СПОСОБОМ

*Болгов О.В., студент групи М5, Кондря Д.І., студент групи М5  
Науковий керівник – ас. В.В. Стрельцов  
Миколаївський національний аграрний університет*

*Проведено аналіз існуючих вітчизняних та закордонних технологій і обладнання для вилучення олії механічним способом. Запропоновано технічне рішення комбінованого пресу.*

*Ключові слова: технологія, пресування, прес-екструдер, енергоємність, олія.*

*Проведен анализ существующих отечественных и зарубежных технологий и оборудования для извлечения масла механическим способом. Предложено техническое решение комбинированного пресса.*

Олію одержують методами пресування, екстрагування або їх комбінацією. В процесі механічного пресування в шроті залишається близько 15 % олії. Глибоке вилучення олії можливе у два етапи: механічне пресування насіння і подальше екстрагування олії із одержаного шроту [1-3]. Технологічна схема екстракційного вилучення олії є складною і непридатною для невеликих підприємств, оскільки обладнання, що застосовується, вимагає високої кваліфікації обслуговуючого персоналу, а традиційні розчинники є вибухо- та пожежонебезпечними.

Для отримання олії механічним способом із застосуванням тиску використовуються гідравлічні і шнекові преси. Гідравлічні преси, що раніше використовувалися достатньо широко, через конструкційні недоліки в даний час повністю витіснено шнековими пресами [4].

Шнекові преси можна класифікувати за технологічним призначенням на три групи: преси для попереднього вилучення олії (форпреси); преси глибокого або кінцевого вилучення олії (експелери); преси подвійної дії, коли в одному агрегаті здійснюється попереднє і кінцеве вилучення олії [5-8].

На основі відомих способів вилучення олії побудовано такі технологічні схеми її виробництва: одноразове пресування; дворазове пресування – вилучення олії шляхом попереднього віджимання – форпресування з наступним остаточним віджиманням – експелеруванням; холодне пресування – вилучення олії з сировини без попередньої волого-теплової обробки; форпресування – екстракція – попереднє знежирення олії шляхом форпресування з наступним її вилученням шляхом екстракції бензином; пряма екстракція – екстракція розчинником без попереднього знежирення.

Найбільш розповсюдженими, як в Україні, так і за кордоном (Німеччина, Молдова, Росія та ін.), є переробка олієвмісної сировини за технологією гарячого (рис. 1) та холодного одноразового пресування (рис. 2).

Відповідно технології гарячого пресування [9], процес здійснюється наступним чином. Попередньо очищене і просушене насіння засипається в приймальний бункер 1 і транспортується гвинтовим конвеєром 2 в вальцьовий верстат 3. Тут насіння подрібнюється, перетворюючись на м'ятку. Отримана м'ятка подається транспортером 2 в трьохчанну жаровню 4, де відбувається її нагрівання. Для нагрівання технічної олії в жаровні служить піч 10. Нагріта м'ятка транспортується гвинтовим конвеєром 2, в прес остаточного віджиму 5. Отримана олія проходить через зазори в зерному циліндрі, збирається на піддоні і зливається в збірник олії 7, звідки вона перекачується насосом в ємність для зберігання 9. Макуха, яка виходить з пресу транспортується в спеціальний бункер 8.

Аналіз роботи лінії за такою схемою, виконаний в процесі досліджень, свідчить про значну енерго- та металоємність виробництва олії, окрім того, використання обладнання для нагрівання м'ятки призводить до зниження якості олії і збільшення собівартості кінцевого продукту. Впровадження такого технологічного процесу в умовах господарств з невеликими обсягами виробництва сировини неможливо через розгалуженість операцій, що призводить до великої витратності.

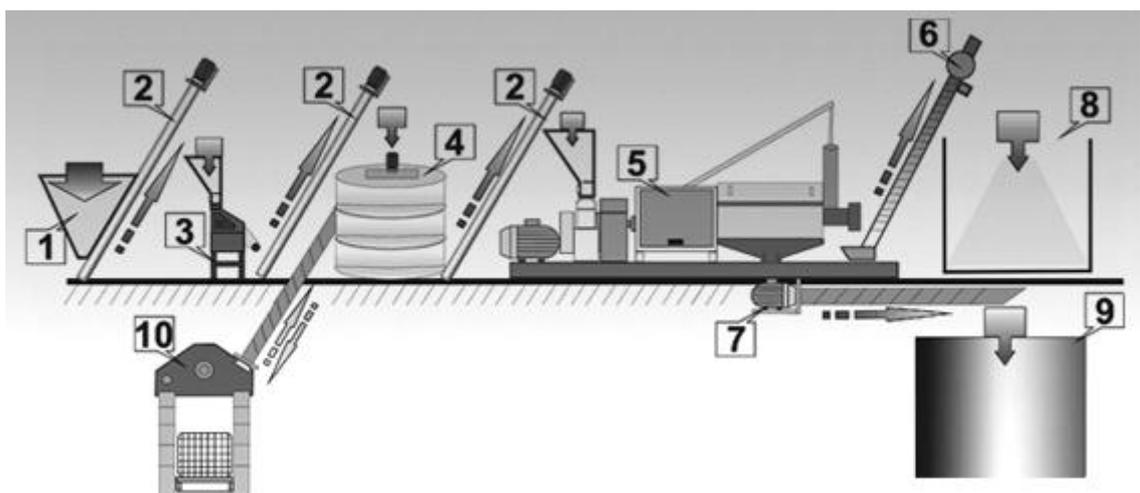


Рис. 1. Технологічна схема гарячого, одноразового пресування:

1 – приймальний бункер; 2 – транспортер; 3 – агрегат розмельно-вальцьовий ;  
 4 – жаровня 3-х чанна; 5 – прес; 6 – транспортер для відбору макухи; 7 –  
 збірник олії з насосом; 8 – бункер для макухи; 9 – ємність для  
 зберігання олії; 10 – піч.

Технологічна схема виробництва рослинної олії методом холодного, одноразового пресування відрізняється від попередньої відсутністю пічки для теплової обробки м'ятки, що дещо спрощує технологію, але має достатньо велику кількість одиниць комплектного обладнання, що, в свою чергу, веде до великої металоємності.

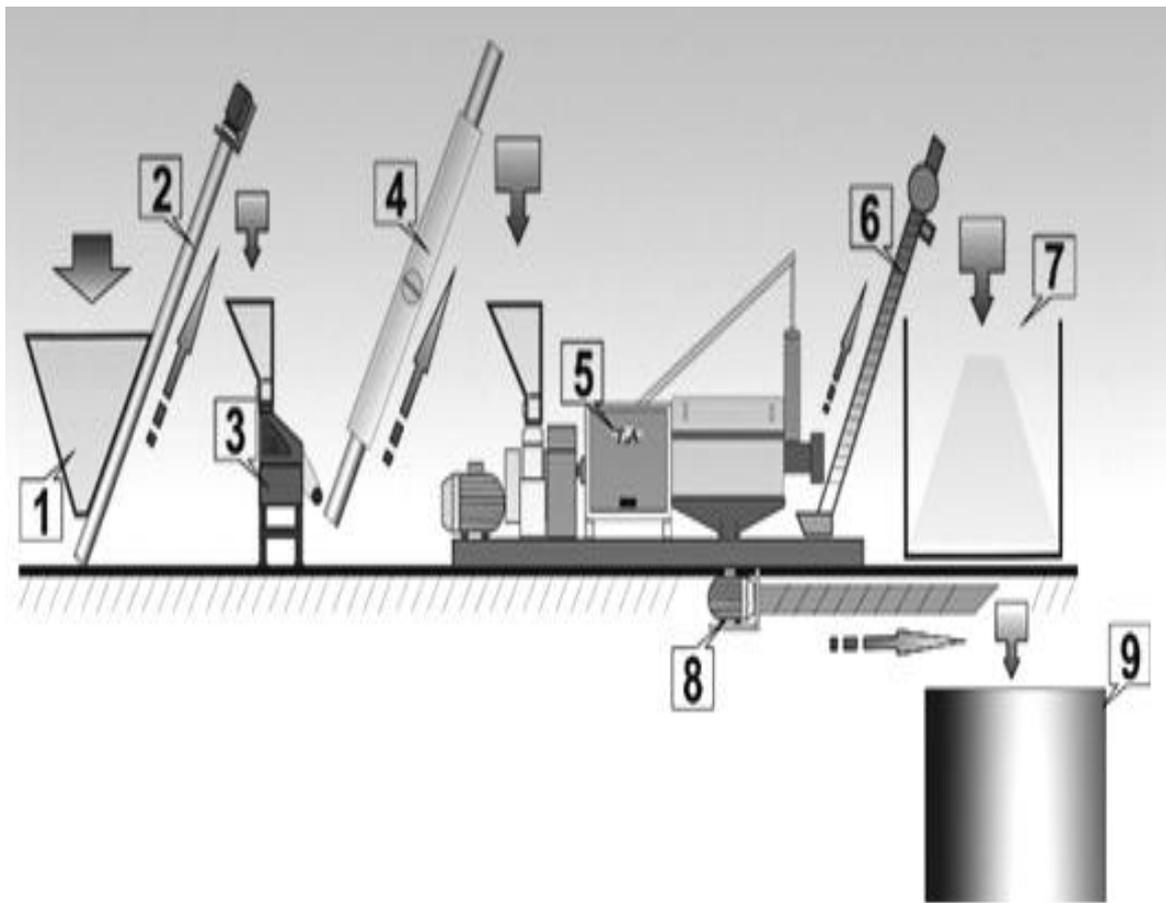


Рис. 2. Технологічна схема виробництва рослинної олії методом холодного, одноразового пресування:

1 – приймальний бункер; 2 – транспортер; 3 – агрегат розмельно-вальцьовий; 4 – транспортер з підігрівом; 5 – прес; 6 – транспортер для відбору макухи; 7 – бункер для макухи; 8 – збірник олії з насосом; 9 – ємність для зберігання олії.

Зменшення розгалуженості технологічного процесу переробки олійної сировини можна досягти за рахунок скорочення кількості одиниць обладнання, а це, в свою чергу, можливо при впровадженні такої машини, що здатна поєднати виконання декількох технологічних операцій.

Дослідження проблемних елементів роботи пресового обладнання дало можливість запропонувати технічне рішення комбінованого пресу (рис. 3), що пропонується для впровадження в технологічну лінію.

В основу технічного рішення поставлено завдання створення такого шнекового преса для віджимання олії [10], в якому здійснення попереднього подрібнення ядра насіння до стану м'ятки дозволяє інтенсифікувати процес олієвідокремлення під час пресування.

Поставлене завдання вирішується тим, що в приймальному бункері встановлено пару нарізних вальців, які отримують обертальний рух від

шнекового валу через клинопасову передачу. В приймальному бункері ядро насіння первинно подрібнюється, переходячи до стану м'ятки, яка направляється в зерну камеру, де здійснюється процес подрібнення.

Установка складається із станини 1, що є основою, на якій змонтовані всі головні вузли шнекового преса. В приймальному бункері 5 встановлено пару нарізних вальців 4 і заслінку 6. Головним елементом пресу являється зерний барабан 10, який має зварну циліндричну форму. Всередині циліндричної поверхні набрані зерні планки 11, утримування яких забезпечується натяжним клином 7.

Встановлення в приймальному бункері 5 нарізних вальців 4, що перетворюють ядро на м'ятку, сприяє інтенсифікації процесу олієвідокремлення і ефективному використанню зерного барабану 10.

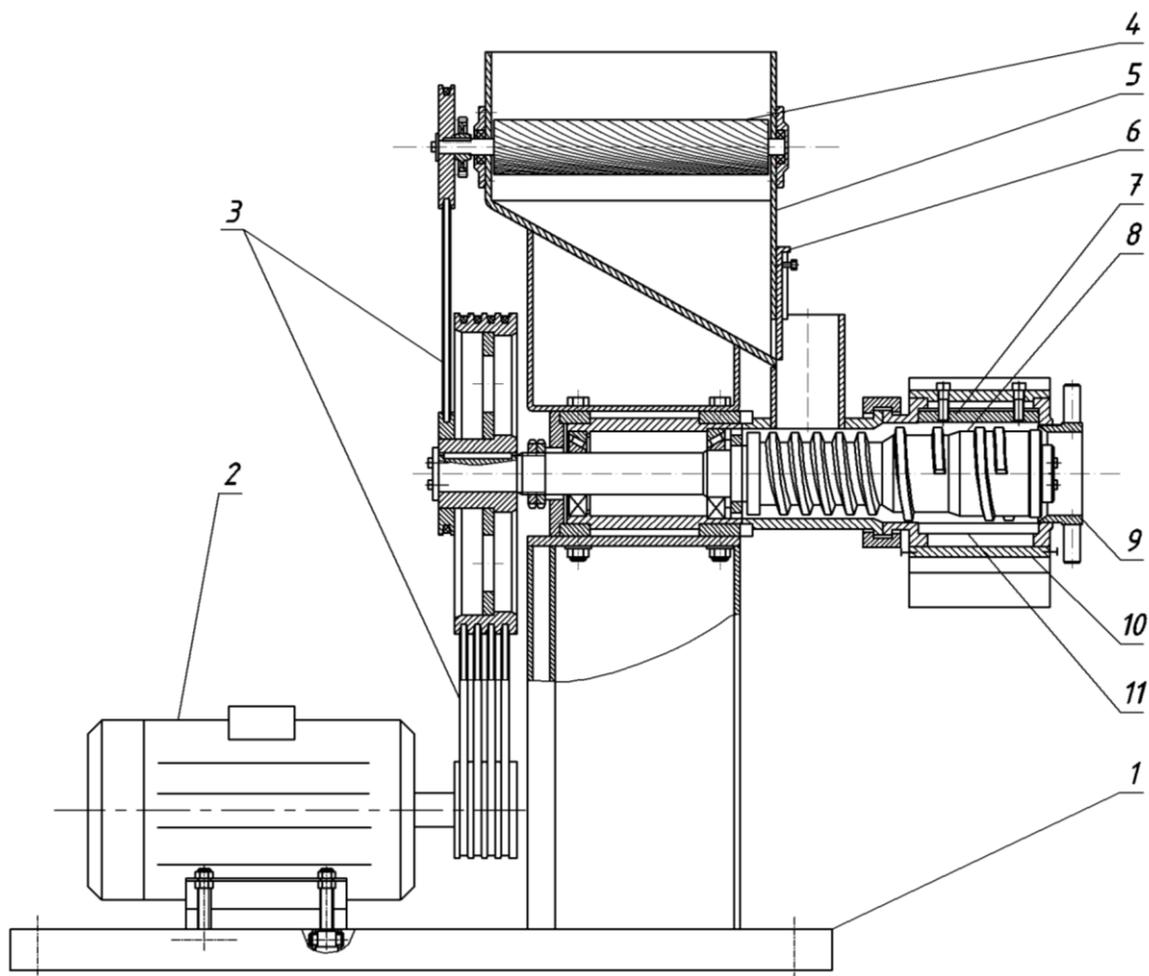


Рис. 3. Комбінований шнековий прес для отримання рослинної олії:  
 1 – станина; 2 – електродвигун; 3 – клинопасова передача; 4 – нарізні вальці;  
 5 – приймальний бункер; 6 – заслінка; 7 – натяжний клин; 8 – шнековий вал;  
 9 – регулювальна гайка; 10 – зерний барабан; 11 – зерні планки.

Шнековий вал 8 є основним робочим органом шнекового пресу. Конструктивно його виконано збірним з окремих шнекових витків, які відрізняються кроком і діаметром, і проміжних кілець, що насаджені на

гладкий вал та фіксуються від провертання шпонкою. Така конструкція дозволяє виготовляти окремі витки шнека з постійним кроком, що спрощує технологію їх виготовлення, а також заміну шнекових витків у міру їх спрацювання.

Регулювальна гайка 9 конусного типу забезпечує регулювання тиску в робочій камері преса, що особливо важливо в період пуску преса, який розігрівається протягом певного періоду часу. Вона має вигляд продовгуватої втулки, яка на частині своєї зовнішньої поверхні має різьбу.

Привід преса і вальців здійснюється від електродвигуна 2 через клинопасову передачу 3.

Комбінований шнековий прес для віджимання олії, що пропонується, працює так. Попередньо пошеретоване насіння соняшника поступає в завантажувальний бункер 5, де воно подрібнюється нарізними вальцями 4 і переходить в стан м'ятки. Зазор між ними регулюється в залежності від фізико-механічних властивостей матеріалу, що пресується. Після того мезга через завантажувальний отвір поступає всередину приймально-підготовчої камери ступінчастого циліндра, так званого зерного барабана 10, захоплюється там витками шнекового валу 8 і переміщується до виходу з пресу. Простір між зовнішньою поверхнею шнекового валу 8 і внутрішньою поверхнею зерного барабана 10 є робочим простором. При обертанні шнекового валу пресований матеріал транспортується в робочому просторі і у зв'язку із зменшенням вільного об'єму уздовж шнекового валу 8 у напрямку до виходу, в результаті зменшення кроку витків і збільшення діаметру тіла шнека, пресується з віджиманням олії, яка проходить через зазори між зерними планками 11.

Таким чином, внаслідок попереднього подрібнення ядра насіння інтенсифікується процес пресування, підвищується ефективність використання зерного барабана, що забезпечує збільшення виходу олії, а також зменшується спрацювання третєвих поверхонь шнекового валу та деталей зеєра, і тим самим збільшується строк служби пресу.

**Висновок.** Проведений аналіз відомих способів переробки олійної сировини та комплектного обладнання, що забезпечує виконання технологічного процесу дає змогу зробити наступні висновки:

- найбільшого застосування в виробничих умовах як в Україні, так і за кордоном набула переробка олієвмісної сировини за технологією гарячого та холодного одноразового пресування;
- існуючі повнокомплектні набори обладнання, які забезпечують процес переробки олійних культур, мають велику енерго- та металоємність і їх використання в умовах переробних сільськогосподарських підприємств є збитковим;
- найбільш енергоємним процесом при переробці олійних культур є процес пресування, що робить необхідним впровадження в виробничих умовах енергоефективного пресового обладнання;

– зниження енергоємності пресового обладнання потребує глибокого аналізу теоретичних аспектів процесу пресування, визначення позитивних та негативних сторін роботи пресу;

– використання в виробничих умовах комбінованого пресу дасть змогу інтенсифікувати процес олієвідокремлення за рахунок попереднього подрібнення ядра насіння до стану м'ятки.

## Література

1. Щербаков В.Г. Технология получения растительных масел / В.Г. Щербаков — [3-е изд., перераб. и доп.] — М.: Колос, 1992. — 207 с.
2. Технология производства растительных масел / В. М. Копейковский, С. И. Данильчук, Г. Н. Гарбузова и др. / Под ред. В. М. Копейковского. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 415 с.
3. Калошин Ю.А. Технология и оборудование масложировых предприятий / Ю.А. Калошин — М.: Издательский центр «Академия», 2002. — 363 с.
4. Масликов В.А. Технологическое оборудование производства растительных масел / Масликов В.А. — М.: Пищевая промышленность, 1974. — 439 с.
5. Кошевой Е.П. Оборудование для производства растительных масел / Кошевой Е.П. — М.: Агропромиздат, 1991. — 208 с.
6. Чубинидзе Б.Н. Оборудование предприятий масложировой промышленности / Б.Н. Чубинидзе, В.Х. Паронян, А.В. Луговой и др. — М.: Агропромиздат, 1985. — 304 с.
7. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв: навчальний посібник / [Дацишин О.В., Ткачук А.І., Гвоздев О.В. та ін.]; за ред. О.В. Дацишина. — Вінниця: Нова книга, 2008. — 488 с.
8. Прессы пищевых и кормовых производств / [А.Я. Соколов, М.Н. Караваев, Д.М. Руб, Ц.Р. Зайчик] под ред. А.Я. Соколова. — М.: Машиностроение, 1973. — 378 с.
9. Проспекти компаній: «Алиментармаш» (<http://almash.md/ru/company>); ЗАТ РНПП «Укрэкспо-Процесс» (<http://ukrekspo.com.ua>); CIMBRIA SKET (<http://www.cimbria-sket.de/russian/home.htm>).
10. Патент UA №49079, В30В9/12. Комбінований шнековий прес для отримання рослинної олії / В.В. Стрельцов, О.А. Горбенко, О.О. Катрич; Заявлено 30.11.2009. Опубліковано 12.04.2010.

## **ANALYSIS OF DOMESTIC AND FOREIGN TECHNOLOGY AND EQUIPMENT FOR OIL EXTRACTION MECHANICALLY**

*Bolhov O.V., Kondrya D.I., V.V. Strel'tsov*

*The analysis of existent domestic and foreign technologies and equipment for extraction of oil is conducted by a mechanical method. Technical solution of combined is offered the press.*

**УДК 631.363.2**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА  
КОМБІКОРМІВ З ОБГРУНТУВАННЯМ ВИБОРУ КОНСТРУКЦІЇ  
ПОДРІБНЮВАЧА ЗЕРНА**

*Чернов І.В., студент групи М4*

*Науковий керівник – к.т.н., доц. О.А. Горбенко*

*Миколаївський державний аграрний університет*

*В статті проведено аналіз останніх досліджень, присвячених аеродинаміці кормодробарок ударно-стираючої дії. Запропонована експериментальна установка для дослідження процесу подрібнення в умовах змінного тиску у робочій камері.*

*В статті проведено аналіз останніх досліджень, присвячених аеродинаміці кормодробилок ударно-стираючого действия. Предложена экспериментальная установка для исследования процесса измельчения в условиях переменного давления в рабочей камере.*

Основою розвитку тваринництва є, як відомо, потужна кормова база. Саме корми посідають чільне місце у формуванні галузі. Створення ж кормової бази забезпечується виробництвом достатньої кількості всіх видів кормів, у тому числі й комбінованих, завдяки яким здійснюється балансування кормових раціонів і підвищення рівня годівлі тварин. Потребу в застосуванні комбікормів у годівлі тварин і птиці довели фахівці, розрахунки яких свідчать, що є певна залежність між характером переробки зерна, згодовуваного тваринам, і ступенем перетворення його поживних речовин на тваринницьку продукцію. Із поглибленням ступеня переробки зерна й ускладненням раціону закономірно падають питомі витрати корму на одиницю продукції і зростає конверсія поживних речовин. Це зростання може в 3,4 рази перевершувати монозернову годівлю й повноцінний комбікорм.

Поруч з цим майже 35-40% зернофуражу в ряді господарств молочного напрямку згодовується в вигляді простої дерті, що приводить до великих перевитрат зерна та підвищує собівартість тваринницької продукції.

Однією з важливих і самих енергоємних операцій у технології кормовиробництва є подрібнення. Приготування кормів складає 45-50 % у собівартості готової продукції тваринництва. Витрати енергії по операціям розподіляються таким чином: транспортування – 20 %, дозування – 15 %, на подрібнення припадає близько 65 % загальних витрат, що складає приблизно 33 % собівартості готової продукції.

Найбільше розповсюдження серед таких подрібнювачів кормів отримали подрібнювачі ударно – стираючої дії – молоткові і роторні дробарки. Суттєвим недоліком дробарок даного типу є досить висока енергоємність процесу й неоднорідність отриманого продукту. Зниження енергоємності процесу подрібнення основної сировини при виробництві комбікормів являється одним з важливіших завдань, що стоїть перед виробниками кормів для сільськогосподарських тварин.

Вивченню оптимізації процесу подрібнення зернової сировини у дробарках ударно – стираючої дії присвячено багато досліджень. На думку багатьох авторів підвищення ефективності процесу подрібнення за рахунок зниження не продуктивних енергозатрат може бути досягнуто за рахунок усунення повітряно-вихрової області й більш інтенсивної взаємодії робочого органа з продуктом.

Як показали дослідження, проведені низкою учених у різні часи, в робочій камері таких подрібнювачів виникає кільцевий рухомий прошарок продукту товщиною 20-30 мм залежно від завантаженості дробарки. Цей прошарок рухається у напрямку обертання робочого органу зі швидкістю, рівній половині швидкості робочого органу, а у поверхні сита або деки становить 18-22% від окружної швидкості робочого органу. Властивості повітряно-продуктового шару і показників повітряно-вихрової області у робочому просторі дробарки залежать від величини тиску повітря у робочій камері, це дозволяє стверджувати, що ефективність роботи подрібнювачів зерна ударно – стираючої дії суттєво залежать від властивостей цього кільцевого повітряно-продуктового шару, виникаючого у робочій камері. Отже змінивши його властивості ми можемо вплинути на продуктивність дробарки, й зменшити енергозатрати на подрібнення сировини.

Для дослідження процесу подрібнення розроблено експериментальну установку (рис. 1), що представляє собою конструкцію дробарки ударно - стираючої дії з вертикальним розміщенням вала ротора, в робочій камері в якій є можливість змінювати тиск повітря за допомогою насоса або компресора. Установка працює в режимі періодичної дії. Вона дозволяє у процесі експериментів змінювати конструкцію робочих органів, варіювати частоту обертання ротора, змінювати величину тиску повітря в робочій камері. Процеси, що відбуваються в лабораторній установці доступні вимірам, візуальному спостереженню.

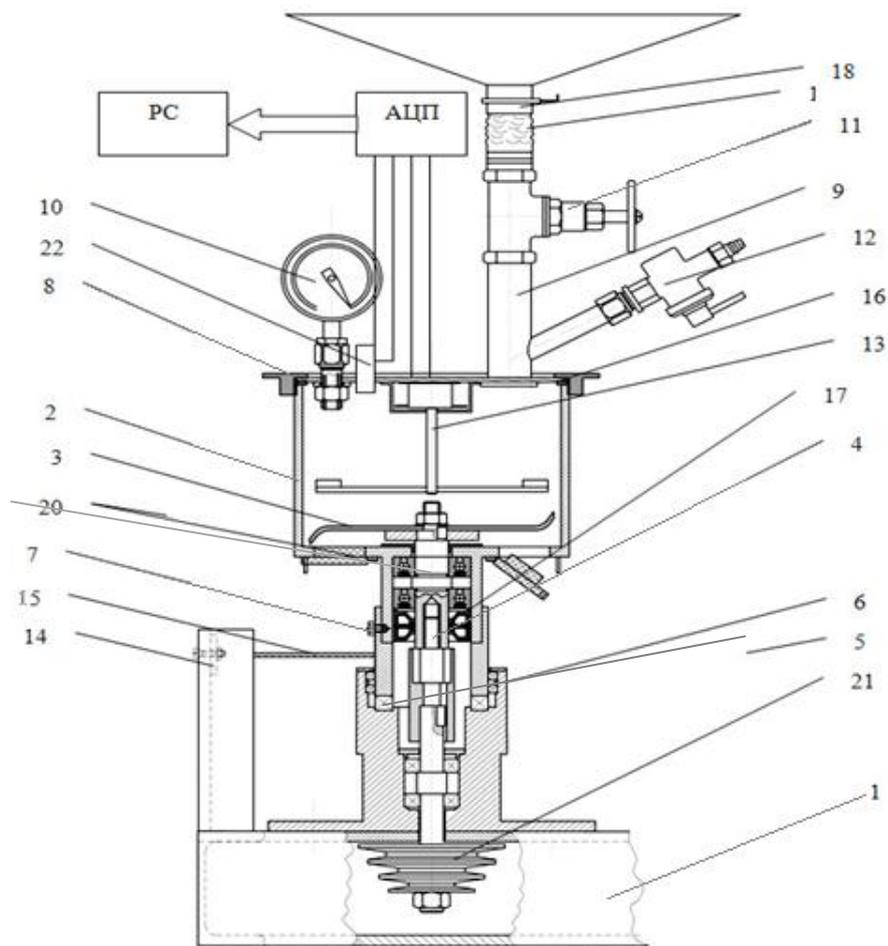


Рис. 1. Експериментальна установка для дослідження процесу подрібнення компонентів комбікормів в умовах змінного тиску повітря у робочій камері: 1 – станина, 2 – корпус робочої камери, 3 – робочий орган, 4 – вал ротора, 5 – муфта, 6 – опорний стакан, 7 – стопорний болт, 8 – кришка, 9 – трійник, 10 – мановакуумметр, 11 – шаровий кран, 12 – компресорний кран, 13 – пристрій для заміру швидкості повітряно-продуктового шару, 14 – тензометричні балочки, 15 – нерозтяжна нить, 16, 17 – ущільнення, 18 – бункер, 19 – повітрянонепроникний рукав, 20 – вихідні кришки, 21 – приводний шків, 22 – датчик тиску МДД-1.

При проведенні експерименту можливе дослідження впливу на ефективність процесу подрібнення змінної величини тиску повітря в робочій камері при одночасній зміні конструктивних і технологічних параметрів робочих органів, тривалості подрібнення, частоти обертання ротора, маси завантаженого в робочу камеру продукту.

Метою експерименту є визначення меж варіювання досліджуваних факторів.

Використання лабораторної установки дає можливість дослідити вплив розрідження чи тиску на процес подрібнення зерна, виявити час подрібнення, можливість збільшення продуктивності і зменшення енергоємності.

## Література

1. Комплексная энергетическая оценка процессов и средств измельчения кормового сырья. // Доклады ВАСХНИЛ.И.И. Ревенко- 1988.№ 6. – С. 39 – 40.
2. Діордієв В.Т. Автоматизація процесів виробництва комбікормів в умовах реформованих господарств АПК / В.Т.Діордієв. – Симферополь: Доля, 2004. – 138 с.
3. Кинематика рабочего пространства измельчителя ударно-стирающего действия // Вестник ОГУ. Коротков В.Г. - Оренбург, 2002.
4. О движении материала, измельчаемого на молотковой дробилке // Мех. и электр. сел. хоз-ва. Сыроватка В.И. – 1964. - №4.
5. Підвищення ефективності роботи малогабаритних зернових кормодробарок.// Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Ялпачик Ф.Ю, – 2005. – Вип. 25. – С. 3-13.
6. Кулаковский И.В., Кирпичников Ф.С., Машины и оборудование для приготовления кормов. Справочник. Часть 1. И.В. Кулаковский, Ф.С. Кирпичников, – М.: Россельхозиздат, 1987.– С. 25-30.

## RESEARCH PROCESS FEED MILLS WITH RATIONALE CONSTRUCTION GRINDERS OF A GRAIN

*Chernov I.V., . O.A. Horbenko*

*The article analyzes recent research devoted to aerodynamics feedcrushers shock-erasing action. A pilot plant for research of grinding in a variable pressure chamber.*

**УДК 631.363:633.8**

## АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ ПІДГОТОВКИ НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР ДО ВІТИСКАННЯ ОЛІЇ

***Юрескул Р.В., студент групи МЗ, Катрич С.П., студент групи МЗ  
Науковий керівник – ас. Н.А. Горбенко  
Миколаївський національний аграрний університет***

*Проведено аналіз технологічних схем переробки олійної сировини. Доведено, що невід'ємною складовою технологічного процесу отримання олії є плющення насіння олійних культур, яке зумовлює зменшення енергозатрат та збільшення виходу олії.*

*Проведен анализ технологических схем переработки масличного сырья. Доказано, что неотъемлемой составляющей технологического процесса получения масла является плющение семян масличных культур, которое способствует уменьшению энергозатрат и увеличения выхода масла.*

Виробництво олії посідає істотне місце в агропромисловому комплексі України, що пов'язано з різноманітністю і унікальністю складу олієвмісної сировини, масштабністю використання олійних продуктів для харчових, кормових і технічних цілей. Тому стан олієжирового виробництва визначає

розвиток не тільки агропромислового комплексу, а й цілого ряду галузей промисловості.

В олійному виробництві застосовуються такі основні способи отримання олії:

- механічний, що полягає у пресуванні маси, попередньо підготовленої з насіння олійних культур, або відтисненні олії безпосередньо з насіння;
- хімічний (екстракційний), суть якого зводиться до розчинення рослинної олії, наявної в попередньо підготовленій масі, легко випарними органічними розчинниками (бензином, гексаном);
- комбінований спосіб, який поєднує відтиснення олії з мезги (перший етап) і екстракцію олії з відходів пресування (макухи).

Практично незмінним впродовж сторіч залишається механічний спосіб виробництва рослинних олій, принципова послідовність технологічних операцій якого - це обрушення (луцення) очищеного насіння; розділення продуктів луцення (рушанки) на олієвмісну суміш (ядро ціле, подрібнене, частково або повністю необрушене насіння) і лузу; подрібнення олієвмісної фракції на м'ятку, волого-теплова обробка (жаріння) м'ятки; пресування олії з піджареної м'ятки (м'язги) та очищення отриманої олії від домішок шляхом відстоювання і фільтрації. У такий спосіб отримують нерафіновану олію. Під час отримання олії з ріпаку, гірчиці, льону, редьки олійної та деяких інших культур очищене від домішок насіння не луцять, а подрібнюють, щоб збільшити вихід олії за рахунок роздавлювання оболонки клітин олієвмісних частинок рушанки (цілих і подрібнених ядер) й відповідно зменшення внутрішніх сил, які утримують олію в клітинах ядра.

Виготовлення олії шляхом екстракції дозволяє застосовувати потужне обладнання безперервної дії, забезпечуючи при цьому більш повне виділення олії з частинок насіння. Залишок олії у відходах (шроті) не перевищує 1 %, в той час як залишок олії в макусі при механічному відтисканні знаходиться в межах 6-16 %. Менші значення залишку олії одержують при застосуванні технологій та обладнання з попередньою підготовкою насіння, більші значення відповідають прес-екструдерам.

Істотним недоліком хімічного способу є складність та висока вартість обладнання, необхідність ретельної очистки (рафінації) олії від розчинника й інших домішок. Хімічний спосіб економічно доцільний при великих обсягах виробництва і є основним на сучасних промислових олієжирових заводах. На переробних підприємствах агропромислового комплексу застосовується переважно механічний спосіб відтискання олії з попередньою обробкою насіння та спосіб пресування олії безпосередньо з насіння на прес-екструдерах.

Належна підготовка насіння є важливою передумовою для досягнення значного виходу олії високої якості у процесі переробки. Підготовка насіння полягає у його механічній та гідротермічній обробці для інтенсифікації подальшого процесу отримання олії механічним відтисканням або екстракцією.

Спеціалізовані підприємства з виробництва олії функціонують за наступними технологічними схемами переробки олійної сировини: одноразове пресування (без попереднього відтискання олії), багаторазове пресування.

Одноразове пресування олійного матеріалу здійснюється на шнекових пресах, згідно наведеної технологічної схеми (рис. 1). У процесі переробки зважене насіння подається за допомогою транспортувальних норій на електромагнітний сепаратор, де проводиться перша очистка від металевих домішок, а потім на сепараторі відсіваються рослинні домішки. Очищене насіння надходить до сушарок шахтного типу, де висушується до вологості 8%. Насіння, залежно від забруднення, може після сушіння піддаватись повторній очистці від домішок.

На вальцових верстатах проводиться зминання та плющення зерна, в результаті чого оболонка роздавлюється, відділяється від ядра і утворюється м'ятка, в якій відкриваються пори для кращого відведення олії. Отримана м'ятка піддається волого-тепловій обробці до утворення мезги. Така операція проводиться з метою зменшення в'язкості олії та зниження міжмолекулярних сил, що її утримують у клітинах, а це, закономірно, підвищує вихід олії. Мезга переробляється на шнековому пресі, отримана олія піддається первинному (механічному) очищенню, а макуха відправляється на зберігання.

За умови дворазового пресування (рис. 2) очищене насіння подрібнюється на вальцових верстатах до утворення м'ятки, яка надходить на волого-теплову обробку в пропарювально-зволожуючий шнек.



Рис. 1. Технологічна схема отримання олії одноразовим пресуванням.



Рис. 2. Технологічна схема отримання олії дворазовим пресуванням.

Отримана після волого-теплової обробки мезга шнековим транспортером подається для попередньої переробки на форпресі. Відтиснена олія направляється на вібраційне сито чи механічний осадловловлювач, де очищається і подається в цех рафінації та дезодорації. Отримана після пресування макуха (ракушки) подрібнюється до утворення крупок, які також піддаються волого-тепловій обробці. Утворена мезга надходить в преси (еспеллери) остаточного відтискання. У подальшому олія збірним шнеком транспортується на ділянку очищення, рафінування й тарування, а макуха подрібнюється і подається на зберігання.

Кожна із вказаних схем олійного виробництва (рис. 1, 2) має різні варіанти залежно від обладнання, що використовується, і режимів обробки матеріалу. Порівняння технологічних схем проводять за обсягом відходів і втратами готової продукції, а також енергетичними й трудовими затратами, розміром капітальних вкладень, якістю продукції та її собівартістю.

Технологічна схема отримання олії одноразовим пресуванням вимагає меншої чисельності обладнання, але вихід олії та її якість нижчі, ніж у випадку дворазового пресування. Проте описані технологічні схеми (рис. 1, 2) все ж вимагають значної кількості одиниць обладнання, що, в свою чергу, призводить до суттєвих затрат електроенергії та збільшення собівартості кінцевого продукту.

За технологічною схемою переробки олійного насіння (рис. 3), яка запропонована німецькою фірмою Cimbria Sket, з насіння спочатку

видаляються домішки (пісок, камінчики, рослинні рештки, феромагнітні частинки) на очищувачах типу Delta фірми Cimbria Sket.

Очищене насіння надходить до сушарок, де висушується до вологості 8%.

Процес обрушення (лущення) дозволяє зменшити вміст клітковини і підвищити вміст білка в макусі, сприяє зниженню спрацювання валків й шнеків внаслідок застосування ударно-відбиваючих або вальцьових злущувачів, а також сепараторів лушпиння.

Подрібнення чи плющення передбачає роздавлювання насіння механічним способом на рифлених вальцьових верстатах або плющилках фірми Cimbria Sket, в результаті чого досягається вища ефективність механічного відтискання та екстракції олії.

Кондиціонування, тобто волого-теплова обробка плющеного насіння, здійснюється за допомогою жаровні або горизонтальних кондиціонерів вказаної фірми.

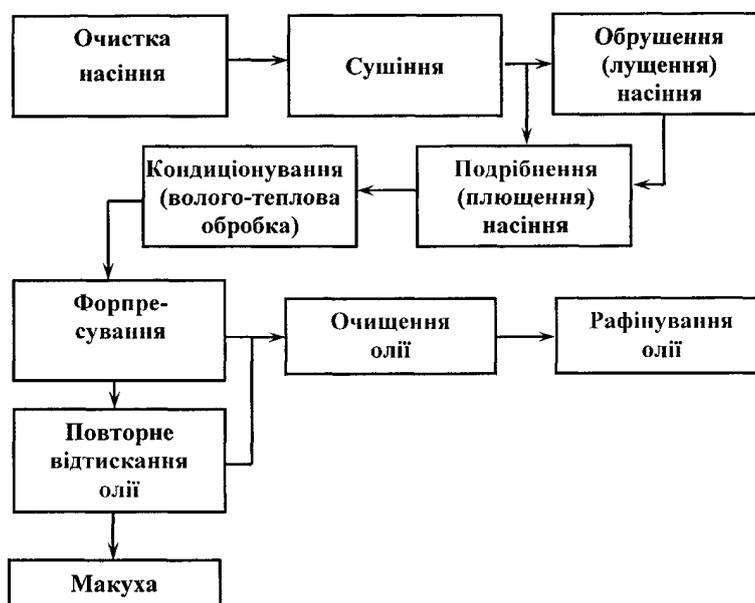


Рис. 3. Технологічна схема переробки олійного насіння, запропонована фірмою Cimbria Sket.

Отримана мезга піддається попередньому відтисканню на форпресах, отримана олія надходить на рафінацію, а макуха - повторно пресується.

Виконаний аналіз технологічних схем отримання олії свідчить про значну чисельність, енерго- та матеріаломісткість обладнання, що призначене для великих спеціалізованих підприємств. Впровадження вказаних технологічних процесів в умовах малих переробних підприємств ускладнене, оскільки для малої переробки:

- характерні невеликі обсяги виробництва, причому ці обсяги змінні в часі;
- обладнання повинно переробляти за 1 год 20-50 кг сировини;
- використовуване обладнання повинно легко переналагоджуватись для переробки насіння різних культур.

Аналіз технологічних схем для переробки олійної сировини та обладнання, що забезпечує реалізацію технологічного процесу, дозволяє зробити такі висновки.

1. Найширшого застосування набули три способи переробки олійної сировини: механічний, хімічний (екстракційний) та комбінований.

2. У виробничих умовах України та інших держав використовуються наступні технологічні схеми переробки олійної сировини: одноразове пресування (без попереднього відтискання олії) й багаторазове пресування.

3. Існуюче обладнання, яке забезпечує процес переробки олійних культур, має велику енерго- та матеріаломісткість і його нераціонально використання в умовах підприємств з невеликими обсягами переробки сировини через значні затрати.

4. Невід'ємною складовою технологічного процесу отримання олії є плющення насіння олійних культур, яке зумовлює зменшення енергозатрат та збільшення виходу олії.

## Література

1. Калошин Ю.А. Технология и оборудование масложировых предприятий: - М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 363 с.

2. Щербаков В.Г. Технология получения растительных масел / В.Г. Щербаков — [3-е изд., перераб. и доп.] — М.: Колос, 1992. — 207 с.

3. Технология производства растительных масел / В. М. Копейковский, С. И. Данильчук, Г. Н. Гарбузова и др. / Под ред. В. М. Копейковского. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 415 с.

## ANALYSIS TRAINING FLOWSHEET OILSEEDS SQUEEZING TO OIL

*Yureskul R.V., Katrych S.P., N.A. Horbenko*

*The analysis of technological schemes of processing of oilseeds. It is proved that an integral part of the process is an oil conditioning oilseeds, which helps to reduce energy consumption and increase the yield of oil.*

**УДК 633.113.1**

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ДЕФОРМАЦІЇ НАСІННЯ ВІД ПРИКЛАДНОГО ЗУСИЛЛЯ

**Полудень А.Д., студентка групи М4, Прокопчук О.В. студентка групи М4  
Науковий керівник – ас. М.С. Храмов  
Миколаївський національний аграрний університет**

*В статті наведено аналіз існуючих конструкцій машин для плющення зерна, для отримання пластівців. Проведено експериментальні дослідження залежності деформації (сплющування) зерна від величини прикладеного зусилля.*

*В статтє приведен анализ существующих конструкций машин для плющения зерна, для получения хлопьев. Проведены экспериментальные исследования зависимости деформации (сплющивание) зерна от величины приложенного усилия.*

*Ключові слова: зернові культури, переробна база, плющення зерна, пластівці, оптимізація, деформація.*

За останні роки в сільськогосподарському виробництві сталися значні зміни, створено достатня кількість господарств, які мають різні форми власності. Економічно стабільними можна вважати такі що, займаються вирощуванням та реалізацією зернових культур. Але поліпшенню економічного стану сприятимуть не тільки доходи від реалізації зернових, а і можливість розвитку переробної бази, отримання борошна, круп, і інше.

Найбільш доступним для впровадження в господарствах виробників зернових культур обладнанням переробної сфери являється обладнання для отримання круп, в тому числі пластівців з різних видів культур.

В ході виконання науково - дослідної роботи було зроблено аналіз існуючих конструкцій машин для отримання пластівців.

На протязі декількох останніх десятиків років як в Україні, так і за кордоном основною і єдиною розповсюдженою конструкцією машин для плющення зерна являються машини типу ПЗ-3А. Хоча такі машини призначені для обробки ячменя, пшениці, вівса, їх використовують і при переробці інших культур. Відносна простота і універсальність конструкції обумовила масовий її випуск різними підприємствами в власному вдосконаленому вигляді. При цьому проведені випробування подібних машин свідчать, що даному типу характерні суттєві недоліки, притаманні традиційній конструкції ПЗ-3А,

До основного недоліку машин, що використовуються для плющення зерна відноситься низька ефективність плющення, яка супроводжується високими енерговитратами.

Аналіз роботи машин типу ПЗ-3А, проведений по ряду параметрів, показав, що основною причиною їх недоліків може бути нераціональна організація використаних режимів обробки. Це обумовило необхідність більш глибокого вивчення закономірностей процесів плющення, з метою створення високоефективного обладнання нового рівня.

З метою оптимізації кінематичних параметрів роботи плющилки зерна при отриманні пластівців з різних видів культур було проведено експериментальні дослідження залежності деформації (сплющування) зерна від величини прикладеного зусилля.

Вивчення залежності деформації від величини прикладеного зусилля навантаження зерна, яке попередньо зволожувалось, проводилося шляхом стискання його між платформою і пластиною. В процесі навантаження по індикатору замірялась величина його деформації, що відповідає прикладеному зусиллю.

В процесі навантаження об'єкта по індикатору вимірювалась величина його деформації, відповідно прикладеному стискаючому зусиллю.

Навантаження вводилося з кроком 2,5 Н в шести точках з п'ятикратною послідовністю, причому нульовому стискаючому зусиллю відповідала нульова деформація.

Експериментально отримані данні апроксимувалися рівнянням першого порядку методом найменших квадратів з послідовною перевіркою адекватності математичного описання по критерію Фішера.

$$\Delta_{\dot{N}0} = f(F_{CE}) = j \cdot F_{CE} \quad (1)$$

де  $j$  - коефіцієнт податливості.

Числове значення коефіцієнта податливості  $j$  (мм/Н) дорівнює: для пшениці  $j_1 = 0,0053$ ; для овеса  $j_2 = 0,021$  і для ячменю  $j_3 = 0,039$ .

Модуль деформації насіння  $E_{cm}$  - і є величина зворотна коефіцієнту податливості.

$$\dot{A}_{\dot{N}0} = \frac{1}{j} \quad (2)$$

Та його величини рівні (Н/мм): для пшениці  $E_{ct}^1 = 25,32$ ; для вівса  $E_{ct}^2 = 27,62$  і для ячменю  $E_{ct}^3 = 46,95$ .

Графічна залежність деформації від прикладеного зусилля зображені на рис. 1.

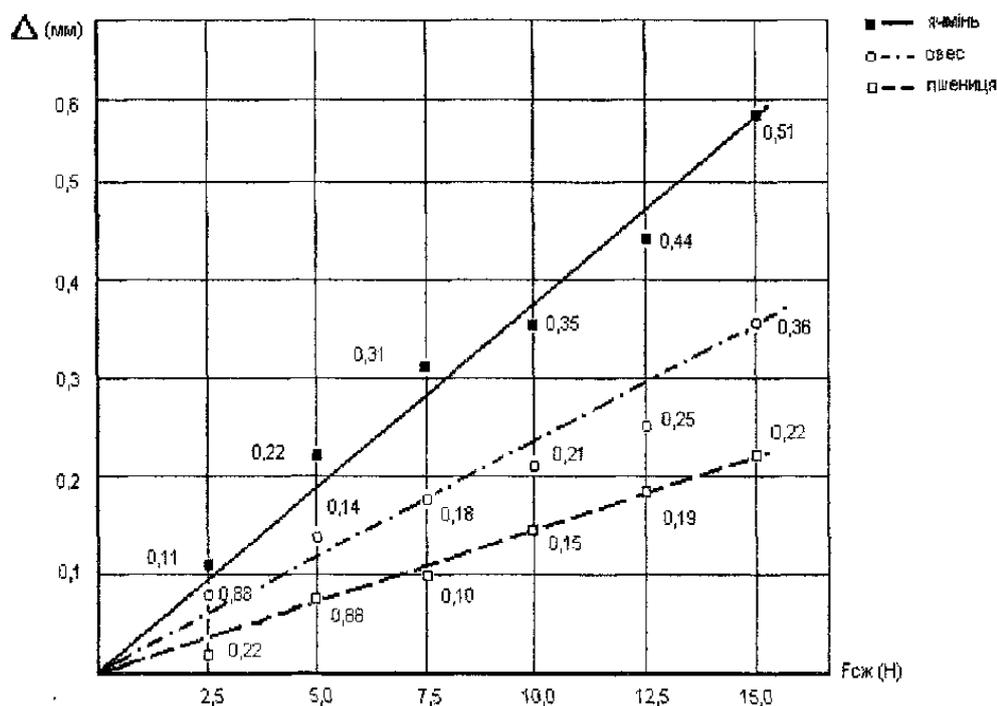


Рис. 1. Залежність деформації насіння від прикладеного зусилля

## Література

1. Технохімічний контроль харчових виробництв, Сидоров Ю.Д., Давлетбаєва Д.З., Поліванов М.А., Казань, 2008 - 181 с.
2. Технологічне обладнання харчової промисловості. (Під ред. Б.М. Азарова). - М.: Агропромиздат, 1988 - 463 с.
3. Технології харчових виробництв, Нечаєв А.П. М. Вища школа, 2001.
4. Машины та апарати харчових виробництв, том 1 і том 2 (під ред Панфілова В.А.).-М.: «Вища школа», 2001 - 1381 с.
5. Технологія і обладнання харчових виробництв (Під ред. Н.І. Назарова), - «Піщев. пром.»- М. 1977 - 352 с.

## STUDY OF STRAIN DEPENDENCE OF SEEDS ONGOING EFFORTS

*Poluden' A.D., Prokopchuk O.V. . M.S. Khramov*

*The article analyzes the existing designs of machines for crushing grain to produce flakes. Experimental investigation of the dependence of deformation (flattening) of grain on the applied force.*

**УДК 621. 787. 4.**

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМОВ ОБКАТЫВАНИЯ РОЛИКАМИ

**Атаманенко О.В. студент групи М4/2**

**Научные руководители д.т.н, профессор Бутаков Б.И., ас. Артюх В.А.  
Николаевский национальный аграрный университет**

*Представленная разработанная методика определения усилия обкатывания торообразными, бочкообразными и цилиндрическими роликами. С целью предотвращения перенаклепа и шелушения металла, который обрабатывается, введено ограничение усилия обкатывания средним углом вдавливания, не превышающем  $5^{\circ}$*

*Представлено розроблену методика визначення зусилля обкатування тороподібними, бочкоподібними та циліндричними роликами. З метою запобігання перенаклепу і шолушіння металу, що оброблюється, введено обмеження зусилля обкатування середнім кутом втискання, який не повинен перевищувати  $5^{\circ}$ .*

Усилие обкатывания в многосерийном и массовом производствах определяется опытным путем на пробной партии деталей. Для единичного и мелкосерийного производств, которые характерны для машиностроительных заводов разработаны методы, которые позволяют определить усилие обкатывания в зависимости от геометрических размеров детали и ролика, а также механических свойств материала, который обкатывается. Ю. Г. Проскуряков [1] на основе экспериментальных исследований предложил метод расчета усилия обкатывания валов и отверстий шариком и роликом с

прямолинейной образующей. Усилие определяется в зависимости от геометрических размеров ролика и детали, модуля упругости упрочняемого материала и максимального давления в контакте при обкатывании.

В рекомендации по выбору усилия [2] для случаев обкатывания цилиндрическими роликами приведена экспериментальная зависимость усилия обкатывания от диаметра цилиндрического ролика, аналитическая зависимость отсутствует.

Измерения отпечатков, которые получены при разных усилиях вдавливания и разных размерах заготовок и роликов, показали, что форма эллипса, которая характеризуется отношением  $v/a$  (рис.1), близка к форме упругого отпечатка, который рассчитывается по известным формулам теории упругости. На рис. 1 приведен график зависимости формы отпечатка  $v/a$  от соотношения кривизны заготовки и ролика  $\Omega$  [2]. Соотношения кривизны заготовки и ролика позволяют определить не только форму эллиптической площадки контакта ролика с деталью, но и ее ориентацию относительно плоскостей обкатывания и подачи. Положительным значениям  $\Omega$  соответствует отпечаток, вытянутый в направлении подачи, отрицательным – в направлении качения ролика.

При обкатывании деталей роликами соотношения кривизны заготовки и ролика  $\Omega$  будет равно:

$$\Omega = \frac{\frac{2}{D_p} + \frac{2}{D_d} - \frac{1}{r_p} - \frac{1}{R}}{\frac{2}{D_p} + \frac{2}{D_d} + \frac{1}{r_p} + \frac{1}{R}}, \quad (1)$$

где  $D_p, r_p$  – диаметр и радиус профиля ролика;

$D_d, R$  – диаметр и радиус кривизны образующей детали.

В основу расчета усилия обкатывания положена зависимость, связывающая усилие вдавливания шара с диаметром отпечатка, который рассчитывается по формуле Мейера.

$$P_{ш} = m d_0^n = m D_{ш}^n \sin^n \varphi,$$

(2)

где  $P_{ш}$  – сила вдавливания;

$d_0$  – диаметр отпечатка;

$D_{ш}$  – диаметр шара;

$\varphi$  – угол вдавливания шара;

$m$  – коэффициент, зависящий от диаметра шара и свойств обрабатываемого материала;

$n$  – показатель, характеризующий склонность материала к наклепу.

С изменением диаметра шара при постоянном угле вдавливания усилие изменяется пропорционально площади отпечатка (закон подобия)

$$\frac{P}{F} = \frac{P_{ш}}{F_{ш}} = \text{const}. \quad (3)$$

При разных углах вдавливания равенство (3) не выдерживается, потому что удельное давление зависит от угла вдавливания шара.

С целью проверки справедливости этого условия для значительно удлиненных отпечатков, когда  $a \gg b$  осуществлено экспериментальное вдавливание шариков, торообразных, бочкообразных и цилиндрических роликов в стальные образцы с разным усилием на прессе Бринелля [3,4].

При вдавливании цилиндрических роликов с целью получения равномерной деформации металла по длине роликов было обеспечено их самоустановление по поверхности образца.

Для того, чтобы уменьшить влияние концентрации напряжений возле концов цилиндрических роликов на величину напряжений в средней части отпечатка, где происходило измерение его ширины, длина цилиндрических роликов была принята равной ширине образцов и в несколько раз превышала диаметр роликов.

После вдавливания роликов размеры отпечатков измерены на инструментальном микроскопе с точностью 0,005мм и рассчитано среднее давление, которое для круглых отпечатков является твердостью по Мейеру.

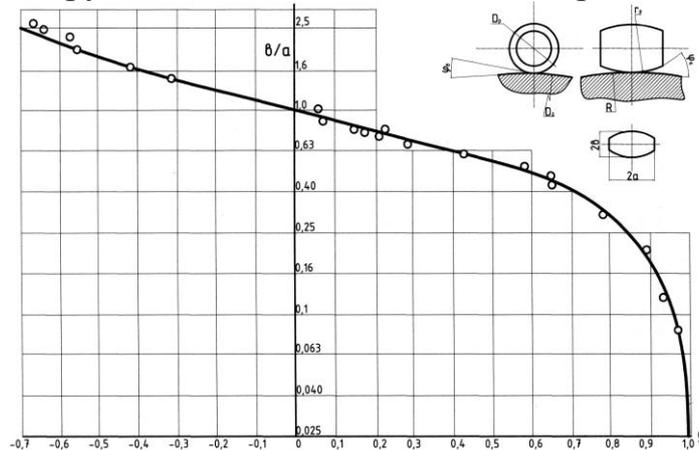


Рис. 1 Зависимость формы отпечатка от размеров детали и ролика

Зависимость среднего давления на отпечатке от среднего угла вдавливания аппроксимирована уравнением:

$$HM = \gamma e^{\beta_1 \varphi} \varphi^{\beta_2}, \quad (4)$$

где  $e$  – основания натуральных логарифмов.

Прологарифмировав уравнение регрессии, получим:

$$\lg HM = \lg \gamma + \beta_1 \varphi \lg e + \beta_2 \lg \varphi. \quad (5)$$

Введя обозначения  $y = \lg HM; v_1 = \beta_1 \lg e; a_1 = \lg \gamma$  имеем:

$$y = a_1 + v_1 \varphi + v_2 \lg \varphi. \quad (6)$$

Полученная зависимость среднего давления на отпечатке от среднего угла  $\varphi$  вдавливания для сталей различной твердости изображенная на рис.2.

Среднее давление торообразных, бочкообразных и цилиндрических роликов, определенное при разных средних углах вдавливания, отклоняется

от твердости по Мейеру не более чем на 7%. Это позволит нам принять при расчете усилия обкатывания торообразными бочкообразными и цилиндрическими роликами в качестве условия подобия постоянство среднего угла вдавливания.

Нагрузка на единицу длины контакта с обрабатываемой поверхностью будет равна:

$$q = 0,01HM2\varepsilon, \quad (7)$$

где 0,01 – коэффициент соответствия размерностей  $q$  и  $HM$

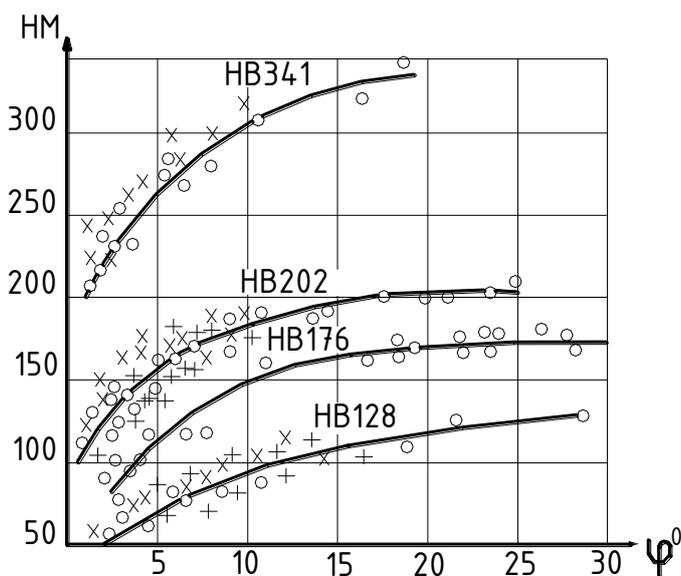


Рис. 2 Зависимость среднего давления на отпечатке от среднего угла вдавливания;  $\circ$  - отпечатки шариков;  $\times$  - отпечатки торо и бочкообразных роликов;  $+$  - отпечатки цилиндрических роликов

Тогда при условии, что  $\varphi = \varphi_s/2 = \varepsilon/D_p$

$$q = 0,02HM2\varepsilon, \quad (8)$$

где  $q$  – измеряется в кН/мм;

$D$  – измеряется в мм;

$\varphi$  – измеряется в радианах (во избежание шелушения от перенаклепа рекомендуется принимать  $\varphi \leq 5^\circ$  или 0,0873 рад).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Проскуряков Ю.Г. Упрочняющее-коилибрующие методы обработки / Проскуряков Ю.Г. – М.: Машиностроение, 1965. – 208 с.
2. Браславский В.М. Технология обкатки крупных деталей роликами. / Браславский В.М. 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1975. – 160 с.

3. Бабей Ю.И. Поверхностное упрочнение металлов. / Ю.И. Бабей Б.И. Бутаков, В.Г. Сысоев – К.: Наукова думка, 1995. – 256 с.

4. Усовершенствование процесса чистового обкатывания деталей роликами / Б.И. Бутаков. Вестник машиностроения. - 1984. - № 7. - С. 50 – 53.

## **DETERMINATION OF OPTIMUM EFFORT AT OBKATIVANIИ OF DETAILS BY ROLLERS**

*Atamanenko O.A. Butakov B.Y., . Artyukh V.A*

*The presented developed method of determination of effort of obkativaniya of toroobraznimi, by bochkoobraznimi and cylinder rollers. With the purpose of prevention of perenaklepa and shelusheniya of metal which is processed, restriction of effort of obkativaniya by the middle corner of pressing is imposed, not exceeding 5.<sup>0</sup>*

**УДК 621. 787. 4.**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ВАЛА ИЗ СТАЛИ 40 ПОСЛЕ ОБКАТИВАНИЯ РОЛИКОМ**

**Полудень А.Д. студентка групи М4/1**

**Научные руководители д.т.н, профессор Бутаков Б.И., ас. Артюх В.А. Николаевский национальный аграрный университет**

*Исследование распределения микротвёрдости по глубине показали, что после обкатывания вала роликом создаётся достаточно однородный по структуре и свойствам поверхностный слой, который обеспечивает заданное качество материала в течение всего ресурса работы детали.*

*Дослідження розподілу мікротвердості по глибині показали, що після обкатування валу роликом створюється достатньо однорідний по структурі і властивостям поверхневий шар, який забезпечує задану якість матеріалу протягом всього ресурсу роботи деталі.*

**Введение.** Сталь 40 находит широкое применение в качестве конструкционного материала [1]. Из стали 40 изготавливают детали тракторов, комбайнов, автомобилей, которые работают в условиях циклических и ударных нагрузок, в коррозионной среде, в условиях трения: валы коробки передач и распределительные валы, шестерни и др. В связи с этим высокий уровень прочности, твердости, коррозионной стойкости, износостойкости поверхностного слоя должен сочетаться с достаточной ударной вязкостью.

Современная техника для упрочнения поверхностных слоев, которые в большинстве случаев определяют служебные характеристики деталей машин, включает целый ряд методов: химико-термическую обработку,

закалку ТВЧ, лазерную обработку и т. д. Для массового производства широкое применение для упрочнения поверхностных слоев деталей машин нашло обкатывание роликом.

При осуществлении технологического процесса обкатывания наиболее широко применяются сферические или торообразные ролики, однако при больших углах вдавливания ролика в направлении его подачи на обкатанной поверхности детали появляется волнистость с шагом, отличным от величины подачи.

Методика исследований. Основной причиной появления волнистости многие исследователи считают наличие торцевого биения ролика, приводящего к переменной подаче обкатывания. Для предотвращения появления волнистости при чистовом обкатывании рекомендуют принимать угол вдавливания значением  $2 - 3^{\circ}$  (что, однако, ограничивает шероховатость обкатанной поверхности величиной  $40 < R_z < 80$  мкм, а для уменьшения волнистости – использовать ролики с точным рабочим профилем и чаще их перешлифовывать. При упрочняющем обкатывании тонкий поверхностный слой для исключения волнистости поверхности сошлифовывают или стачивают, это существенно уменьшает эффективность упрочнения и удорожает процес упрочнения [2].

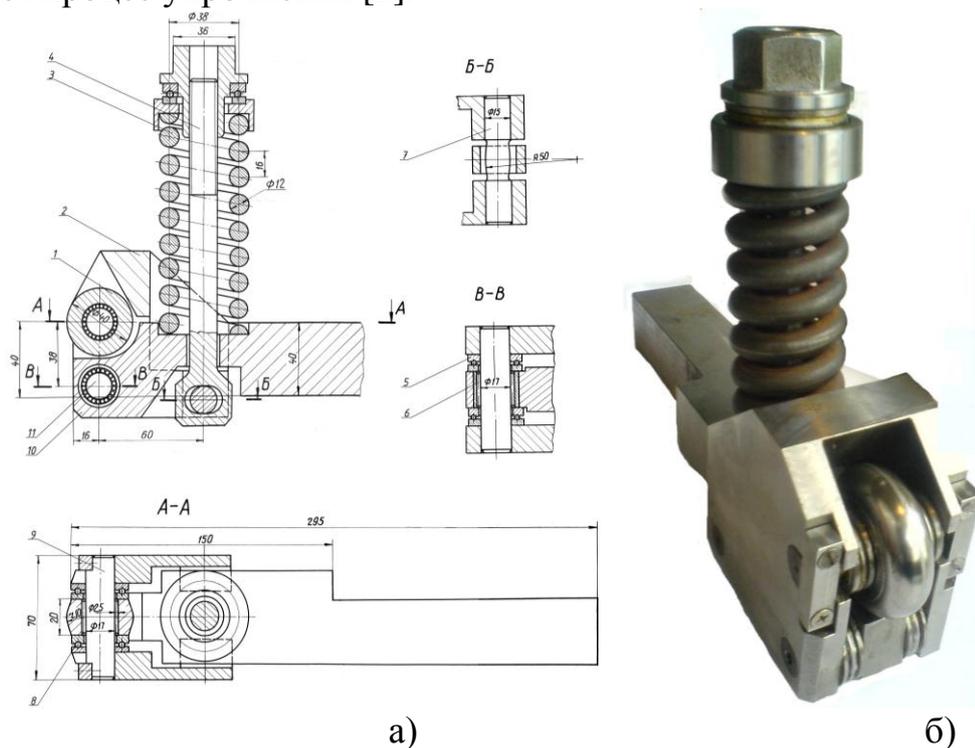


Рис. 1. Устройство для обкатывания деталей торообразным роликом со стабилизацией усилия обкатывания: а) конструктивная схема; б) общий вид.

С помощью универсального динамометра УДМ конструкции ВНИИ были измерены составляющие усилия  $P$  обкатывания торообразным роликом валов диаметром 100-200 мм из стали 40 (200 НВ) на токарном станке с помощью устройства, показанного на рис. 1, а. Ролик 1 установлен через подшипники 8 на оси 9. Усилие пружины 3 через тягу 4, ось 7 и рычаг 2

передается на ролик 1 и прикладывается к детали. Рычаг 2 установлен на оси 11 с помощью игольчатого 6 и упорных 5 подшипников и легко поворачивается относительно корпуса 10. В устройстве вместо подшипников качения 5 и 6 могут быть установлены подшипники скольжения.

На рис. 2 показана осциллограмма составляющих усилия  $P$ , полученная при установке роликового узла на опорах скольжения, т.е. применительно к конструкции устройств, используемых на заводах для упрочняющего или чистового обкатывания стальных деталей.

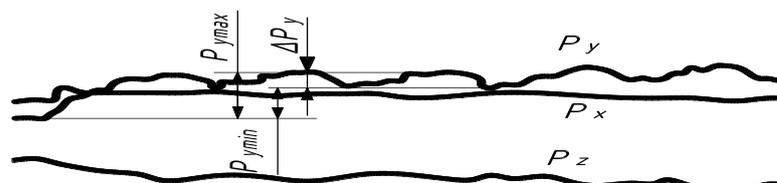


Рис.2. Осциллограмма составляющих усилия  $P$  обкатывания:  $P_x$  – касательное усилие качения ролика;  $P_y$  – нормальное усилие поджима ролика к детали;  $P_z$  – усилие подачи.

Номинальное значение усилия поджима ролика к детали,  $P_{yn} = 5 \text{ кН}$ , а соотношение:  $P_{xn} : P_{yn} : P_{zn} = 0,15 : 5 : 1,5$ . Сила  $P_x$  в процессе обкатывания остается практически постоянной, а силы  $P_y$  и  $P_z$  с каждым оборотом ролика периодически изменяются; амплитуда колебания силы  $P_y$  составляет  $\Delta P_y = 0,45$ , а сила  $P_z$  (в направлении подачи) изменяется менее заметно. При установке роликового узла на подшипниках качения, как показали измерения,  $\Delta P_y < 0,03 P_{yn}$ , а колебания сил  $P_x$  и  $P_y$  практически не обнаружены.

Коэффициент трения в подшипниках скольжения составляет  $f_c = 0,05 \div 0,1$ , а в подшипниках качения  $f_k = 0,003 \div 0,008$ , поэтому стабилизация силы  $P$  при установке роликового узла на подшипниках качения достигается существенным уменьшением сил трения в опорах. Силы трения в опорах, складываясь с рабочим усилием пружинящего элемента обкатного устройства, влияют на величину усилия  $P$  обкатывания; при наличии же радиального биения ролика силы трения в процессе обкатывания становятся переменными по величине и направлению. Это позволило предположить, что основной причиной появления волнистости является наличие колебания усилия  $P$  обкатывания при каждом обороте ролика в результате его радиального биения [2, 3].

Рассчитаем шаг волны  $S_w$  при некратных отношениях  $D_d/D_p$ , где  $D_d$ ,  $D_p$  соответственно диаметры детали и ролика. Точками на развертке следа ролика при качении его по детали отмечены места максимального значения усилия  $P$  (рис. 3).

Точки, сдвигаясь по поверхности детали, образуют винтовые линии с шагом  $S_w$ , превосходящим величину  $S$  подачи ролика. Вдоль этих линий деформация металла поверхностного слоя детали получается большей, чем в

промежутках между ними, чем и определяется появление волнистости. Из подобия треугольников  $ABC$  и  $A_1B_1C$  получим

$$S_w = D_p S / (D_p N - D_d), \quad (1)$$

где:  $N = D_d/D_p + 1$  (здесь  $D_d/D_p$  - целая часть отношения). Данное выражение справедливо для случая, исключающего проскальзывание ролика по детали при их взаимном вращении, при наличии скольжения фактический шаг волны может значительно отличаться от расчетного. Разворотом оси ролика вокруг перпендикуляра к поверхности контакта в ту или другую сторону можно изменить степень проскальзывания ролика и тем самым повлиять на величину  $S_w$ .

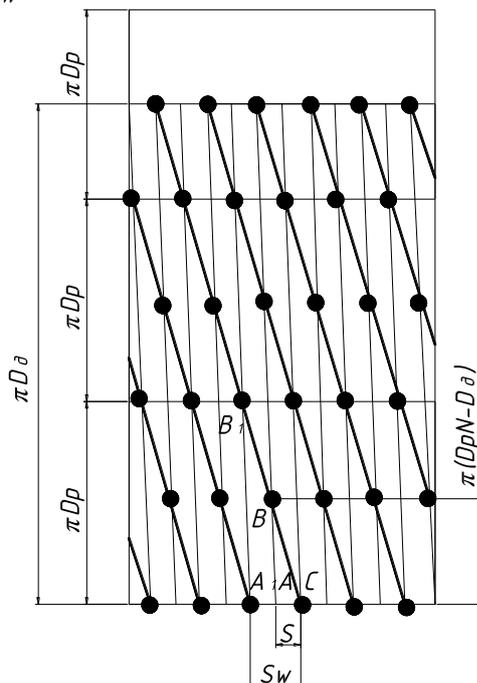


Рис. 3. Схема расчета шага  $S_w$  волны при обкатывании роликами.

Стабилизируя с помощью установки роликового узла на подшипниках качения усилие  $P$  можно исключить появление волнистости при больших углах вдавливания, которые свойственны даже упрочняющему обкатыванию. При этом удастся получить шероховатость поверхности  $R_a = 0,08 - 0,32$  мкм при исходной  $R_z = 80 - 160$  мкм, и кроме того, совместить чистовое и упрочняющее обкатывание.

Основные результаты работы. После изготовления устройства произведено обкатывание вала из стали 40 диаметром 50 мм (рис 4).

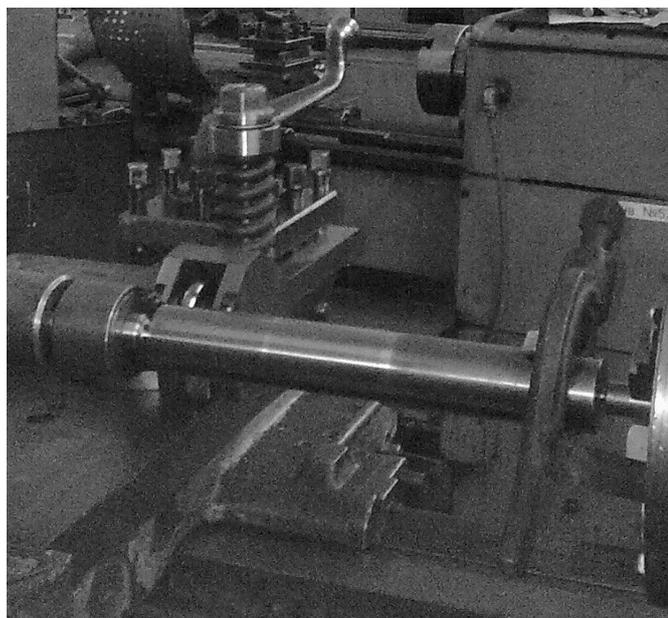


Рис. 4. Обкатывание вала роликом на токарно-винторезном станке 1К62

Вал был установлен в центрах и поводковый патрон, а устройство было установлено в резцедержателе станка.

Обкатывание производилось по двум режимам, чистовому с усилием обкатывания  $0,75 \text{ кН}$  и упрочняющему с усилием  $3 \text{ кН}$ . Усилие было подобрано по номограмме [3] и осуществлялось с помощью сжатия пружины устройства. Обкатывание выполнялось с частотой вращения детали  $315 \text{ об/мин}$  и подачей  $0,07 \text{ мм/об}$ . Перед обкатыванием вал смазывался индустриальным маслом И-20. После обкатывания вал был порезан на образцы шириной  $11 \text{ мм}$ . По периметру образец, перед тем как его полировать, заливался самотвердеющей пластмассой “ПРОТАКРИЛ-М”, для того чтобы не завалить торцы при полировке (рис 5).

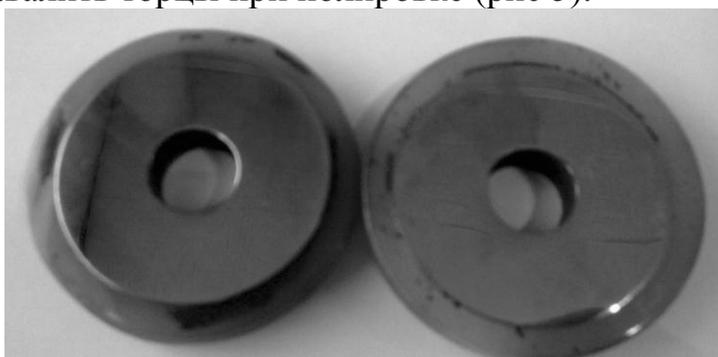
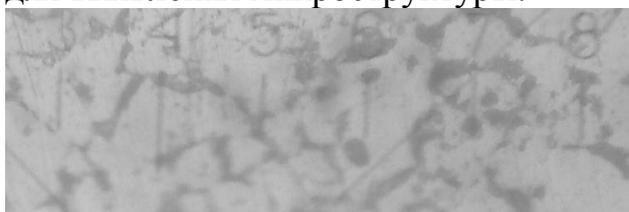


Рис. 5. Образцы, подготовленные для исследования микротвердости

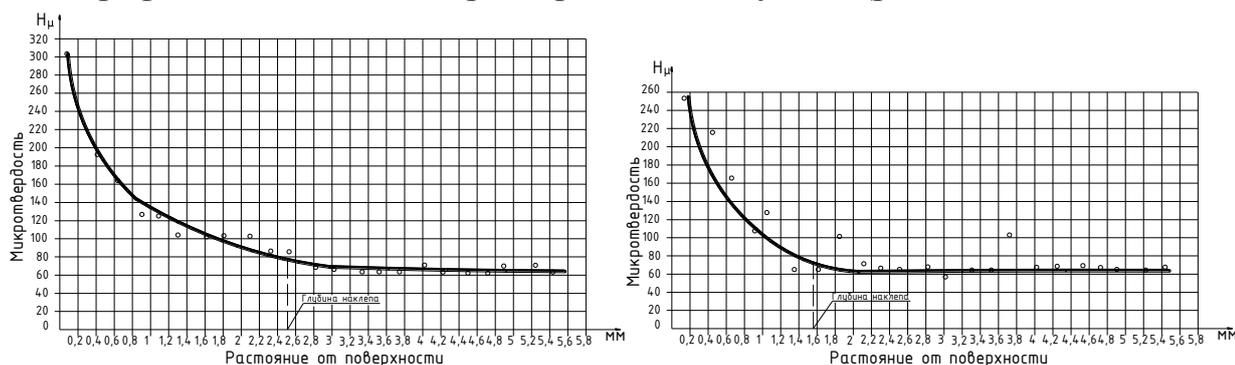
Микроструктура обкатанного образца приведена на рис. 6. Перед измерением микротвердости сталь травили 3% раствором азотной кислоты для выявления микроструктуры.



а) б)  
 Рис. 6. Микроструктура поверхностного слоя вала из стали 40 ( $\times 500$ ): а) – до обкатывания; б) – после обкатывания с усилием  $3 \text{ кН}$

После обкатывания вала из стали 40, как видно из рис. 6, ферритные и перлитные зерна вытянуты в направлении качения ролика.

Измерения микротвердости выполнялись на приборе ПМТ –3 по глубине через  $0,2 \text{ мм}$ . По результатам измерения микротвердости были построены графики изменения микротвердости по глубине (рис.7).



а) б)  
 Рис. 7. Изменение микротвердости по глубине: а – образец, обкатанный с упрочняющим режимом при усилии  $3 \text{ кН}$ ; б – образец, обкатанный с чистовым режимом при усилии  $0,75 \text{ кН}$

Глубина упрочненного слоя, обкатанного при усилии  $3 \text{ кН}$ , составляет  $2,6 \text{ мм}$ , а вала, обкатанного при усилии  $0,75 \text{ кН}$ , составляет  $1,6 \text{ мм}$  и соответствует глубине, рассчитанной по формуле [3].

$$t = \sqrt{\frac{P \cdot 10^3}{2\sigma_T}},$$

где  $P$  – усилие обкатывания,  $\text{кН}$ ;  
 $\sigma_T$  – предел текучести стали,  $\text{МПа}$ .

Твердость на глубине достаточно резко начинает снижаться, что является свидетельством малой ширины переходной зоны.

Способ обкатывания деталей роликами со стабилизацией усилия обкатывания позволяет получать упрочненный слой различной толщины с достаточно высокой и однородной твердостью, а также износостойкостью.

Выводы. 1. Для упрочнения нежестких деталей вращения (штокoв, валов, у которых их длина превосходит диаметр более чем на порядок) разработано и внедрено в производство устройство для обкатывания роликом со стабилизацией усилия обкатывания.

2. Стабилизация усилия обкатывания позволила совместить чистовую и упрочняющую обработки и исключить при этом появление остаточного искривления оси длинных деталей во время их обкатывания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Браславский В.М. Технология обкатки крупных деталей роликами. / Браславский В.М. 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1975. – 160 с.
2. Бутаков Б.И. Усовершенствование процесса чистового обкатывания деталей роликами / Б.И. Бутаков. Вестник машиностроения. - 1984. - № 7. - С. 50 – 53.
3. Бабей Ю.И. Поверхностное упрочнение металлов. / Ю.И. Бабей, Б.И. Бутаков, В.Г. Сысоев – К.: Наукова думка, 1995. – 256 с.

### RESEARCHES OF SUPERFICIAL LAYER OF BILLOW FROM STEEL 40 AFTER OBKATIVANIYA BY ROLLER

*Poluden' A.D. Butakov B.Y. Artyukh V.A*

*Researches of distributing of mikrotverdosti on a depth showed that after rolling of billow by a roller is created enough homogeneous on a structure and properties superficial layer which provides the set quality of material during all resource of work of detail.*

**УДК 631.361.8**

### АНАЛІЗ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗРОБКИ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИДІЛЕННЯ НАСІННЯ БАКЛАЖАНІВ

*Капуста В.М. студент групи М5/1М, Стоянова А.О, студент групи М 5/1М*

*Науковий керівник: Думенко К.М., професор, Шевченко К.С., асистент  
Миколаївський національний аграрний університет*

*Науково-прикладною задачею для овочівництва України є створення високопродуктивного обладнання, яке б по своєму технічному рівню відповідало сучасним вимогам.*

*Научно-прикладною задачею для овочеводства України являється створення високопродуктивного обладнання, яке б по своєму технічному рівню відповідало сучасним вимогам.*

Провідними сімействами овочівництва південного регіону України є бакчеві (огірки, диня, кавун, гарбуз) та плодові пасльонові (томати, баклажани, перець) культури. Виділення їх насіння на сьогоднішній день є однією з найбільш трудомісткою галуззю сільськогосподарського виробництва. Так наприклад для отримання 1 тони насіння огірка трудомісткість становить 50...58 люд./год. Виділення насіння з такої культури, як баклажан, взагалі не механізовано. Це призводить до того, що отримання насіння овоче-баштанних культур на сьогоднішній день не

відповідає потребам сільського господарства і призводить до необхідності використання валютних запасів для закупівлі насіннєвого матеріалу за кордоном: в Угорщині, Болгарії, США, Голандії тощо.

На сьогоднішній день в насіннєвих господарствах Півдня України, які отримують насіння огірків та томатів технологічне устаткування, випущене ще заводами Мінсільгоспмаша СРСР [17]. Таке обладнання є застарілим та має низький технічний рівень. Окрім цього існуюче устаткування має і ряд експлуатаційних недоліків: низьку технологічну надійність, складність переналадки машин при переході від переробки однієї культури до іншої, низьку корозійну стійкість металоконструкцій машин, мале річне завантаження устаткування ліній. Науково-прикладною задачею для овочівництва України є створення високопродуктивного обладнання, яке б по своєму технічному рівню відповідало сучасним вимогам.

Проблема одержання насіння баклажанів, до теперішнього часу досліджена не достатньо. Тому необхідно вирішити такі задачі:

1. Теоретично дослідити процес виділення насіння баклажанів із загальної маси.
2. Обґрунтувати та розробити математичну модель виділення насіння.
3. Встановити та експериментально уточнити параметри технологічного процесу та робочих органів розробленої машини.
4. Провести виробничу перевірку та дати техніко-економічну оцінку роботи розробленої машини.

#### **Література:**

1. Анисимов И.Ф. Машины и поточные линии для производства семян овощебахчевых культур / И.Ф. Анисимов. – Кишинев: Штиинца, 1987. – 292 с.
2. Медведев В.П. Механизация производства семян овощных и бахчевых культур / В.П.Медведев, А.В. Дураков - М.:Агропромиздат, 1985. – 239 с.
3. Вісник Харківського НТУСГ ім. П.Василенка «Сучасні напрямки технологій та механізації процесів переробних і харчових виробництв» / Харків: 2007. – Вип. 58. – с. 75-82.

### **ANALYSIS AND FUTURE DEVELOPMENT OF EQUIPMENT FOR RELEASE AUBERGINE SEED**

*Kapusta V.M. Stoyanova É.O, Dumenko K.M., , Shevchenko K.S*

*Scientific and applied problems Horticulture Ukraine is to create high-performance equipment that would be on his technical level meet modern requirements.*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ВАЛІВ РОТОРІВ ТУРБОКОМПРЕСОРІВ ДИЗЕЛІВ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ГІДРОАКАМУЛЯТОРА В СИСТЕМІ МАЩЕННЯ

*Іванов О.С., студент гр. М5с, Лапіко С.С., студент гр. ЗМ6с  
Науковий керівник к.т.н., ас. Марченко Д.Д.  
Миколаївський національний аграрний університет*

*Виконані випробування з метою оцінки впливу параметрів роботи гідроаккумулятора на величину ефективності шляхом зміни часу закінчення масла. Проведена оцінка експлуатаційних досліджень на основі проведених замірів зносу валу ротора і порівняння отриманих значень з турбокомпресорами, що не оснащені гідроаккумулятором.*

*Выполненные испытания с целью оценки влияния параметров работы гидроаккумулятора на величину эффективности путем изменения времени окончания масла. Проведена оценка эксплуатационных исследований на основе проведенных замеров износа вала ротора и сравнение полученных значений с турбокомпрессорами, не оснащенными гидроаккумулятором.*

На сучасному етапі економічного розвитку України встають питання проектування, виробництва і ефективної експлуатації існуючих машин і устаткування. Підвищення ефективності експлуатації наявного парку машин може бути досягнуте збільшенням коефіцієнта використання устаткування, зниженням витрат на його експлуатацію і зменшенням часу простоїв з технічних причин.

Для проведення стендових випробувань був розроблений стенд для приймально-здавальних випробувань турбокомпресорів, що пройшли капітальний ремонт (рис. 1).



Рис. 1. Стенд для випробувань турбокомпресорів

Для проведення досліджень турбокомпресори знімалися з дизелів, які експлуатувалися в господарствах. Далі турбокомпресори проходили процедуру відновлення за пропонованою технологією. Відремонтовані

турбокомпресори випробовувалися на стенді власної розробки, за запропонованою нами новою методикою. Для проходження експлуатаційних випробувань, турбокомпресори були встановлені на трактори, експлуатовані в господарствах.

Зносостійкість покриття є найважливішим критерієм оцінки ресурсу сполученню схильній дії сили тертя. На його значення великий вплив чинять фізико-механічні властивості покриттів, стан шорсткості і мікротвердість поверхневого шару сполучення, а також коефіцієнт тертя і зусилля навантаження діюче на сполучення.

Під час тріботехнічних лабораторних випробувань на машині тертя ИИ-5018, вироблялися виміри різних параметрів при імітації різних видів роботи двигуна. На рис. 2 показана залежність зміни коефіцієнта тертя у випробовуваних матеріалів під впливом імітування динамічного навантаження.

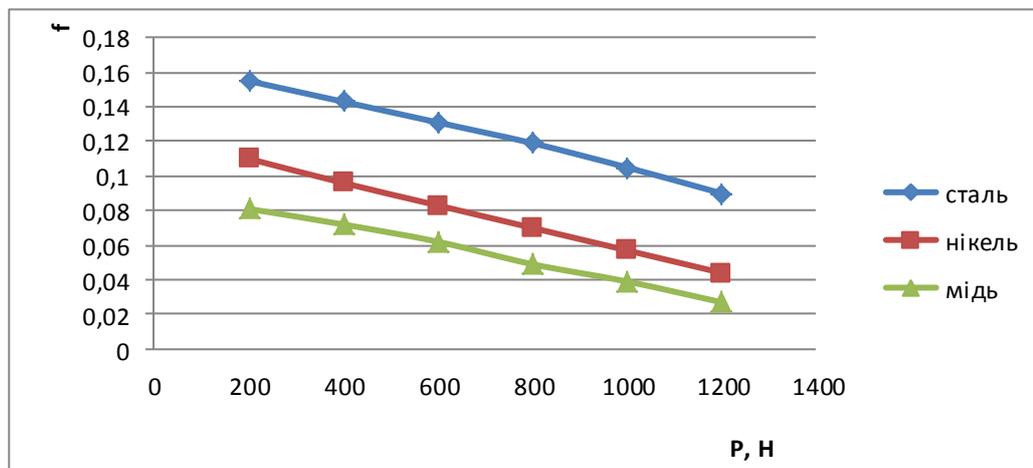


Рис. 2. Залежність зміни коефіцієнта тертя від сили, діючої на сполучення

Для оцінки ефекту включення гідроакумулятора в систему змащення ТКР випробування проводили як з його включенням, так і без нього, тобто імітували штатний режим роботи системи змащення.

Також проводили випробування з метою оцінки впливу параметрів роботи гідроакумулятора на величину ефективності шляхом зміни часу закінчення масла  $\tau_i$ , що досягалося зміною пропускного перетину зливного трубопроводу. Час закінчення становило  $\tau_{и1} = 20$  с і  $\tau_{и2} = 40$  с (рис. 3). У першому випадку час закінчення приймали рівним середній величині часу вибігу вала ротора турбокомпресора, що не оснащеного гідроакумулятором, у другому - рівним очікуваному часу вибігу при використанні гідроакумулятора.

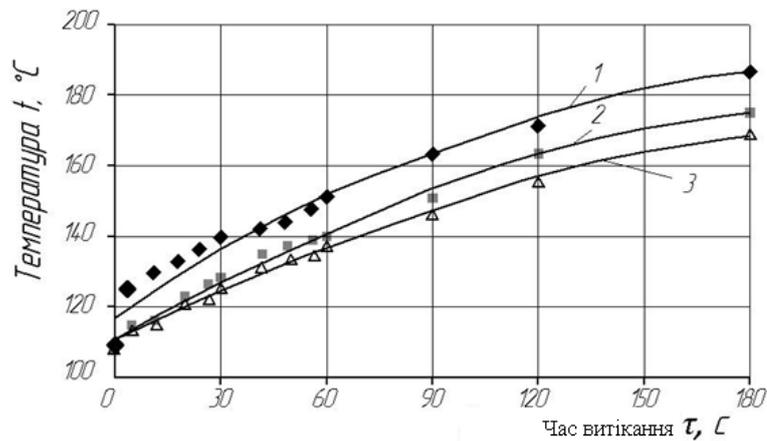


Рис. 3. Зміна температури підшипникового вузла ТКР після зупинки дизеля при 600 хв<sup>-1</sup>:  
 1 - без гідроакумулятора; 2 - з гідроакумулятором ( $\tau_{н1} = 20\text{с}$ ); 3 - з гідроакумулятором ( $\tau_{н2} = 40\text{с}$ )

Аналіз функції поверхні відгуку показав наступне:

- зі збільшенням обсягу ефективність гідроакумулятора, обумовлена величиною зниження ним температури підшипникового вузла, зростає, досягаючи максимальної величини при максимально можливому обсязі 2 л, що лімітується конструктивними міркуваннями;

- внаслідок наявності в рівнянні регресії коефіцієнтів з від'ємним значенням функція відгуку має екстремум в точці оптимального значення часу закінчення при фіксованому обсязі.

Оптимальне значення часу закінчення  $\tau_3$  при обсязі гідроакумулятора  $V = 2$  л становить 50 с.

Оцінка експлуатаційних досліджень проведена на основі проведених замірів зносу валу ротора і порівняння отриманих значень з турбокомпресорами, що не оснащені гідроакумулятором.

Ступінь підвищення величини ресурсу  $\delta l$ :

$$\delta l = \frac{\bar{l}_1}{\bar{l}_2} = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \frac{0,2499}{0,2113} = 1,18$$

де  $\alpha_1$  - інтенсивність зношування вала ротора без використання гідроакумулятора, мкм / тис. км;  $\alpha_2$  - інтенсивність зношування вала ротора з гідроакумулятором, мкм / тис. км;  $l_1$  і  $l_2$  - середній ресурс турбокомпресора з гідроакумулятором і без нього відповідно, тис. км.

Отже, використання гідроакумулятора в системі змащення турбокомпресора знижує в 1,18 рази інтенсивність змін його технічного стану залежно від пробігу, що дозволяє говорити про відповідне збільшення міжремонтного ресурсу.

### Література:

1. Шаповал В.П. Оценка работоспособности агрегатов наддува тепловозных дизелей / В.П. Шаповал // Повышение надежности и

- економичности тепловозов: Сб.науч.тр. - Ом. Ин-т инж. ж.-д.трансп. - 1986. - С. 50-53.
2. Модернизация воздухооборудования и агрегатов наддува дизелей 1 ОД 100: Отчет и НИР /закл.ч./ ВНИИЖТ; Рук. Насыров Р.А. - №01840045052; Инв. 0284.0050647. - 1984. - 117 с.
  3. Эксплуатационная надежность опытных деталей и узлов турбокомпрессоров ТК-34Н 11С Л.В. Вилинецкий, Д.Я. Перельман, Н.К. Бабаев и др. // Тр.Ташкент. ин-та инж. ж.-д.трансп. - 1970. - С. 115-121.
  4. Арестов В. А. Исследование эксплуатационной надежности турбокомпрессоров тепловозных дизелей: Дис. канд.тех.наук / В. А. Арестов. - Москва, 1976. - 184 с.
  5. Карпов Л.Н. Двигатели с турбонаддувом / Л.Н. Карпов, И.Л. Лютов, В.С. Гаврилов. - М.: Транспорт, 1971. - 280 с.
  6. Межеричский А.Д. Турбокомпрессоры систем наддува судовых дизелей / А.Д. Межеричский. -Л. : Судостроение, 1986. - 248 с.
  7. Дорин В.А. Теоретические исследования влияния сгорания нагара на теплонапряженность лопаток турбин турбокомпрессоров тепловозов / В.А. Дорин, Е.И. Ильин, В.И. Рябов // Тр.Ом. ин-та инж. ж.-д.трансп. - 1983. - С. 81-83.

**RESEARCH AND DEVELOPMENT TECHNOLOGY RECOVERY  
SHAFT TURBOCHARGER ROTOR  
DIESEL ENGINES AND APPLICATION IN THE  
HIDROAKAMULYATORA LUBRICATION**  
*Ivanov O.S., Lapiko S.S., Marchenko D.D*

*Performed tests to assess the impact on the parameters of the accumulator value efficiency by changing the end time of oil. The estimation of operational research on the basis of measurements of wear rotor shaft and compare the values with turbochargers that are not equipped with accumulator.*

**УДК 621.91.02:549.12.04**

**ПІДВИЩЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ І СТІЙКОСТІ  
ШВИДКОРІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ ЗА РАХУНОК  
ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ОБРОБКИ**

*Козаченко А.С., студент гр. М5с, Силенко Є.О., студент гр. ЗМ6с  
Науковий керівник к.т.н., ас. Марченко Д.Д.  
Миколаївський національний аграрний університет*

*Приведені дослідження впливу охолодженого іонізованого середовища на величину залишкових напружень в по-поверхневому шарі деталі зі сталі 45 і титанового сплаву*

*BT1-0. Виконана перевірка достовірності математичної моделі розрахунку зносу контактних майданчиків ріжучого інструменту шляхом порівняння розрахункових та експериментальних даних.*

*Проведенные исследования влияния охлажденного ионизированного среды на величину остаточных напряжений в по-поверхностном слое детали из стали 45 и титанового сплава BT1-0. Выполнена проверка достоверности математической модели расчета износа контактных площадок режущего инструмента путем сравнения расчетных и экспериментальных данных.*

Працездатність різального інструменту є основним показником, відповідальним за його експлуатаційні властивості. Застосування мастильно-охолоджуючих технологічних засобів (МОТЗ) при металообробці надає ефективний вплив на підвищення стійкості інструментів.

Для забезпечення високих експлуатаційних характеристик ріжучого інструменту інструментальний матеріал повинен володіти комплексом властивостей, серед яких основними є висока твердість, теплостійкість і міцність. Досягнення поєднання цих властивостей в одному матеріалі викликає значні труднощі, у зв'язку з чим, поява нових інструментальних матеріалів, що задовольняє зазначеним вимогам, вельми рідко.

Працездатність металорізального інструмента в процесі механічної обробки значною мірою впливає на якість оброблюваної поверхні за рахунок зміни контактних умов в зоні різання, стабільності процесу різання, а також на продуктивність обробки за рахунок скорочення часу різання (можливості збільшення режиму різання) і зниження часу на заміну ріжучого інструменту (збільшення періоду стійкості).

Проводилися експерименти по дослідженню впливу охолодженого іонізованого середовища на величину залишкових напружень в по-поверхневому шарі деталі зі сталі 45 і титанового сплаву BT1-0. Використання в якості мастильно-охолоджуючих середовищ 5% -го розчину емульсола-Т та індустриального масла I-40 приводило до збільшення значень негативних напруг. Введення повітря з більш низькою температурою, а також зменшення напруги на електроді приводить до зменшення значень залишкових напружень.

Застосування охолодженого повітря, активованого коронним розрядом, дозволяє значно скоротити величину зони вторинної деформації. За результатами дослідження можна відзначити, що значний вплив на розмір зони вторинної деформації надає використання високих потенціалів на коронуючому електроді.

За даними металографічного аналізу умовний кут зсуву при різанні з використанням охолодженого іонізованого повітря збільшується, тому можна зробити висновок про менші значення сил тертя між стружкою і різцем, і зменшенні енерговитрат на видалення даного обсягу матеріалу.

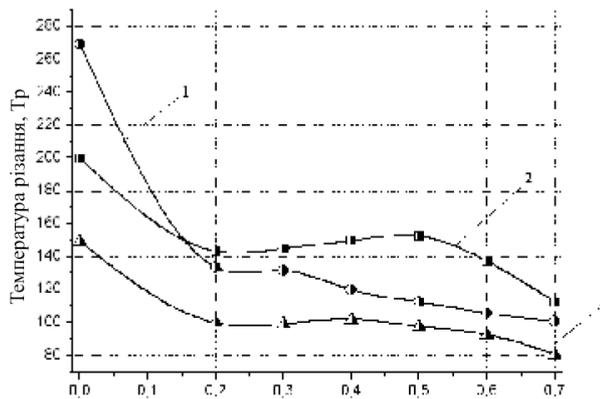


Рис. 1. Залежність температури різання від живлячої ВТ тиску:  
1 - сталь 45; 2 - VT-6; 3 - Л90

На рис. 2 показана залежність зносу задніх поверхонь кромки свердла діаметром 6 мм з швидкорізальної сталі Р6М5 від сумарної глибини свердління при обробці сталі 45 при МІО із застосуванням феромагнітного порошку з  $H = 500$  кА / м і з різною кількістю імпульсів.

Аналіз рис. 2 показує, що при обробці сталі 45 знос задніх поверхонь кромки свердла при обробці МІО з застосуванням феромагнітного порошку напруженістю  $H = 500$  кА / м і з різною кількістю імпульсів знаходиться в межах 0,34-0,42 мм, а сумарна глибина свердління в межах 800-1200 мм. Причому найменший знос фаски задньої поверхні свердла відбувається при кількості імпульсів рівним трьом.

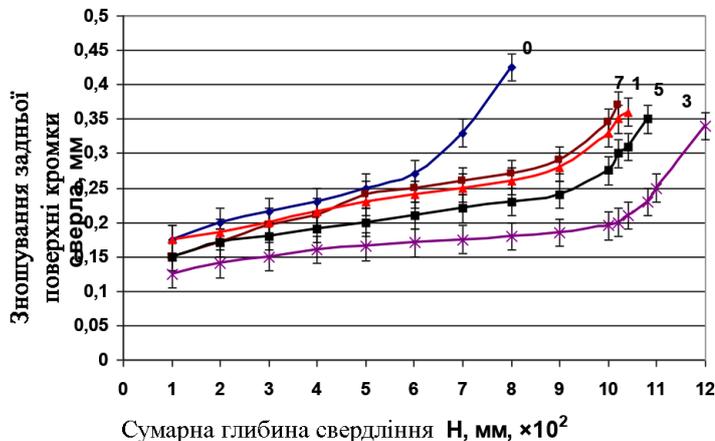


Рис. 2. Залежність зносу фаски задніх поверхонь кромки свердел діаметром 6 мм з швидкорізальної сталі Р6М5 від сумарної глибини свердління при обробці сталі 45 при МІО із застосуванням феромагнітного порошку з  $H = 500$  кА / м:

0 - без обробки МІО; 1 - з МІО і одним імпульсом; 3 - з МІО і трьома імпульсами; 5 - з МІО і п'ятьма імпульсами; 7 - з МІО та сімома імпульсами

Експерименти по вимірюванню крутного моменту при обробці деталей зі сталі 45 показали, що найменший крутний момент виникає при обробці свердлами, обробленими  $H = 500$  кА / М із застосуванням феромагнітного порошку і кількості імпульсів рівним трьом.

На рис. 3 представлені фотографії зносу фасок задньої поверхні крайок свердел, зміцнених МІО із застосуванням феромагнітного порошку при обробці сталі 45.

На рис. 4 показаний характер зміни ширини ліній карбіду вольфраму при опроміненні зразків в торець з різними режимами зміцнення. Зміна ширини ліній говорить про дроблення блоків мозаїки і збільшенні ступеня мікропошкоджень кристалічної решітки фази карбіду. Найбільше збільшення ширини рентгенівських дифракційних ліній знаходиться на відстані 15 міліметрів від місця впливу лазерного променя. Найвищий ефект дають режими зміцнення В2 ( крива 2 ), що підтверджує раніше отримані результати. Що стосується карбідів титану, танталу і кобальтової прошарку, то тут ефект зміцнення проявляється в меншій мірі . Максимум кривих перевершує на 8 - 16 відсотків рівень прямої 1 , яка відповідає вихідним зразкам.

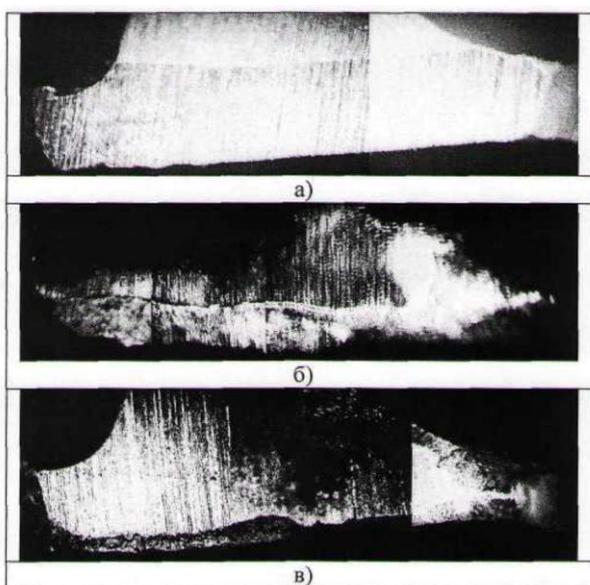


Рис. 3. Фотографії зносу фасок задніх поверхонь кромки свердел, ущільнених МІО із застосуванням феромагнітного порошку при обробці сталі 45:  
*a* - без зносу; *б* - без зміцнення МІО; *в* - зміцнених МІО (збільшення \*40)

Аналогічні результати були отримані для твердих сплавів ВК6, ТТ20К9.

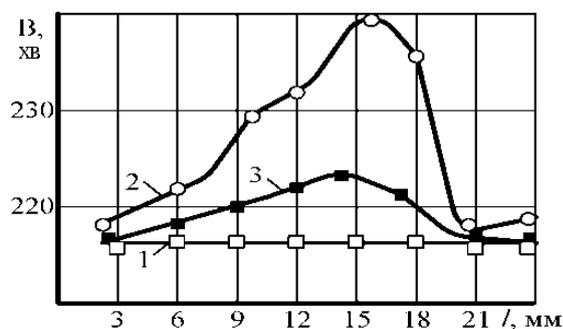


Рис. 4. Зміна ширини ліній карбіду вольфраму по довжині зразка твердого сплаву Т5К10:  
 1 - вихідні зразки; 2 - В3; 3 - В2

На рис. 5 показаний характер зміни ширини ліній карбідів вольфраму твердого сплаву Т5К10 при опроміненні зразка в середину бічної поверхні . Ріжуча кромка знаходиться праворуч ( рис. 5 ) щодо місця опромінення на відстані 28 мм від місця впливу променя.

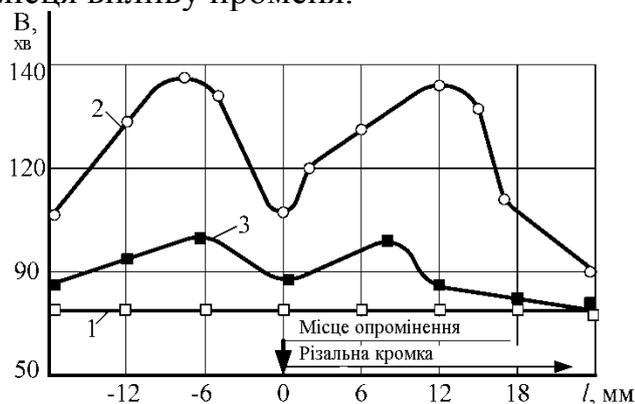


Рис. 5. Зміна ширини ліній карбідів вольфраму зразків із твердого сплаву Т5К10, опроміненних в середину бічної поверхні:  
1 - вихідні зразки; 2 - В2; 3 - В3

На кривих явно виражено два екстремуми : один ліворуч, на відстані 6 мм , інший праворуч від місця впливу променя (  $l = 0$  ). На відстані 6 - 9 мм, має місце і деяка асиметрія розташування екстремумів щодо нуля і різна їхня висота . Причиною цього є наявність головного заднього кута зразка.

Експериментальні дослідження топографії зносу твердосплавних пластин проводилися з метою отримання даних, необхідних для наступної перевірки достовірності математичної моделі розрахунку зносу контактних майданчиків ріжучого інструменту шляхом порівняння розрахункових та експериментальних даних.

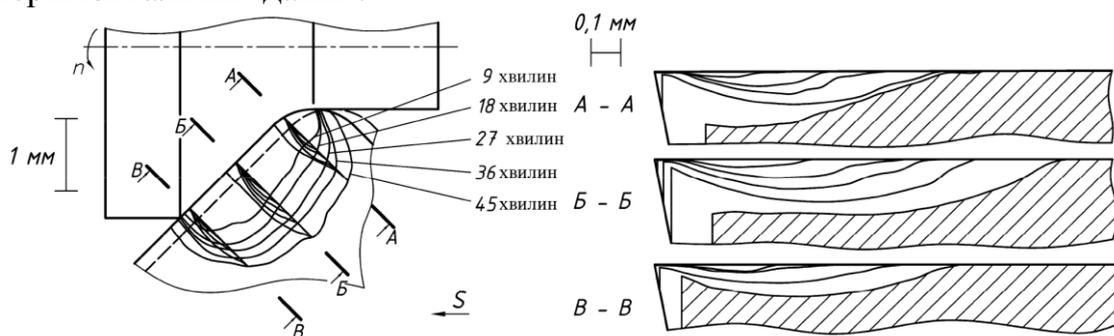


Рис. 6. Зміна топографії зносу ріжучої пластини при точінні:  
сталь 40Х - Т5К10;  $\varphi = 45^\circ$ ;  $\alpha = 11^\circ$ ;  $\gamma = 0^\circ$ ;  $\lambda = 0^\circ$ ,  $V = 180 \text{ м / хв}$ ;  
 $S = 0,26 \text{ мм / об}$ ;  $t = 1,5 \text{ мм}$

Досліди проводилися при наступних режимах різання: швидкість різання 180 і 290 м / хв, подача 0,26 мм / об , глибина різання: для швидкості різання 180 м / хв - 1,5 мм, для швидкості різання 290 м / хв - 0,5 і 1 мм. У ході експериментів вимірювалися складові сили різання і середня

температура різання. Ваговим методом визначалася усадка стружки. Визначення геометричних параметрів зношених поверхонь, форми і розмірів лунки зносу на передній поверхні проводилося на мікроскопі ІМЦ- 150х50, Б ГОСТ 8074-82 із застосуванням спеціального пристосування. Деякі з результатів вимірювань профілю лунки зносу наведено на рис. 6.

Аналіз стійкості металорізального інструменту з оцінкою видів зношування металорізального інструменту та способів прогнозування, шляхи підвищення стійкості металорізальних інструментів показав, що однією з причин зниження стійкості різального інструменту при інших рівних умовах є нерівномірність зношування робочих поверхонь леза. В якості методу підвищення стійкості може використовуватися удосконалення геометричних параметрів БЗП на плямі контакту.

В якості методу підвищення стійкості запропоновано вдосконалення форми БЗП з метою забезпечення рівномірного зношування . Розроблені форми БЗП , що забезпечують рівномірне зношування за рахунок перерозподілу контактних напружень на передній поверхні .

Експериментальні дослідження експлуатаційних властивостей змінних багатогранних пластин з розробленою формою передньої поверхні показали , що їх стійкість на 15% вище, ніж у пластин зі стандартною формою .

#### **Література:**

1. Аваков А.А. Физические основы теории стойкости режущих инструментов / А.А. Аваков. - М.: Машгиз, 1960. – 307 с.
2. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов / В.Ф. Бобров. - М.: Машиностроение, 1975. – 344 с.
3. Верещака А.С. Работоспособность с износостойким покрытием / А.С. Верещака. - М.: Машиностроение, 1993.
4. Вульф А.М. Резание минералокерамическими резцами / А.М. Вульф. - М.-Л.: Машгиз, 1958. – 183 с.
5. Вульф А.М. Резание металлов / А.М. Вульф. - М.: Машиностроение, 1973. – 496 с.
6. Грановский Г.И. О стойкости инструмента как исходном параметре для расчета режимов резания / Г.И. Грановский // Вестник машиностроения. - 1968. - №8. - С. 59-64.
7. Даниелян А.М. Теплота и износ инструментов в процессе резания металлов / А.М. Даниелян. - М.: Машгиз, 1954. – 275 с.
8. Зорев Н.Н. Обработка резанием тугоплавких сплавов / Н.Н. Зорев, З.М. Фетисова. - М.: Машиностроение, 1966. - 227с.
9. Клушин М.И. Резание металлов / М.И. Клушин. - М.: Машгиз, 1958. – 453 с.
10. Лоладзе Т.Н. Износ режущего инструмента / Т.Н. Лоладзе. - М.: Машгиз, 1958. – 355 с.
11. Макаров А.Д. Износ и стойкость режущих инструментов / А.Д. Макаров. - М.: Машиностроение, 1966. – 263 с.

12. Подураев В.Н. Обработка резанием с вибрациями / В.Н. Подураев. - М.: Машиностроение, 1970. – 350 с.

**INCREASE EFFICIENCY AND SUSTAINABILITY  
FAST-TOOL BY  
APPLICATION PROCESS PROCESSING CAPABILITIES**

*Kozachenko A.S., Sylenko E.O., Marchenko D.D.*

*Brought study of the effect of ionized medium cooled by the amount of residual stresses in the surface layer in parts made of steel and titanium alloy 45 VT1-0. Made validation of mathematical model for calculating the wear pads cutting tool by comparing the calculated and experimental data.*

**УДК 621.436.004.62+663.763-404.9**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕМОНТНО-ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ  
СКЛАДІВ НА ПОВЕРХНЯХ ТЕРТЯ ТА ЗАХИСТ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ВІД КОРОЗІЇ І  
ЗНОШУВАННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ НАНОТЕХНОЛОГІЙ**

*Козаченко С.С., студент гр. М5с*

*Науковий керівник к.т.н., ас. Марченко Д.Д.*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Проведені дослідження ремонтно-відновлювальних складів на поверхнях тертя. Отримані результати показали, що основна маса відкладень утворюється протягом першого циклу, надалі приріст сповільнюється, хоча і зберігається тенденція до збільшення. Нанесення наноплівки на внутрішню поверхню впускної системи ДВС надає їй антиадгезійні властивості, що знижує масу смолянистих відкладень в 7 разів.*

*Проведенные исследования ремонтно-восстановительных составов на поверхностях трения. Полученные результаты показали, что основная масса отложений образуется в течение первого цикла, в дальнейшем прирост замедляется, хотя и сохраняется тенденция к увеличению. Нанесение нанопленки на внутреннюю поверхность впускной системы ГИС придает ей антиадгезионные свойства, снижает массу смолистых отложений в 7 раз.*

Існуючі в ремонтній практиці традиційні технології відновлення деталей машин на основі нарощування поверхонь тертя з нагрівом, що викликає небажані структурні і геометричні зміни металу, залишкову напругу і деформації, що вимагають додаткових технологічних операцій, пов'язаних з їх усуненням, не можна віднести до ефективних, вони енергоємні і трудомісткі. На цих операціях використовується дороге металорізальне устаткування і зайнято багато верстатників. Близько 45% нарощеного металу під час обробки перетворюється на стружку.

Застосування таких технологій, як правило, можливо, тільки при централізованому відновленні. Також ці методи ремонту пов'язані з розбиранням, миттям, дефектацією, зборкою і обкаткою, що утворює значні витрати праці і засобів в долі собівартості відновлення деталей. Нині в більшості ремонтних майстерень сільськогосподарських підприємств відсутнє необхідне устаткування, і ремонт проводиться заміною зношених деталей на запасні частини, які мають надзвичайно високу ціну і, як правило, низьку якість.

На особливу увагу заслуговує вивчення впливу процесів корозії на механічне зношування. До корозійно-механічного зношування схильні втулково-роликові ланцюги і зірочки, деталі різальних апаратів, агрегати і складальні одиниці паливної і гальмівної системи, деталі і складальні одиниці циліндро-поршневої групи, робочі і транспортуючі органи ґрунтообробних і прибиральних машин, а також машин по внесенню добрив.

Проведені дослідження показали: МКП неможливо виміряти мікрометричними способами. Виходячи з припущення, що кераміка не вступає в реакцію з кислотою, був розроблений спосіб мікроскопічного дослідження МКП на профілі кулачка шляхом виявлення непротравлених зон (рис. 1).

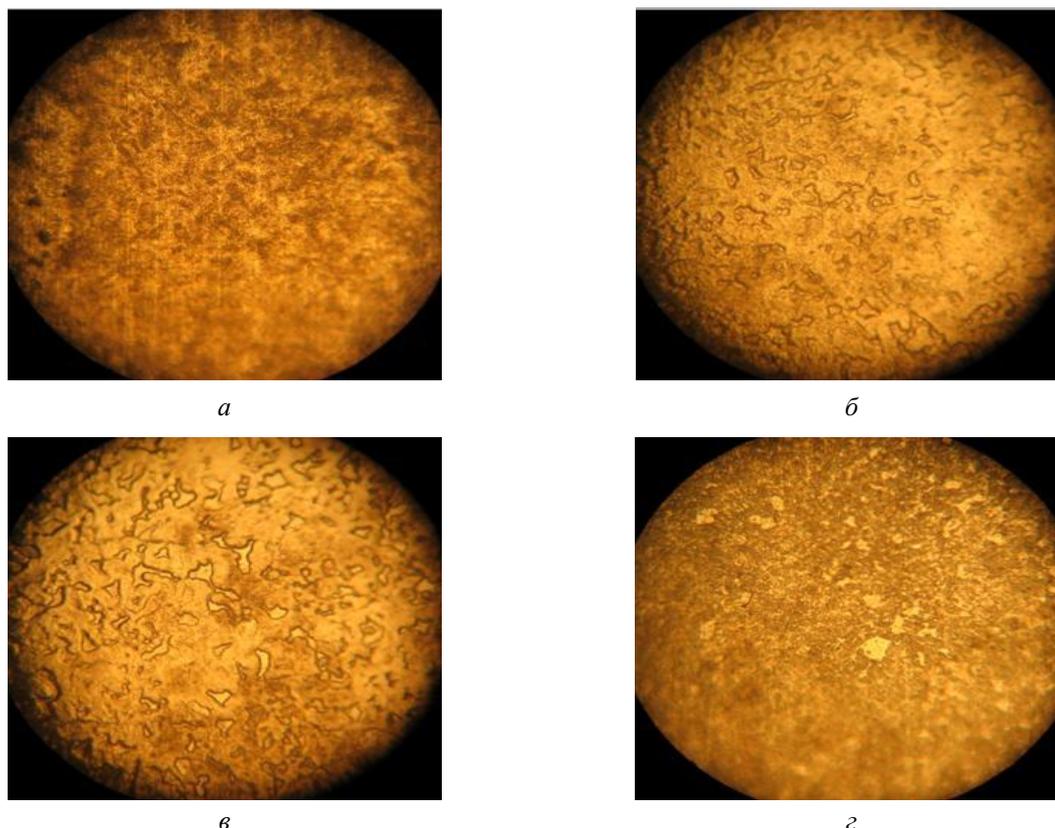


Рис. 1. Динаміка утворення і зношування МКП (збільшення 500X):

*а* - структура металу без РВС; *б* - стадія формування покриття;

*в* - сформоване покриття; *г* - сталія зношування покриття

Площа утвореного покриття в одній і тій же досліджуваній на поверхні профілю кулачка точці з часом напрацювання непостійна, вона змінюється у

великих межах, а в деяких досліджуваних тимчасових інтервалах взагалі відсутній. Це дозволяє зробити висновок про циклічність протікання процесу утворення МКП і підтверджує гіпотезу, що склади утворюють на поверхні тонке покриття, чергуючись стадіями освіти і зношування цього покриття.

Як видно на рис. 1, б у момент початку утворення площа МКП складається з безлічі локальних майданчиків, має незначну величину і розмиті межі. У міру збільшення кількості циклів взаємодії (вантаження) локальні майданчики починають об'єднуватися між собою, створюючи майданчики великих розмірів (рис. 1, в), у результаті збільшуючи загальну площу утвореного МКП. З часом настає момент, коли усі контактуючі зони покриваються шаром металокераміки, процес утворення припиняється і починається процес зношування утворення шару (рис. 1, г).

Результати виміру концентрації заліза в картерах ТНВД 4ТН9х10 і УТН- 5 при проведенні експлуатаційних випробувань під час напрацювання без РВС і з введеним РВС приведені на рис. 2. Експлуатаційні випробування проводилися в господарствах.

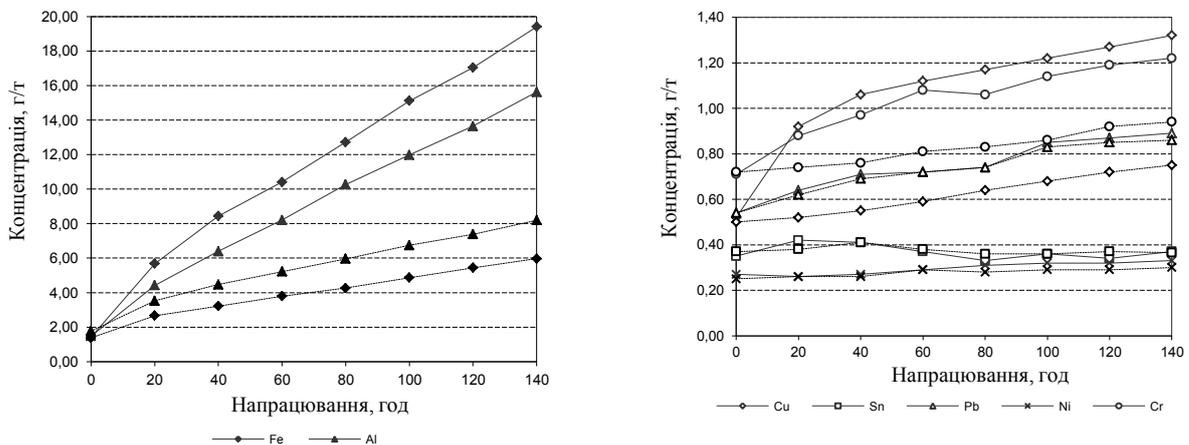


Рис. 2. Зміна концентрації продуктів зносу в масляній ванні експериментальної установки:  
 ----- без РВС    ..... з РВС

Таким чином, по проведеному дослідженню, РВС не компенсують проміжки в парах тертя, а знижують інтенсивність зношування основного металу за рахунок циклічного модифікування поверхневого шару в локальних зонах взаємодії поверхонь, що труться. Графічно дія РВС на поверхні тертя з утворенням і зношуванням МКП можна розглядати у виді, представленому на рис. 3.

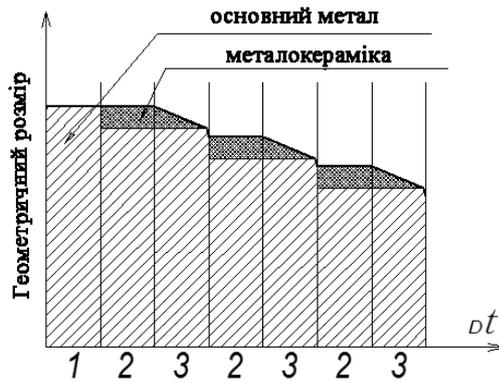


Рис. 3. Механізм дії РВС на поверхні тертя:

- 1 - первинний геометричний розмір; 2 - стадія проходження реакції заміщення і утворення МКП;  
3 - стадія зношування утвореного МКП і частини основного металу;  
 $\Delta t$  - дискретний проміжок часу

Обробка впускних трубопроводів ДВЗ композицією БЕКК з перфторіруванням радикалом дає можливість понизити масу відкладень на внутрішніх стінках (рис. 4).

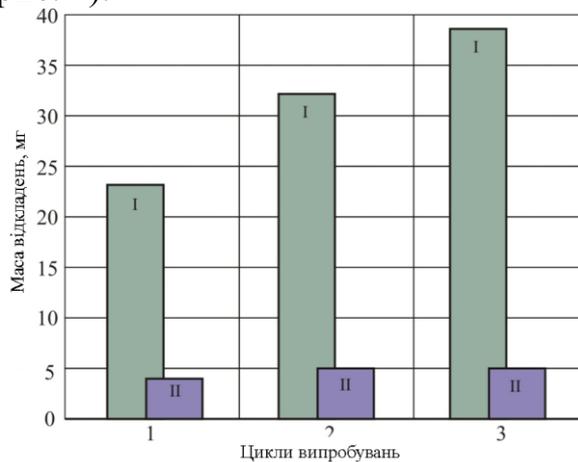


Рис. 4. Маса відкладень на контрольній (I) і дослідній (II) пластинах після 1...3 циклів випробувань

Отримані результати свідчать про те, що основна маса відкладень утворюється протягом першого циклу, надалі приріст сповільнюється, хоча і зберігається тенденція до збільшення. Нанесення наноплівки на внутрішню поверхню впускної системи ДВС надає їй антиадгезійні властивості, що знижує масу смолянистих відкладень в 7 разів.

Для захисту кріпильних з'єднань від термоокислювального і корозійного "схоплювання" рекомендовано різьбове мастило (РС), застосування якого виключає ці негативні явища, що дозволяє понизити трудомісткість демонтажу складальних одиниць і агрегатів сільськогосподарської техніки на 30...40% ).

В результаті лабораторного експерименту було встановлено, що при збільшенні температури повітря на  $10^{\circ}\text{C}$  процес корозії сповільнюється в 2,2 рази (рис. 6). Вологість повітря із збільшенням температури зменшується по

експоненціальній кривій (рис. 7). Збільшення відносної вологості на 10 % призводить до збільшення корозії в 1,41. Із зростанням атмосферного тиску на 306 Па корозія прискорюється в 1,66 рази. Збільшення швидкості вітру на 1 м/с призводить до підвищення корозії металів в 1,52 рази. Підвищення концентрації поверхнево-активних речовин в захисному мастилі в 1,2 рази знижує корозію в 0,88 рази. В ході експериментальних досліджень різних марок сталей було підтверджено, що із збільшенням в сталях легуючих добавок процес корозії сповільнюється.

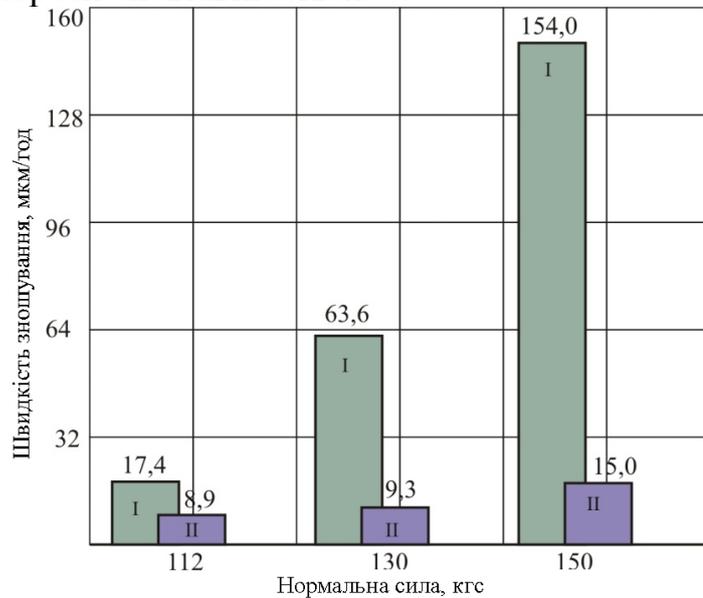


Рис. 5. Залежність швидкості зношування колодки від величини нормальної сили при використанні мастила: I - Літол, II - Літол + наномодифікований наповнювач

Також було встановлено, що при підвищенні температури вологість повітря знижується, це призводить до уповільнення корозії, але в теж час веде до висушування мастила, її розтріскуванню і надалі призводить до збільшення показника корозії із-за конденсації вологи на металі. При негативних температурах відбувається виморожування повітря і волога випадає на поверхню деталі у вигляді снігу (інею), що також значно інтенсифікує процес корозії.

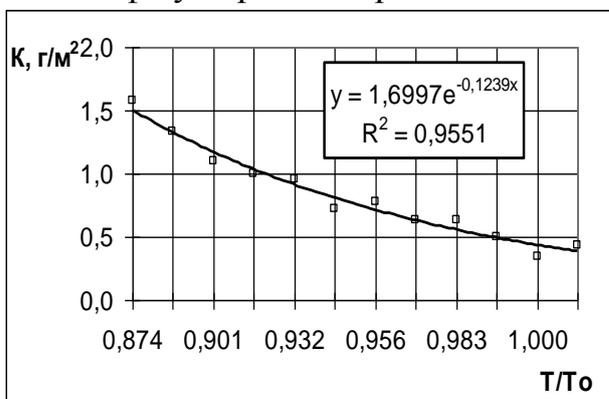


Рис. 6. Залежність показника корозії металу від температури повітря

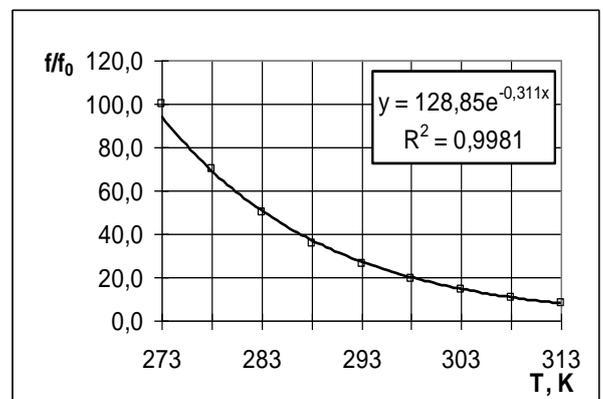


Рис. 7. Залежність відносної вологості повітря від температури повітря

Встановлено, що регулювальником процесу освіти і зношування МКП на поверхнях, що труться, є температура плями мікроконтакту, основний вплив на яку чинять такі чинники як: контактне навантаження і швидкість відносного переміщення. Підвищення контактного навантаження в парі тертя призводить до збільшення площі МКП, що утворюється, а зростання відносної швидкості взаємодії поверхонь, що труться, призводить до збільшення його товщини.

Розроблена і апробована методика, що дозволяє оцінити площу і товщину кулачка МКП, що утворюється на профілі, шляхом мікроскопічного дослідження поверхні тертя і виявлення непротравлених зон, виходячи з припущення, що кераміка не вступає в хімічну реакцію з кислотою.

### **Література:**

1. Ачкасов К.А. Прогрессивные способы ремонта сельскохозяйственной техники / К.А. Ачкасов. - М.: Колос, 1984. - 271 с.
2. Ачкасов М.Г. Ремонт приборов системы питания и гидравлических систем тракторов, автомобилей и комбайнов / М.Г. Ачкасов, В.П. Вегера. - М.: Высшая школа, 1981. - 203 с.
3. Ашмарин И.Н. Быстрые методы статистической обработки и планирования экспериментов / И.Н. Ашмарин и др. - Л.: Наука, 1975. – 77 с.
4. Бабусенко С.М. Ремонт тракторов и автомобилей / С.М. Бабусенко. - М.: Агропромиздат, 1987. - 351с.
5. Бабусенко С.М. Современные способы ремонта машин / С.М. Бабусенко, В.А. Степанов. – М.: Колос, 1977. - 271 с.

## **STUDY OF THE REPAIR COMPOSITION AT THE SURFACE FRICTION AND PROTECTION OF AGRICULTUREL MACHINERY FROM CORROSION AND WEAR USING NANOTECHNOLOGIES**

*Kozachenko A.S., Marchenko D.D*

*Past studies the repair depots on friction. The results showed that the bulk of deposits formed during the first cycle, further growth is slowing, although the tendency to increase. Drawing on the inner surface nanoplivky inlet system ICE gives it the properties of adhesive coatings, which reduces the weight of resinous deposits 7 times*

## ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

*Кочергін О.О., студент гр. М5с*

*Науковий керівник к.т.н., ас. Марченко Д.Д.*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Приведені дослідження технології обробки поверхонь деталей машин. Показано, що поліпшення поверхневого кулі відновлених методом профілюючої накатки деталей і підтверджує дані механічних і фізичних характеристик.*

*Проведенные исследования технологии обработки поверхностей деталей машин. Показано, что улучшение поверхностного шара восстановленных методом профилирующей накатки деталей и подтверждает данные механических и физических характеристик*

Одним з чинників, що визначають довговічність двигунів, є стан поверхонь тертя. Відомо, що зносостійкість залежить від фінішної (остаточною) технологічної обробки поверхонь деталей. Є експериментальні дослідження по впливу шорсткості поверхонь тертя на інтенсивність зношування. Для широко поширених зчленувань виявлені оптимальні значення параметрів шорсткості, при яких знос деталей мінімальний. Встановлено, що від фінішної обробки деталей залежить не лише первинний (припрацювальний) знос, але і сталий знос, тобто первинне прироблення може впливати на інтенсивність зношування при тривалій експлуатації машин. Передусім, це відноситься до деталей циліндро-поршневої групи (ЦПГ) двигунів внутрішнього згорання. При формуванні поверхонь тертя необхідно забезпечувати отримання оптимальних триботехнічних характеристик поверхонь, що сполучаються, таких як низький коефіцієнт тертя, висока зносостійкість, оптимальні фізико-механічні властивості. Значною мірою вони визначаються способами обробки поверхонь тертя. Останнім часом розроблені нові технологічні процеси фінішної обробки, які дозволяють понизити припрацювальний знос і підвищити антифрикційні властивості (підвищити мастило деталей, понизити коефіцієнт тертя і так далі), а також зменшити час прироблення пар тертя.

Найбільш наочний вплив фінішної обробки гільз циліндрів на мікрогеометрію їх робочих поверхонь ілюструють профілограми, представлені на рис. 1. В результаті обробки профілограм було з'ясоване, що опорна довжина профілю поверхні гільз збільшується в 2-2,5 разу після фінішної обробки в порівнянні з поверхнею гільзи після хонінгування, виходячи з чого можна стверджувати, що експериментальні дані відповідають розрахунковим.

В результаті аналізу рівнянь регресії за допомогою методу найшвидшого спуску і аналізу характеру цих залежностей були прийняті

наступні раціональні параметри режиму обробки : 1) час обробки  $t=20$  хв (діапазон 18-30 хв), 2) швидкість інструменту  $v=5,5$  м/с (діапазон 4,0-7,6 м/с), 3) навантаження інструменту на гільзу  $P=3$  МПа (діапазон 2,0-3,4 МПа).

Попередня оцінка впливу матеріалів на зміну мікрогеометрії поверхні гільз при їх фінішній обробці і вибір найкращих матеріалів, вживаних для обробки, вироблені на основі однофакторного експерименту з вісьмома рівнями. Рівні чинника мають якісний характер. Ефективність застосування матеріалів оцінювалася по мінімізації значень параметрів шорсткості обробленої поверхні.

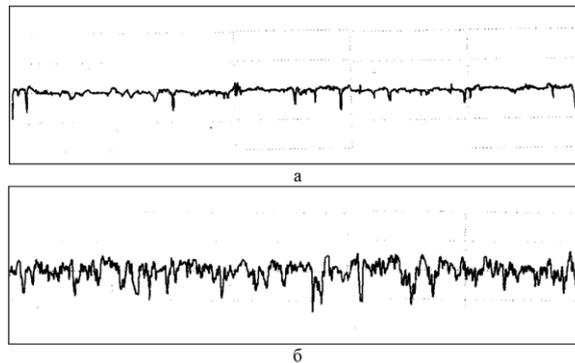


Рис. 1. Профілограми поверхні гільз циліндрів:  
*a* - після фінішної обробки антифрикційними матеріалами; *б* – до обробки

Одним з найважливіших параметрів, по якому можна оцінювати прироблення деталей являється шорсткість поверхні, тому були проведені дослідження мікрогеометрії робочих поверхонь. До і після проведення стендових досліджень були проведені виміри параметрів шорсткості робочої поверхні гільз циліндрів двигуна Д- 240 із застосуванням пертометра М2, результати яких ілюструє рис. 2.

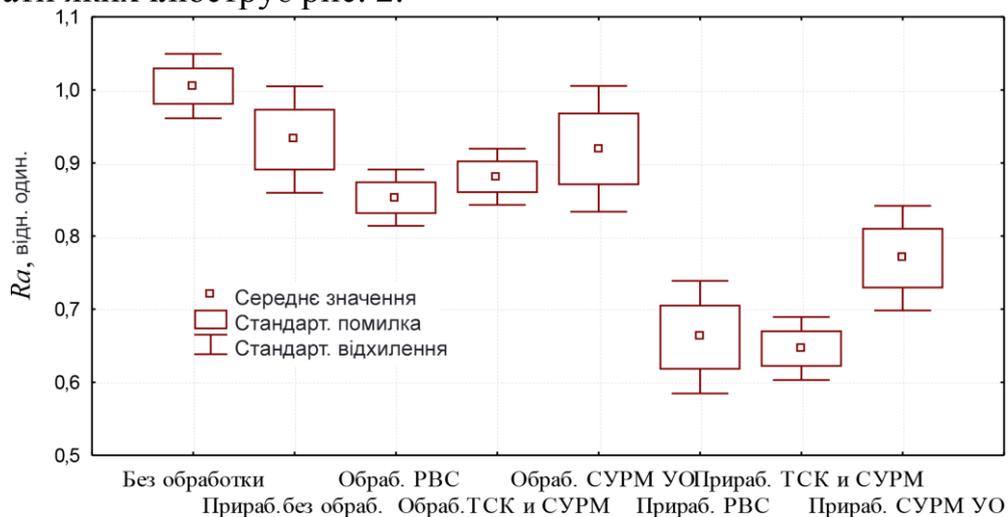


Рис. 2. Параметр шорсткості  $Ra$  робочій поверхні гільз циліндрів при фінішній обробці антифрикційними матеріалами і приробленні

Найнаочніше можна побачити відмінності шорсткості поверхонь при приробленні гільз після фінішної обробки антифрикційними матеріалами і при приробленні гільз без фінішної обробки з профілограм.

Залишкова напруга викликає появу кількісних змін в розподілі нормальних переміщень в напливі, які спостерігаються на тлі базового розподілу переміщень при втискуванні індентора в аналогічну ненапружену деталь. Для виділення корисної частини інформації на етапі її реєстрації розроблені способи і оптичні системи фазової компенсації полів переміщень. Представлена на рис. 3 оптична система дозволяє порівнювати поля переміщень одного знаку. Вона призначена для оптичного віднімання з об'єму реєстрованої інформації даних, пов'язаних з втискуванням індентора в ненапружену деталь. З її допомогою записується різницева інформація про поля переміщень в досліджуваних ділянках поверхні.

На основі сформульованих технічних вимог до вимірювальному устаткуванню розроблена експериментальна оптикоелектронна установка, призначена для проведення діагностування в лабораторних умовах. Вона змонтована на стандартному голографічному устаткуванні УІГ-22К. У установці використані оптична система запису інтерферограм і обладнання для реєстрації зображення і передачі його в комп'ютер. Як джерело випромінювання використаний He - Ne лазер ЛГН- 215. Загальний вигляд експериментальної установки представлений на рис. 4.

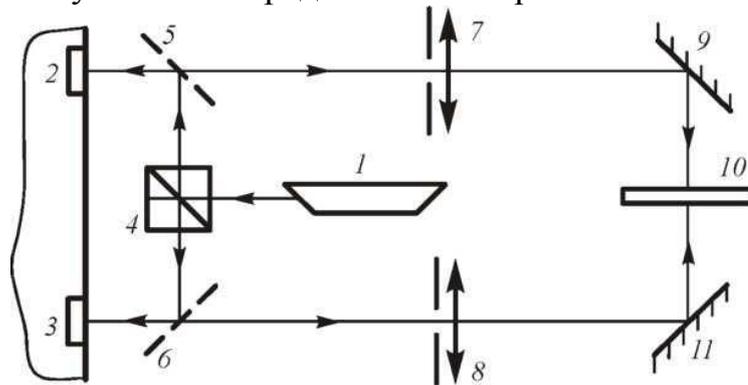


Рис. 3. Оптична система фазової компенсації полів переміщень одного знаку :  
 1 - лазер; 2, 3 - досліджувані ділянки поверхні; 4 - дільник; 5, 6 - напівпрозорі дзеркала;  
 7, 8 - об'єктиви; 9, 11 - дзеркала; 10 - фотопластина

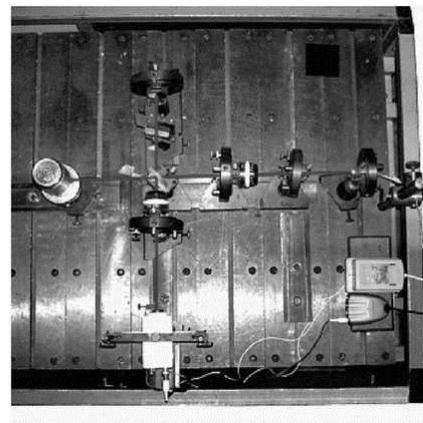
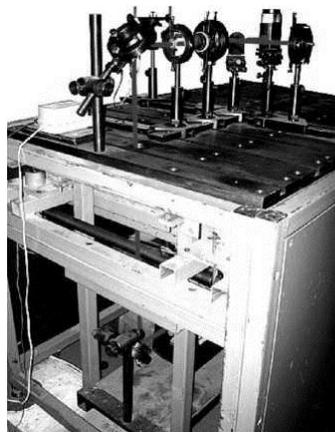


Рис. 4. Загальний вигляд експериментальної установки

Графічна інтерпретація в результаті регресійного аналізу моделі при фіксованій частоті обертання  $100 \text{ хв}^{-1}$  представлена на рис. 5.

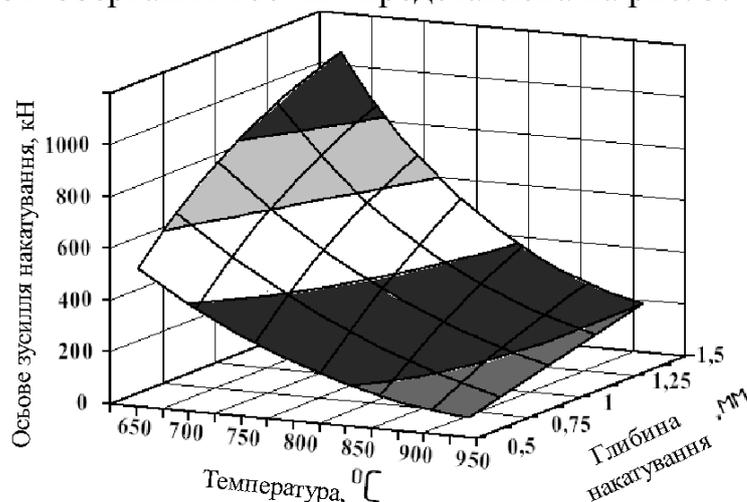


Рис. 5. Залежність осьового зусилля накатки від температури оброблюваної деталі і глибини накатки

Виходячи з даних, представлених на графіку, найбільш оптимальними теоретичними режимами накатки порожнистих шліцьових деталей карданних передач є наступні: частота обертання накатників  $n = 100 \text{ хв}^{-1}$ ; осьове зусилля, що прикладається до деталі при накатці  $P = 200 \text{ кН}$ ; температура предеформаційного нагріву деталі  $T = 900 \dots 950 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Порівняльний мікроструктурний аналіз відновлених і серійних деталей в загартованому стані показує поліпшення поверхневого кулі відновлених методом профілюючої накатки деталей і підтверджує дані механічних і фізичних характеристик.

#### Література:

1. Греков В. В. Абразивные инструменты на основе композиционных материалов / В. В. Греков // Управление качеством финишных методов обработки : сб. научных трудов. - Пермь, 1996. - С. 101-107.
2. Григорьев М. А. Для повышения износостойкости поверхностей трения / М. А. Григорьев, А. Г. Кошелев, А. Е. Галактионов // Автомобильная промышленность. - 1990. - № 11. - С. 12-14.
3. Громаковский Д. Г. Разрушение поверхностей при трении и разработка кинетической модели изнашивания / Д. Г. Громаковский // Вестник машиностроения. - 2000. - № 1. - С. 3-9.
4. Зайцев С. А. Хонингование и суперфиниширование в автотракторостроении / С. А. Зайцев. - М. : Машиностроение, 1985. - 80 с.
5. Ильинский, В. А. Литейные дефекты структуры тонкостенных чугуновых отливок / В. А. Ильинский // Литейное производство. - 1988. - № 12. - С. 5-6.

6. Коган Б.И. Создание научных основ технологического обеспечения качества ремонта машин / Б. И. Коган // Обработка металлов. - 2006. - № 2. - С. 13-16.

## **RESEARCH AND DEVELOPMENT PROCESSING TECHNOLOGY SURFACES OF MACHINE PARTS**

*Kocherhin O.O., Marchenko D.D.*

*Brought research technology surface treatment of machine parts. It is shown that the improvement of surface profiling balls restored by rolling details and confirm your mechanical and physical characteristics.*

**УДК 536.2.072+621.869.4**

## **ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ І НАДІЙНОСТІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МЕТОДАМИ**

*Логвінюк І.В., студент гр. М5с*

*Науковий керівник к.т.н., ас. Марченко Д.Д.*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Виконані дослідження застосування технологічних методів підвищення надійності деталей машин. Встановлено, що підвищення температури манжетного ущільнення призводить до зростання темпу втрати його еластичності в процесі експлуатації, а отже, і до зниження його ресурсу. Доведено, що чотирикратне зниження початкового зусилля стискування в стандартному з'єднанні досягається в 3,5 рази швидше, ніж в модифікованому.*

*Выполненные исследования применения технологических методов повышения надежности деталей машин. Установлено, что повышение температуры манжетного уплотнения приводит к росту темпа потери его эластичности в процессе эксплуатации, а следовательно, и к снижению его ресурса. Доказано, что четырехкратное снижение первоначального усилия сжатия в стандартном соединении достигается в 3,5 раза быстрее, чем в модифицированном.*

Першорядним напрямком розвитку сучасного машинобудівного та ремонтного виробництва є підвищення надійності і зносостійкості машинного парку.

У більшості господарств нашої країни відремонтована техніка складає близько 80% від усього наявного парку сільськогосподарських машин. На ремонт і обслуговування сільгосптехніки щорічно витрачаються великі засоби. Значні витрати на ремонтні роботи обумовлені високою вартістю самих робіт, а також запасних частин, що встановлюються замість тих, що вийшли з ладу. Серед деталей, лімітуючих працездатність вузлів і агрегатів вітчизняних сільськогосподарських машин, особливе місце займають підшипники кочення. Нині вихід з ладу вузлів з підшипниками кочення складає 30% від числа загальних несправностей.

Також в комплексі вирішуються в машинобудуванні масштабних першорядних завдань збільшення тривалості терміну служби вузлів і механізмів та забезпечення безпечної роботи машин залишається однією з перших. Дотримання цих тенденцій дозволяє забезпечити конкурентоспроможність вітчизняних машин і механізмів, що виконують комплекс робіт по поточному обслуговуванню шляху при його капітальному ремонті та будівництві нових.

На рис. 1 представлені радіальні і осьові навантаження, що діють на розроблені підшипники кінцевого редуктора, залежно від крутного моменту, що передає ВОМ трактора МТЗ-80.

Зміщення кільця в підшипнику  $B$  призводить до усунення осьового зазору, і ролики опиняються в силовому контакті з кільцями. Внаслідок цього ролики починають рухатися з ковзанням по опорному борту внутрішнього кільця і доріжкам кочення.

В результаті виміру кута повороту роликів серійних і модернізованих кінцевих підшипників було встановлено, що кут повороту роликів збільшується із зростанням осьового навантаження (рис. 2).

Так, кут повороту роликів в серійному підшипнику при виключеному двигуні і навантаженні  $F_a = 1,5$  кН на 38% більше ніж в підшипниках з розвантажувальною зоною. При обертанні валу двигуна з частотою  $n = 980$  об/хв впродовж 1 хвилини - на 60%. При тривалій роботі підшипників середній кут повороту роликів серійного підшипника при встановленому режимі роботи майже в 10 разів більше, ніж у модернізованого.

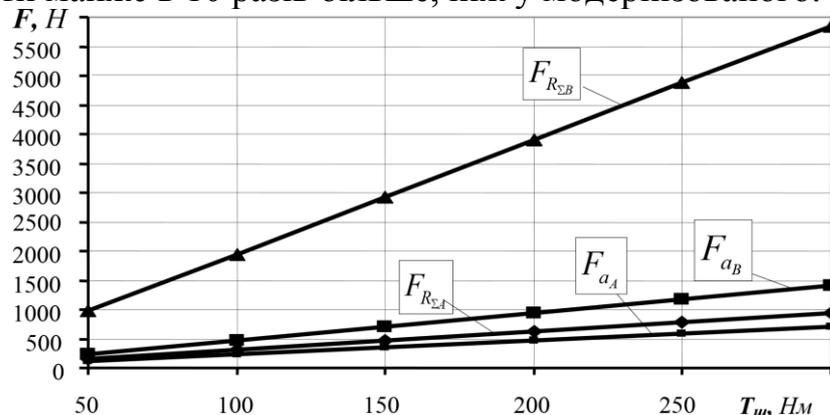


Рис. 1. Радіальні і осьові навантаження, що діють на розроблені підшипники

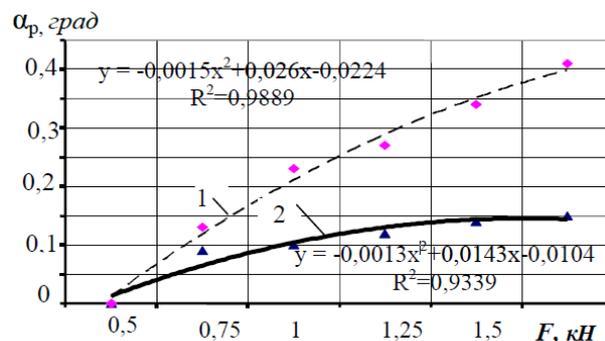


Рис. 2. Залежність кута повороту роликів від осьового навантаження:  
1 - серійний підшипник; 2 - модернізований підшипник

Тривалість впрыскування паливним насосом УТН-5 з експериментальними форсунками складала  $12,5^\circ$  повороту валу насоса при наростанні тиску в порожнині розпилювача 8,1 МПа за один градус повороту валу насоса. Приведені показники динаміки процесу паливоподачі були отримані при частоті обертання валу паливного насоса  $1100 \text{ хв}^{-1}$  і цикловому поданню, рівному  $69 \text{ мм}^3$  за один цикл. Залежність ходу клапана від величини циклового подання приведена на рис. 3.

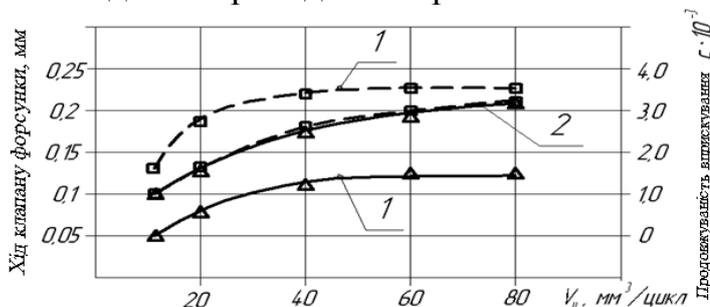


Рис. 3. Залежність параметрів процесу впрыскування від циклової подачі при частоті обертання  $1100 \text{ хв}^{-1}$ :

--□-- □-- -- серійні форсунки ФД-22; —Δ—Δ— — експериментальні форсунки;

1 – хід голки і шарикового клапану розпилювачів; 2 – продовжуваність впрыскування

З графіку виходить, що тривалість впрыскування серійних і експериментальних форсунок практично однакова і збільшується від  $1,0$  до  $3,2 \cdot 10^{-3} \text{ с}$ . Мала величина ходу клапана  $0,13 \text{ мм}$  при цикловому поданні  $80 \text{ мм}^3/\text{цикл}$ , пояснюється незначним дроселюванням палива по сполученню клапан - сідло. Так, при відкритті клапана на  $0,09 \text{ мм}$  прохідний переріз між сідлом і клапаном стає рівним ефективному прохідному перерізу соплових отворів розпилювача.

На рис. 4, 5 приведені залежності різниці температур манжетного ущільнення в зоні тертя від частоти обертання валу і тиску газів (за нуль перепаду прийнята температура тертя, рівна  $81^\circ\text{C}$ ) картерів.

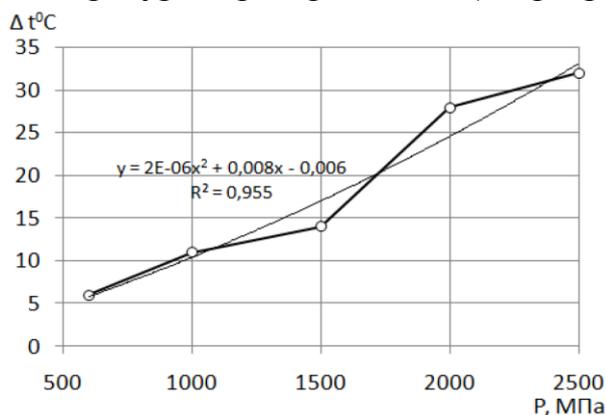


Рис. 4. Залежність приросту температури манжетного ущільнення в зоні тертя

від частоти обертання валу при тиску газів картерів  $0,1 \text{ МПа}$

З рис. 4 видно, що при підвищенні частоти обертання валу з  $600 \text{ хв}^{-1}$  до  $2500 \text{ хв}^{-1}$  різниця температур манжетного ущільнення зросла майже на  $30^\circ\text{C}$  тобто в 5,33 рази. З рис. 5 видно, що при підвищенні тиску газів картерів до  $0,08 \text{ МПа}$  різниця температур підвищується тільки на  $7^\circ\text{C}$ , а при підвищенні тиску з  $0,08$  до  $0,1 \text{ МПа}$  - на  $20^\circ\text{C}$ , тобто в 3,86 рази.

Це підтверджує критичний стан манжетного ущільнення, яке визначає граничний стан ущільнення чи тиски газів в картері двигуна. Підвищення температури манжетного ущільнення призводить до зростання темпу втрати його еластичності в процесі експлуатації, а отже, і до зниження його ресурсу.

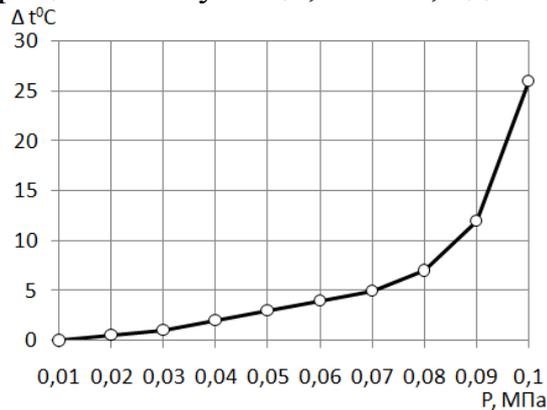


Рис. 5. Залежність приросту температури ущільнення манжета від тиску в картері при частоті обертання валу  $2500 \text{ хв}^{-1}$

Наприклад, тиск газів в картері двигуна КамАЗ-740 залежно від технічного стану циліндро-поршневої групи і системи вентиляції картера знаходиться в межах від  $0,0027$  до  $0,021 \text{ МПа}$ , для технічно справного двигуна від  $0,03$  до  $0,1 \text{ МПа}$ , і вище, для несправного. Критичний тиск для манжетних ущільнень різних виробників знаходиться в межах від  $0,035$  до  $0,1 \text{ МПа}$ . Отже, межі зміни ресурсу сполучення - від 450 тис. км до 28 тис. км відповідно. Різниця відносно середнього ресурсу 126 тис. км складає від 0,19 до 3,75 в середньому 188 %.

На рис. 6 представлені графіки зміни відносного зусилля стискування ущільнювачів протягом часу випробування в стандартному і модифікованому варіантах виконання посадочних місць.



Рис. 6. Експериментальні графіки зміни відносного зусилля стискування ущільнювачів протягом часу випробування при температурі  $125^\circ\text{C}$  в середовищі масла И-20А для модифікованого і стандартного ущільнень

З графіків виходить, що чотирикратне зниження початкового зусилля стискування в стандартному з'єднанні досягається в 3,5 рази швидше, ніж в модифікованому. Це доводить високу ефективність пропонованого принципу модифікації посадочних місць.

### **Література:**

1. Бабусенко С.М. Ремонт тракторів и автомобілей / С.М. Бабусенко. - М.: Агропромиздат, 1987. - 351с.
2. Бабусенко С.М. Современные способы ремонта машин / С.М. Бабусенко, В.А. Степанов. – М.: Колос, 1977. - 271 с.
3. Бурумкулов Ф.Х. Восстановление и упрочнение деталей электроискровыми методами / Ф.Х. Бурумкулов, А.В. Беляков, Л.М. Лельчук, В.И. Иванов // Сварочное производство. – 1999. - № 2. - С. 5-6.
4. Бурумкулов Ф.Х. Теория и практика оценки работоспособности и долговечности изношенных деталей / Ф.Х. Бурумкулов, Л.М. Лельчук. - М.: Труды ВНИИТУВИД, 1999. - С. 153-171.
5. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработка оптовых данных / Г.В. Веденяпин. - М.: Колос, 1973. – 199 с.
6. Гаркунов Д.Н. Триботехника / Д.Н. Гаркунов. - М.: Машиностроение, 1989. - 328 с

## **INCREASE DURABILITY AND REABILITY MACHINE PARTS TECHNOLOGICAL METHODS**

*Logvinyuk I.V., Marchenko D.D*

*The studies of application of technological methods to improve reliability of machine parts. Found that increased oil seal temperature increases the rate of loss of its elasticity during use, and hence to reduce its resource. Proved that a fourfold reduction in the initial compression force is achieved in the standard compound is 3.5 times faster than the modified..*

**УДК 536.2.072+621.869.4**

## **ДІАГНОСТУВАННЯ ЦИЛІНДРО-ПОРШНЕВОЇ ГРУПИ ТА ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДИЗЕЛЬНОЇ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ І ЗМАЩУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ДВИГУНА**

*Мардоян А.Л., студент гр. М5с*

*Науковий керівник к.т.н., ас. Марченко Д.Д.*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Приведені дослідження діагностування циліндро-поршневої групи, дизельної паливної апаратури та змащувальної системи двигуна. Встановлено, що основним параметром, що характеризує ефективність передпускової підготовки системи мащення, являється тиск в масляній магістралі. Наявність 1% води в паливі збільшує інтенсивність зношування плунжерних пар приблизно в 1,6 рази.*

*Проведенные исследования диагностирования цилиндрично-поршневой группы, топливной аппаратуры и смазочной системы двигателя. Установлено, что основным параметром, характеризующим эффективность предпусковой подготовки системы смазки, является давление в масляной магистрали. Наличие 1% воды в топливе увеличивает интенсивность износа плунжерных пар примерно в 1,6 раза.*

Технологія виробництва сільськогосподарської продукції у визначальній мірі базується на застосуванні мобільних енергетичних засобів: тракторів, самохідних шасі, комбайнів і автомобілів, оснащених у своїй більшості дизельними двигунами і що є одними з основних споживачів нафтопродуктів в країні.

Результати напрацювання повністю плунжерних пар ПНВД експлуатованих в господарствах представлені на рис. 1. В результаті спостереження встановлено, що напрацювання ПНВД повністю в умовах рядової експлуатації машинно-тракторного парку низьке і знаходиться в межах 692-710 мото-год. У паливній апаратурі найбільш слабким вузлом є плунжерна пара, її відмови складають близько 27 %.

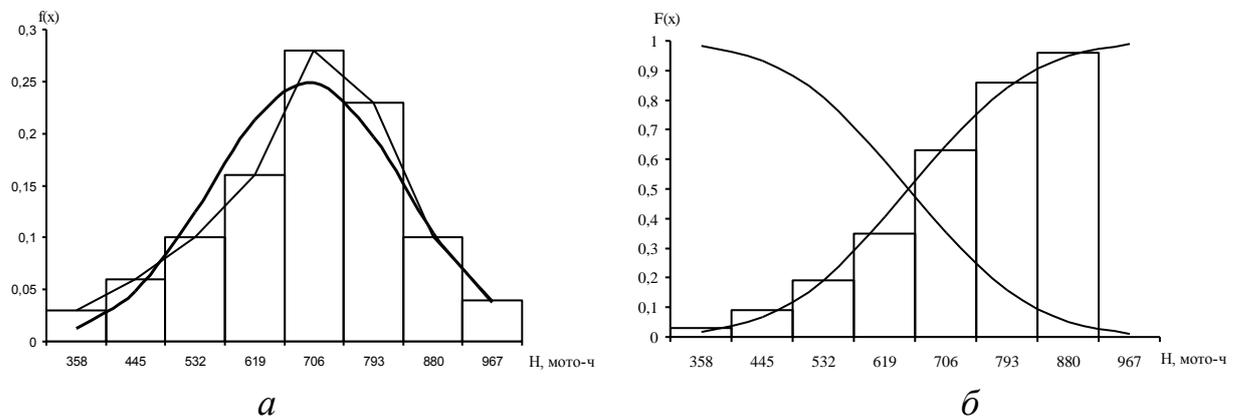


Рис. 1. Диференціальна (а) і інтегральна (б) функції розподілу напрацювання ТНВД повністю ( $V = 0,33$ ;  $\bar{N} = 696$  мото-год,  $\sigma = 139$  мото-год)

За відсутності вільної води і абразиву, спостерігається незначне зношування плунжерних пар, навіть при напрацюванні за такий малий час. Це можна пояснити тим, що в перші години роботи плунжерних пар в сполученні плунжер втулка спостерігається перерозподіл мікрореформацій і виникає так званий припрацювальний знос. Аналізуючи отримані експериментальні дані, можна зробити висновок, що наявність 1% води в паливі збільшує інтенсивність зношування плунжерних пар приблизно в 1,6 рази.

Основним параметром, що характеризує ефективність передпускової підготовки системи мащення, являється тиск в масляній магістралі. З рис. 2 видно, що з пониженням температури масла, збільшується тиск масла в магістралі.

Екстраполяція цього графіку показує, що при температурі масла  $0^{\circ}\text{C}$  тиск до кінця прокачування складає біля 0,15 МПа. Також на цьому графіку приведена крива, що описує тиск на виході масляного насоса, отримана по результатам стендових досліджень з імітацією низькотемпературного

режиму роботи двигуна. Підвищений тиск при нижчих температурах пов'язаний зі збільшенням загального гідравлічного опору системи мащення. При цьому відповідно збільшуються втрати тиску при проходженні каналів і фільтрів.

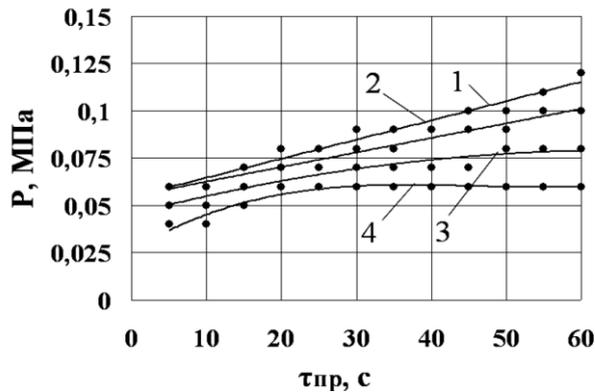


Рис. 2. Залежність тиску в головній масляній магістралі двигуна КАМАЗ 740.62-280 від часу прокачування  $t_{np}$  при різній температурі масла в картері двигуна  $t_m$ : 1 - 25°C; 2 - 35°C; 3 - 55°C; 4 - 80°C

Основні результати стендових (рис. 3) і експлуатаційних досліджень.

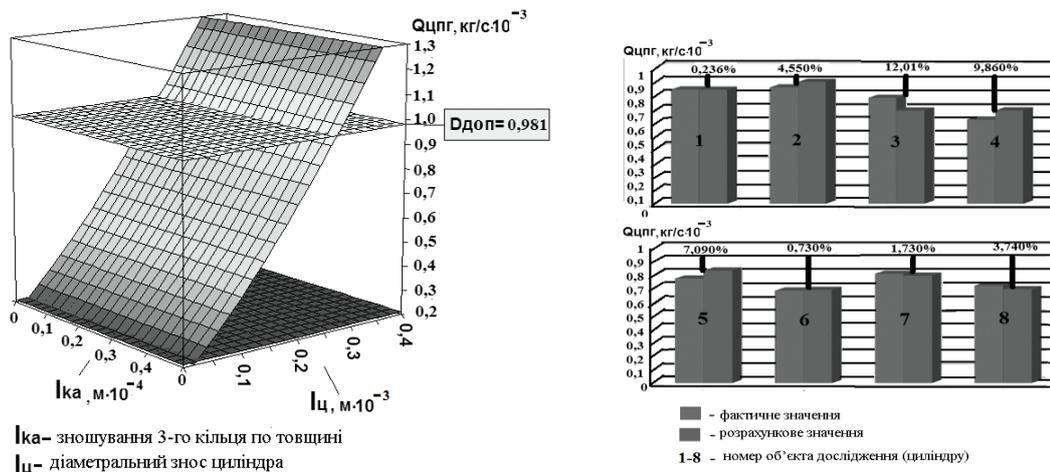


Рис. 3. Залежність РГФП ( $Q_{цпг}$ ) від зносів деталей ЦПГ і перевірка збіжності розрахункових і досвідчених (з урахуванням поправочного коефіцієнта  $KI-13671 K = 1,73$ ) його значень, отриманих по закінченню стендових досліджень

З рис. 3 видно, що в більшості випадків теоретичні та досвідчені значення РГФП мають розбіжності, які не перевищують 10%. Розбіжність значень в об'єкті № 3 на 12,01 % було викликано заклинюванням верхнього компресійного ПК в канавці поршня. Цей факт свідчить про те, що запропонований ДП чутливий не тільки до зносу деталей ЦПГ, але і до інших її дефектів, що згодом підтвердилося в процесі експлуатаційних досліджень.

## **Література:**

1. Джонсон Д. Механика контактного взаимодействия / Д. Джонсон. - М.: Мир, 1989. – 321 с.
2. Бабусенко С.М. Ремонт тракторов и автомобилей / С.М. Бабусенко. - М.: Агропромиздат, 1987. - 351с.
3. Бабусенко С.М. Современные способы ремонта машин / С.М. Бабусенко, В.А. Степанов. – М.: Колос, 1977. - 271 с.
4. Кугель Р.В. Эксплуатационная надежность тракторов. Зарубежная информация / Р.В. Кугель. - М., Агропромиздат, 1990. – 256 с.
5. Архипов В.С. Основные направления работ по повышению эксплуатационной надежности сельскохозяйственных тракторов / В.С. Архипов и др. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 1993, №12. – С. 23 – 31.
6. Михлин В.М. Прогнозирование технического состояния машин / В.М. Михлин. - М.: Колос, 1976. – 125 с.
7. Семейкин В.А. Эффективность технического обслуживания машинотракторного парка и автомобилей. М.: Россельхозиздат, 1987. – 189 с.

## **DIAGNOSTICS CYLINDER-PISTON GROUPS AND INCREASE THE DURABILITY OF DIESEL FUEL EQUIPMENT AND LUBRICATING ENGINE SYSTEM**

*Mardoyan A.L., Marchenko D.D.*

*Brought research diagnosing cylinder-piston group of diesel fuel and lubricating systems reparatory engine. It was established that the main parameter that characterizes the efficiency lubrication system pre-training, is the pressure in the oil line. The presence of 1% water in the fuel increases the intensity of wear plunger approximately 1,6 times.*

**УДК 631.331:635.61**

## **ОБґРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КОПАЧА ЦИБУЛІ**

*П.С. Железняк, студент групи ЗМ 6/1*

*Науковий керівник – к.т.н., доцент О.В. Бондаренко*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Запропонована схема копача цибулі. Проведена методика розрахунку.*

*Предложена схема копача лука. Проведена методика расчета.*

Створення машин для заміни ручної праці на прибиранні лука, що забезпечують отримання якісної продукції при мінімальних трудовитратах, стримується відставанням в розробці робочих органів для збирання дрібних коренебульбоплодів в широкому діапазоні ґрунтового-кліматичних умов, що задовольняють агротехнічним вимогам. Серійні і дослідні зразки цибулезбиральних машин при прибиранні цибулі-ріпки не відповідають агротехнічним вимогам, оскільки в процесі викопування пасивними викопуючими робочими органами на сепаруючі пристрої разом з

цибулинами поступає велика кількість ґрунтових домішок, що знижує якісні показники укладеного у валяння цибулі.

На підставі раніше проведених досліджень нами запропонована конструкція викопуючого пристрою (рис. 1), що складається з чотиригранного валу 1, бітера 2 з еластичними лопатями 3, заглиблювача 4 і диска 5.

Технологічний процес тієї, що викопування цибулі-ріпки запропонованим викопуючим пристроєм протікає таким чином.

При поступальній ході копача заглиблений чотиригранний вал 1, за допомогою заглиблювачів 4, підкопує шар ґрунту, що містить цибулини, піднімає його і руйнує, а у момент сходу цибуле-ґрунтової маси з чотиригранного валу 1 ґрунт частково обсипається і передається на приймальний транспортер. Для запобігання намотуванню на заглиблювач 4 рослинних домішок перед ними встановлені диски 5, а для запобігання згружування і зменшення пошкодження цибулин над чотиригранним валом 1 встановлений бітер 2, який впливає на цибуле-ґрунтову масу.

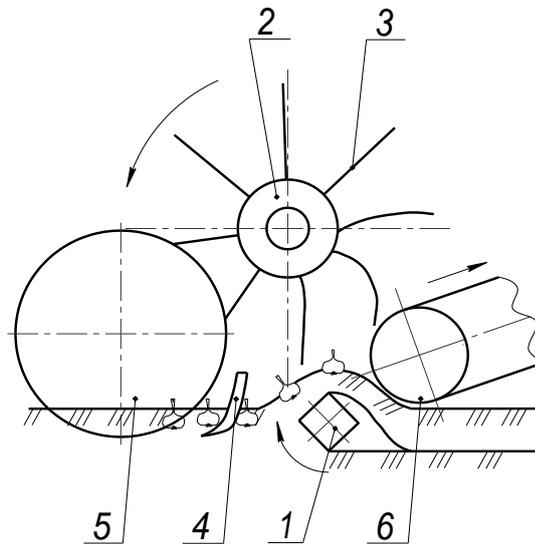


Рис. 1. Схема конструкції викопуючого пристрою:

- 1 – чотиригранний вал; 2 – бітер; 3 – лопаті еластичні; 4 – заглиблювач;  
5 – диски; 6 – приймальний транспортер

При визначенні конструктивних і режимних параметрів параметрів викопуючого пристрою були прийняті наступні основні допущення: агрегат рухається рівномірно і прямолінійно; робочі органи обертаються з постійною кутовою швидкістю; висота розташування робочих органів щодо поверхні поля в процесі не міняється.

На рис. 2 цибулина знаходиться в западині між вальцями, що обертаються. Залежно від співвідношення зазору  $b$  між зовнішньою кромкою чотиригранного валу і приймальним транспортером і їх діаметрами  $d_{ч.в}$  і  $D$  з діаметром цибулини  $d_н$  цибулина відкидатиметься або переміщатиметься далі

на приймальний транспортер. Цибулина переміщатиметься при вугіллі нахилу дотичної СС в точці  $M_2$ , меншим або рівнішим куту тертя.

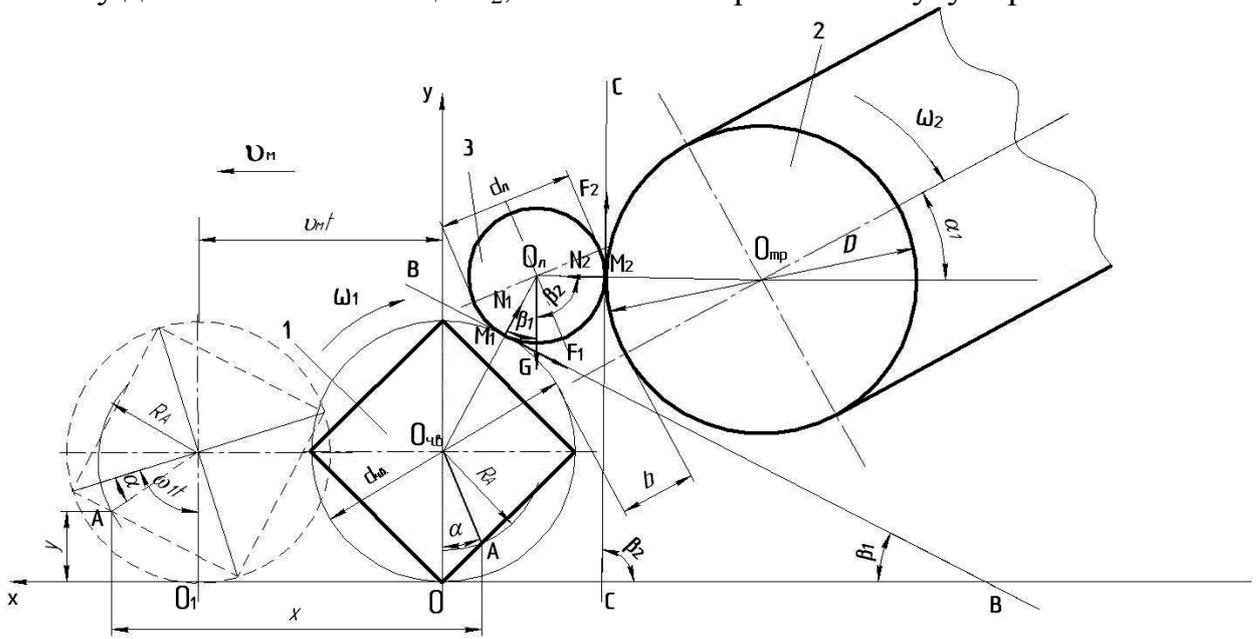


Рис. 2. Схема взаємодії цибулини з чотиригранним валом і приймальним транспортером викопуючого пристрою:

1 – вал чотиригранний; 2 – вал приймального транспортера; 3 – цибулина

З рис. 2 умова, при якій цибулина повинна переміститися на приймальний транспортер запишеться як

$$\frac{D + d_{ч.в}}{2} + b = \frac{D + d_{л}}{2} \sin(\beta_2 - \alpha_1) + \frac{d_{ч.в} + d_{л}}{2} \sin(\beta_1 + \alpha_1), \quad (1)$$

де  $D$  – діаметр валу приймального транспортера, м;

$d_{ч.в}$  – діаметр чотиригранного валу, м;

$\beta_1$  – кут похилої площини ВВ до горизонталі, град;

$\beta_2$  – кут похилої площини СС до горизонталі, град;

$b$  – відстань між зовнішньою кромкою чотиригранного валу і приймальним транспортером, м.

З виразу (1) визначимо зазор між зовнішньою кромкою чотиригранного валу і приймальним транспортером:

$$b = \frac{D + d_{л}}{2} \sin(\beta_2 - \alpha_1) + \frac{d_{ч.в} + d_{л}}{2} \sin(\beta_1 + \alpha_1) - \frac{D + d_{ч.в}}{2}. \quad (2)$$

Розроблена схема викопуючого пристрою копача лука який дозволяє підвищити продуктивність збиральної машини і якість продукції. Обґрунтовано конструктивні і режимні параметри.

## Література

1. Кленин И.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / И.И. Кленин, В.А. Сакур // – 3-е изд., перераб. и дополн. – М.: Колос, 1994. – 751 с.

2. Летошнев М.Н. Сельскохозяйственные машины. Теория, расчет,

проектирование и испытание / М.Н. Летошнев // – 2-е изд., перераб. и дополн. – М.; Л.: Гос. изд-во с.-х. лит., 1995. – 764 с.

## **GROUND OF STRUCTURALLY-TECHNOLOGICAL PARAMETERS SOWING LUKE**

*P.S. Zheleznyak, O.V. Bondarenko*

*The chart of bow is offered. The method of calculation is conducted*

**УДК 631.355**

### **ОБГРУНТУВАННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ КОПАЧА КОРЕНЕПЛОДІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ**

*Макаренко О.С., студент групи ЗМ 6/1*

*Науковий керівник – к.т.н., доцент О.В. Бондаренко*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Запропонована нова конструкція копача коренеплодів цукрових буряків. Обґрунтовано робочі режими роботи копача.*

*Предложенная новая конструкция копателя корнеплодов сахарной свеклы. Обоснованы рабочие режимы работы копателя.*

Збирання є однією з найбільш трудомістких операцій при обробітку цукрового буряка. Початок збирання цукрового буряка залежить від біологічних чинників її розвитку, погодних умов, готовності збиральних, навантажувальних і транспортних засобів, термінів пуску цукрових заводів. Збирання доводиться на осінні місяці в цей час йде інтенсивний ріст коренеплодів і накопичення в них цукру, але складність полягає в тому що цей період характеризується підвищеною вологістю ґрунту. Бурякозбиральні машини при цьому втрачають працездатність із-за налипання частинок ґрунту на робочі органи. Збільшуються ушкодження і втрати коренеплодів, а також їх забрудненість.

Проведений огляд робочих органів бурякозбиральних машин показав, що більше працездатними в умовах підвищеної вологості ґрунту є лемішні робочі органи, які використовуються на багатьох зарубіжних комбайнах, а останнім часом і на вітчизняних. Для роботи в цих умовах дискові копачі і вильчасті необхідно доукомплектувати складними механізмами очищення робочих органів. Лемішні вібраційні копачі працюючі в трьох площинах, забезпечують найбільш якісне руйнування зв'язків коренеплоду з ґрунтом, проте в цьому випадку збільшується ширина русла, а отже збільшується об'єм ґрунту, що сепарується, що у свою чергу може викликати ушкодження коренеплодів.

Тому розробка вискоєфективних бурякозбиральних машин для сільськогосподарських товаровиробників, спрямована на підвищення якості коренеплодів при збиранні цукрового буряка в умовах підвищеної вологості ґрунту, є дуже актуальним завданням.

Для усунення недоліків в роботі вібраційного копача, що проявляються в умовах підвищеної вологості ґрунту нами запропонований долотоподібний вібраційний копач коренеплодів (рис. 1), принцип роботи якого полягає в наступному: привід робочих органів здійснюється від валу відбору потужності трактора через кривошипний механізм 2 і шатун 3, передається обертальний рух на провідну зірочку 4, сполучену за допомогою ланцюгової передачі 5 з веденою зірочкою 6, а з неї на вузол вібрації 7. При русі агрегату по рядку здійснюється викопування коренеплодів, при цьому передня частина робочого органу, виконана у вигляді двох долотоподібних розпушувачів 9, розпушує ґрунт, а робоча і задня частина копача, виконана у вигляді прутків 10, робить витягання коренеплодів і сепарацію ґрунту. Зниження площі контакту робочої частини копача з ґрунтом сприяє підвищенню його працездатності в умовах підвищеної вологості. Вузол вібрації, виконаний у вигляді коливної шайби, забезпечує збільшення амплітуди коливання в подовжній, поперечній і вертикальній площинах.

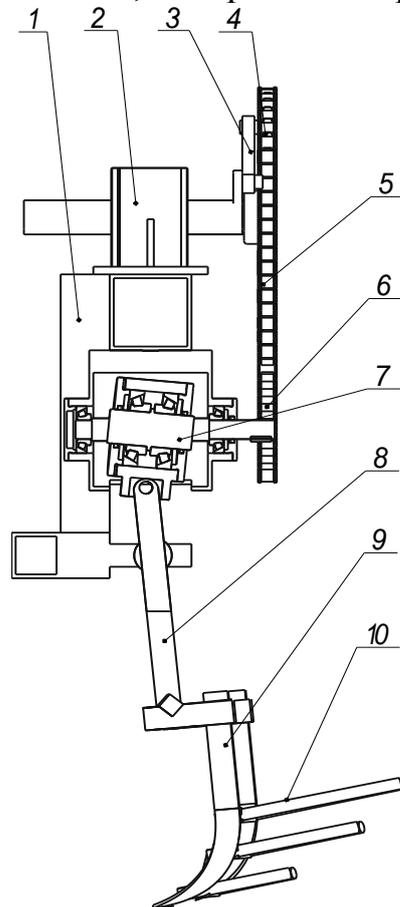


Рис. 1. Вібраційний, що копає коренеплодів:  
 1 – рама; 2 – кривошипний механізм; 3 – шатун; 4 – привідна зірочка;  
 5 – ланцюг; 6 – ведена зірочка; 7 – вузол вібрації; 8 – шатун;  
 9 – долотоподібна стійка; 10 – пруток

Для ефективної роботи представленого вібраційного копача необхідно оптимізувати його режими.

Переміщення точки передньої частини робочого органу (рис. 2) можна виразити рівняннями:

$$\begin{cases} x = vt + a \sin \beta + b_1 \cos \omega t; \\ y = a \cos \beta + b_2 \cos \omega t; \\ z = b_3 \sin \omega t. \end{cases} \quad (1)$$

де  $v$  – швидкість машини, м/с;  
 $\omega$  – кутова швидкість, рад/с;  
 $a$  – відстань від передньої частини робочого органу до осі рядка, м;  
 $b_1, b_2, b_3$  – амплітуда коливання в напрямі  $ox, oy, oz$ , м;  
 $t$  – час, с;  
 $\beta$  – кут повороту робочого органу, рад.

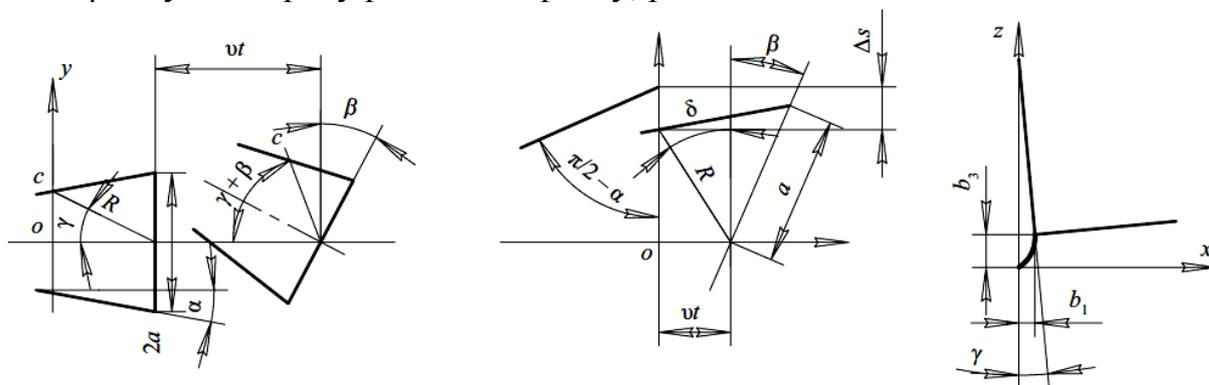


Рис. 2. Кінематика руху робочого органу

Переміщення будь-якої точки робочого русла описується системою рівнянь

$$\begin{cases} x = vt + R \cos \varphi - R \cos(\beta + \varphi) + b_1 \cos \omega t; \\ y = R \sin(\beta + \varphi) + b_2 \cos \omega t; \\ z = R \frac{\cos \varphi}{\cos \alpha} \sin \omega t. \end{cases} \quad (2)$$

де  $l$  – довжина прутка робочого органу, м;  
 $\gamma$  – кут нахилу робочого органу у вертикальній площині, паралельній руху агрегату, град;  
 $\varphi$  – кут між віссю рядка і віссю, що проходить через центр обертання копача і точку робочого русла, град.  
 Кут  $\beta$  визначувавший через кутову швидкість  $\omega$ , радіус кривошипа  $r$  і відстань від точки кріплення робочого органу  $L$  (див. рис. 1).

Уявимо, що  $K = R / L$ , отже

$$\begin{aligned} \sin \beta &= K \sin \omega t \left(1 + K^2 \sin^2 \omega t\right)^{-1/2}; \\ \cos \beta &= \left(1 + K^2 \sin^2 \omega t\right)^{-1/2}. \end{aligned} \quad (3)$$

Швидкість і прискорення передньої частини робочого органу:

$$\begin{cases} \dot{x} = v + a(\sin \beta) - b_1 \omega \cos \omega t; \\ \dot{y} = a(\cos \beta) - b_2 \omega \sin \omega t; \\ \dot{z} = b_3 \omega \cos \omega t. \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} \ddot{x} = a(\sin \beta) - b_1 \omega^2 \cos \omega t; \\ \ddot{y} = a(\cos \beta) - b_2 \omega \sin \omega t; \\ \ddot{z} = -b_3 \omega^2 \cos \omega t. \end{cases} \quad (5)$$

Швидкість і прискорення будь-якої точки робочого русла:

$$\begin{cases} \dot{x} = v + R \cos \varphi (\cos \beta) + R \sin \varphi (\sin \beta) - b_1 \omega \cos \omega t; \\ \dot{y} = R \sin \varphi (\cos \beta) + R \cos \varphi (\sin \beta) - b_2 \omega \sin \omega t; \\ \dot{z} = R \omega \frac{\cos \varphi}{\cos \alpha} \cos \omega t. \end{cases} \quad (6)$$

$$\begin{cases} \ddot{x} = -R \cos \varphi (\cos \beta) + R \sin \varphi (\sin \beta) + b_1 \omega^2 \cos \omega t; \\ \ddot{y} = R \sin \varphi (\cos \beta) + R \cos \varphi (\sin \beta) - b_2 \omega \sin \omega t; \\ \ddot{z} = -R \omega^2 \frac{\cos \varphi}{\cos \alpha} \cos \omega t. \end{cases} \quad (7)$$

$$\text{де } \sin \beta = (1 + K^2 \sin^2 \omega t)^{2/3} K \omega \cos \omega t;$$

$$\cos \beta = -K^2 \omega^2 (1 + K^2 \sin^2 \omega t)^{2/3} \sin \omega t \cos \omega t;$$

$$\sin \beta = -\frac{K^2 \omega^2 [1 + K^2 (3 - 2 \sin^2 \omega t)] \sin \omega t}{\sqrt{(1 + K^2 \sin^2 \omega t)^5}};$$

$$\cos \beta = -\frac{K^2 \omega^2 [\cos 2\omega t - K^2 (1 + 2 \cos^2 \omega t) \sin^2 \omega t]}{\sqrt{(1 + K^2 \sin^2 \omega t)^5}}.$$

Аналіз рівнянь показує, що у міру видалення точок робочої поверхні від точки О зростають амплітуди коливання в усіх трьох площинах. Швидкість і прискорення робочих поверхонь істотно зростають, що свідчить про високі динамічні показники робочого органу.

### Література

1. Брей, В.В. Исследование и разработка процесса извлечения из почвы корней сахарной свеклы: автореф. дис.... канд. техн. наук 05.06.01 / В.В. Брей. — Киев, 1972. — 31 с.
2. Дробышев, И.А. Повышение эффективности использования свеклокопателя путем разработки лемешного вибрационного копача:

автореф. дис.... канд. техн. наук 05.20.01, 05.20.03 / И.А. Дробышев. — Мичуринск, 2005. — 28 с.

## **OBGRUNTUVANNYA WORKING REZHIMIV VIBRATSIYNOGO SHARELIFTER KORENEPLODIV SUGAR BEETS**

*Makarenko O.S. O.V. Bondarenko*

*The proposed new construction digger sugar beet. Justified the operation modes of the digger.*

**УДК 631.431**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЯГОВОГО ОПОРУ РОБОЧИХ ОРГАНІВ КОМБІНОВАНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО ЗНАРЯДДЯ**

*Македонський В.О., студент групи ЗМ 6/1*

*Науковий керівник – к.т.н., доцент О.В. Бондаренко*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Запропонована нова конструкція комбінованого знаряддя для дрібного осіннього смугового обробітку ґрунту. Досліджено тяговий опір робочих органів та їх складові.*

*Предложена новая конструкция комбинированного орудий для мелкого осеннего полосового возделывания почвы. Исследовано тяговое сопротивление рабочих органов и их составляющие.*

Забезпечення оптимальних властивостей ґрунту багато в чому визначається ефективністю її розуцільнення в осінньо-зимовий період. Це досягається осіннім механічним обробітком ґрунту з тим, що подальшим її природнім розуцільненням промороженням за наявності необхідної кількості вологи.

Ефективним сучасним видом осінньої механічного обробітку ґрунту з мінімальним рівнем механічної дії є дрібний суцільний обробіток, що розуцільнює верхній, найбільш ущільнений, шар ґрунту. Для реалізації цього способу не завжди застосовні, при дрібному осінньому обробітку ґрунту, існуючі схеми виконуваних профілів оброблюваних інтервалів і відповідні сільськогосподарські машини та знаряддя. Тому дослідження, спрямовані на підвищення ефективності процесу того розуцільнення ущільненого ґрунту комбінованим знаряддям при дрібному осінньому смуговому обробітку ґрунту та подальшого природного розуцільнення промороженням, є актуальними і мають важливе наукове та господарське значення.

З метою зниження енергоємності технологічного процесу затримання вологи у верхніх шарах ґрунту, шляхом нарізання розпушеної смуг, що мають V-подібні та прямокутні перерізи нижньої і верхньої половин цієї

смуги відповідно, нами розроблена конструктивна схема комбінованого ґрунтообробного знаряддя, загальний вид якого наведено на рис. 1.

Запропоноване комбіноване знаряддя складається з рами 1, опірно-регулювальних коліс 2, право- і лівообробних лемешів 3, розміщених в два ряди в шаховому порядку. Позаду і збоку лемешів розміщені однобічні розпушувальні лапки 4. Ззаду знаряддя шарнірно кріпиться каток 5 з розпушувально-мульчуючими елементами 6.

Технологічний процес роботи запропонованого комбінованого знаряддя здійснюється таким чином. При русі перший ряд правообробних похилих лемешів 3 і вслід рухаючий перший ряд однобічно-розпушуючих лапок 4, підрізає і розпушує шар ґрунту на встановлену глибину, формуючи ліві бічні стінки розпушуваних смуг. Вслід за першими рядами правообробних лемешів 3 і однобічно-розпушуючих лапок 4, просуваються другі ряди лівообробних лемешів і однобічних-розпушуючих лапок, що формують праві стінки розпушуваних смуг. Каток 5, своїми розпушувально-мульчуючими елементами 6, кришить великі грудки на розпушених ділянках, подрібнює та перемішує солому з ґрунтом на нерозпушених ділянках, утворюючи при цьому вирівняний мульчований шар ґрунту.

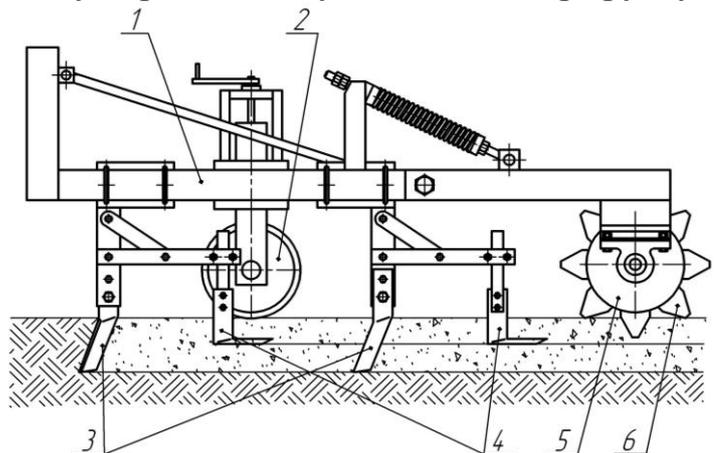


Рис. 1. Схема запропонованого комбінованого знаряддя для дрібного осіннього смугового обробітку:

1 – рама; 2 – колесо опірно-регулювальне; 3 – лемеші похилі право- і лівообертові; 4 – лапки односторонні розпушувальні; 5 – каток; 6 – елемент розпушувально-мульчуючий

Тяговий опір переднього похилого лемеша

$$P_{ОПЛ} = P'_{ПЛ} + P''_{ПЛ}, \quad (1)$$

де  $P'_{ПЛ}$  – тяговий опір верхньої частини до лінії сколу, Н;

$P''_{ПЛ}$  – тяговий опір нижньої частини похилого лемеша, нижче лінії сколу, Н.

Тяговий опір верхньої частини до лінії сколу

$$P'_{ПЛ} = P'_{лез} + P'_{деф} + P'_{инр}, \quad (2)$$

де  $P'_{лез}$  – зусилля на різання лезом, Н;

$P'_{деф}$  – зусилля на деформацію і сколювання, Н;

$P'_{инр}$  – зусилля на подолання інерції шару ґрунту, Н.

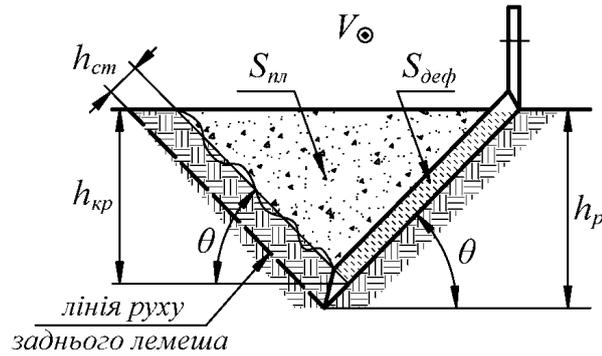


Рис. 2. Схема параметрів розпушеного шару

Складові тягового опору верхньої частини переднього лемеша, з урахуванням конструктивно-технологічних параметрів (рис. 2) і експериментально певних властивостей ґрунту визначаються виразами:

$$P'_{лез} = \int_0^{h_{кр}} \left( 2 + 57,7 \cdot h_i - 21,2 \cdot h_i^2 \right) \cdot 10^6 \cdot s \cdot \cos \beta' \cdot \frac{dh}{\sin \nu \cdot \sin \theta}, \quad (3)$$

де  $h_{кр}$  – глибина ходу різальної кромки, де спостерігається скол ґрунту, м;  
 $h_i$  –  $i$ -а глибина ґрунтового шару, м;  
 $s$  – товщина різальної кромки похилого лемеша, м;  
 $\beta'$  – робочий кут кришіння похилого лемеша, град;  
 $\nu$  – кут постановки похилого лемеша до напрямку руху, град;  
 $\theta$  – кут нахилу лемеша в поперечній площині, град;

$$P'_{деф} = \tau \cdot \frac{\cos \varphi \cdot \sin(\beta' + 2\varphi')}{\cos \varphi' \cdot \cos\left(\frac{\beta' + \varphi + \varphi'}{2}\right)} \cdot \frac{h_{кр} \cdot b \cdot \sin \beta'}{\sin \theta \cdot \sin \nu}, \quad (4)$$

де  $\tau$  – гранична напруга сколюванню (зрушенню), Н/м<sup>2</sup>;  
 $\varphi$  – кут внутрішнього тертя ґрунту, град;  
 $\varphi'$  – кут тертя ґрунту об сталь, град;  
 $b$  – ширина похилого лемеша, м;

$$P'_{инр} = \frac{h_{кр}^2 \cdot tg \theta \cdot \rho \cdot V^2 \cdot \sin^2 \nu \cdot \left( \sin \beta + tg \varphi' \cdot \sin \nu (ctg^2 \nu + \cos \beta) \right)}{(ctg \beta - tg \varphi' \cdot \sin \nu)}, \quad (5)$$

де  $\rho$  – щільність ґрунту, кг/м<sup>3</sup>;  
 $V$  – швидкість руху похилого лемеша, м/с;  
 $\beta$  – конструктивний кут кришіння похилого лемеша, град.  
 Тяговий опір нижньої частини похилого лемеша

$$P''_{ПЛ} = P''_{лез} + P''_{деф}, \quad (6)$$

де  $P''_{лез}$  – зусилля на різання лезом, Н;  
 $P''_{деф}$  – зусилля на деформацію (зім'яття), Н.

Складові тягового опору нижньої частини переднього лемеша відповідно визначаються виразами:

$$P''_{лез} = \int_{h_{кр}}^{h_p} (2 + 57,7 \cdot h_i - 21,2 \cdot h_i^2) \cdot 10^6 \cdot s \cdot \cos \beta' \cdot \frac{dh}{\sin \nu \cdot \sin \theta}, \quad (7)$$

$$P''_{деф} = \frac{q \cdot b^2 \cdot (h_p - h_{кр}) \cdot \sin \beta' \cdot \sin(\beta' + \varphi)}{6 \cdot \sin^2 \nu \cdot \sin \theta \cdot \cos \varphi}, \quad (8)$$

де  $h_p$  – максимальна глибина ходу різальної кромки, м;  
 $q$  – коефіцієнт об'ємного зім'яття ґрунту, Н/м<sup>3</sup>.

Задній похилий леміш розпушує ґрунт, зрізуючи стружку завтовшки  $h_{см}$  (рис. 3.2), при цьому його тяговий опір визначається виразом

$$P_{ЗПЛ} = P_{лез} + P_{деф} + P_{ін}, \quad (9)$$

де  $P_{лез}$  – зусилля на різання лезом, Н;

$P_{деф}$  – зусилля на деформацію і сколювання, Н;

$P_{ін}$  – зусилля на подолання інерції пласта ґрунту, Н.

Враховуючи особливості роботи заднього лемеша, складові тягового опору визначаються виразами:

$$P_{лез} = \int_0^{h_p} (2,98 \cdot h_i - h_i^2) \cdot 10^6 \cdot s \cdot \cos \beta' \cdot \frac{dh}{\sin \nu \cdot \sin \theta}, \quad (10)$$

$$P_{деф} = \tau \cdot \frac{\cos \varphi \cdot \sin(\beta' + 2\varphi')}{\cos \varphi' \cdot \cos\left(\frac{\beta' + \varphi + \varphi'}{2}\right)} \cdot \frac{h_p \cdot h_{см}}{\sin \nu \cdot \sin \theta}, \quad (11)$$

$$P_{ін} = \frac{V^2 \cdot \rho \cdot \sin^2 \nu \cdot (\sin \beta + \operatorname{tg} \varphi' \cdot \sin \nu (\operatorname{ctg}^2 \nu + \cos \beta))}{\operatorname{ctg} \beta - \operatorname{tg} \varphi' \cdot \sin \nu} \cdot \frac{h_p \cdot h_{см}}{\sin \nu \cdot \sin \theta}. \quad (12)$$

Односторонню розпушувальну лапку утворюють дві робочі поверхні (рис. 3), тому її загальний тяговий опір

$$P_{лан} = P'_{лан} + P''_{лан}, \quad (13)$$

де  $P'_{лан}$  – опір вертикальної робочої частини односторонньої розпушувальної лапки, Н;

$P''_{лан}$  – опір горизонтальної робочої частини односторонньої розпушувальної лапки, Н.

Опір  $P'_{лан}$  вертикальної робочої частини однобічної розпушувальної лапки, працюючої як двогранний клин, визначиться виразом

$$P'_{лан} = P'_{лез.л} + P'_{деф.л} + P'_{инр.л}, \quad (14)$$

де  $P'_{лез.л}$  – опір різанню лезом вертикальної робочої частини однобічної розпушувальної лапки, Н;

$P'_{деф.л}$  – опір деформації вертикальній робочій частині однобічної розпушувальної лапки, Н;

$P'_{инр.л}$  – опір інерції пласта ґрунту від вертикальної робочої частини односторонньої розпушувальної лапки, Н.

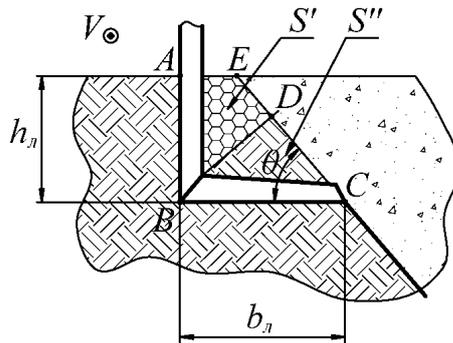


Рис. 3. Схема до визначення площі сколу ґрунту односторонньою розпушувальною лапкою

З урахуванням геометричних параметрів однієї розпушувальної лапки та твердості ґрунту, що реально змінюється, по глибині, складові опори вертикальної робочої поверхні лапки визначаються по виразах:

$$P'_{лез.л} = \int_0^{h_л} (2 + 57,7 \cdot h_i - 21,2 \cdot h_i^2) \cdot 10^6 \cdot s_л \cdot \cos \beta'_л \cdot dh; \quad (15)$$

$$P'_{деф.л} = \tau \cdot \frac{\cos \varphi \cdot \sin(\beta'_л + 2\varphi')}{\cos \varphi' \cdot \cos\left(\frac{\beta'_л + \varphi + \varphi'}{2}\right)} \cdot \frac{4 \cdot h_л \cdot b_л - 2 \cdot h_л^2 \cdot ctg \theta - b_л^2 \cdot tg \theta}{4}; \quad (16)$$

$$P'_{инр.л} = \frac{4 \cdot h_л \cdot b_л - 2 \cdot h_л^2 \cdot ctg \theta - b_л^2 \cdot tg \theta}{4} \cdot \rho \cdot V^2 \sin \beta'_л \cdot tg(\beta'_л + \varphi'), \quad (17)$$

де  $h_л$  – глибина розпушування однією розпушувальною лапкою, м;

$s_л$  – товщина різальної кромки леза лапки, м;

$\beta'_л$  – робочий кут кришіння вертикальної робочої поверхні односторонньої розпушувальної лапки, град;

$\rho$  – щільність ґрунту, кг/м<sup>3</sup>;

$b_л$  – ширина захвату однієї розпушувальної лапки, м;

$V$  – швидкість руху лапки, м/с.

Опір  $P''_{лап}$  горизонтальної робочої частини однієї розпушувальної лапки, працюючої як тригранний клин з горизонтально розташованою різальною кромкою, визначиться виразом

$$P''_{лап} = P''_{лез.л} + P''_{деф.л} + P''_{ин.л}, \quad (18)$$

де  $P''_{лез.л}$  – опір різанню лезом горизонтальної робочої частини однієї розпушувальної лапки, Н;

$P''_{деф.л}$  – опір деформації горизонтальній робочій частині однієї розпушувальної лапки, Н;

$P''_{ин.л}$  – опір інерції шару ґрунту від горизонтальної робочої частини однієї розпушувальної лапки, Н.

З урахуванням конструктивно-технологічних параметрів однобічної розпушувальної лапки та експериментальних даних зміни твердості ґрунту по глибині, складові опори горизонтальної робочої поверхні лапки визначаються по виразах

$$P''_{\text{лез.л}} = (2 + 57,7 \cdot h_i - 21,2 \cdot h_i^2) \cdot 10^6 \cdot \frac{b_l}{\sin v_l} \cdot s_l \cdot \cos \beta', \quad (19)$$

$$P''_{\text{деф.л}} = \tau \cdot \frac{\cos \varphi \cdot \sin(\beta'_l + 2\varphi')}{\cos \varphi' \cdot \cos\left(\frac{\beta'_l + \varphi + \varphi'}{2}\right)} \cdot \frac{1}{4} \cdot b_l^2 \cdot \text{tg} \theta, \quad (20)$$

$$P''_{\text{ін.л}} = \frac{b_l^2 \cdot \text{tg} \theta}{4} \cdot \frac{\rho \cdot V^2 \cdot \sin^2 v_l \cdot (\sin \beta''_l + \text{tg} \varphi' \cdot \sin v_l (ctg^2 v_l + \cos \beta''_l))}{(ctg \beta''_l - \text{tg} \varphi' \cdot \sin v_l)}. \quad (21)$$

де  $v_l$  – кут в плані односторонньої розпушувальної лапки, град;  
 $\beta''_l$  – робочий кут кришіння вертикальної робочої поверхні односторонньої розпушувальної лапки, град.

Дані досліджень показують, що при збільшенні робочої швидкості тяговий опір похилих лемешів і однобічних розпушуючих лапок збільшуються по нелінійній залежності. Більша частина енерговитрат доводиться на передній ряд похилих лемешів у складі комбінованого знаряддя. На основній робочій швидкості (2,12 м/с) тяговий опір переднього похилого лемеша при глибині розпушування 0,16 м складає 1400 Н.

На задній похилій леміш доводиться менше енерговитрат, оскільки він рухається в ґрунті, частково обробленому переднім похилим лемешем. Його тяговий опір на основній робочій швидкості при глибині розпушування 0,16 м склало 825 Н.

На однобічну розпушувальну лапку доводиться менше всього енерговитрат: на глибині розпушування 0,08 м її тяговий опір на основній робочій швидкості склав 510 Н.

## Література

1. Савельев Ю.А. Осенью – полосовое рыхление / Ю.А. Савельев, П.А. Ишкин // Сельский механизатор, 2007. – № 10. – С. 20.
2. Ишкин П.А. Повышение эффективности разуплотнения почвы комбинированным орудием при мелкой осенней полосовой обработке: автореф. дис. канд. техн. наук / П.А. Ишкин. Пенза, 2008. – 19 с.

## RESEARCH OF HAULING RESISTANCE OF WORKING ORGANS OF THE COMBINED INSTRUMENTS IS FOR TILL OF SOIL

*Makedons'kyu V.O., O.V. Bondarenko*

*The offered new construction of the combined instruments is for shallow autumn band till of soil. Hauling resistance of working organs and their constituents are investigational.*

УДК 631.355

## ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ШНЕКА-МОТОВИЛА ДЛЯ ЗБИРАННЯ СОНЯШНИКУ

*Чопко О.П., студент групи ЗМ 6/1*

*Науковий керівник – к.т.н., доцент О.В. Бондаренко*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Запропонована конструкція пристрою для збирання соняшнику. Наведені результати експериментальних досліджень*

*Предложенная конструкция устройства для сбора подсолнуха. Приведенные результаты экспериментальных исследований*

Традиційно первинною олійною культурою є соняшник. Відносно висока прибутковість цієї культури, зростаючі об'єми переробки, експортна привабливість привели до того, що в Україні посівні площі під соняшником в останні десятиліття постійно розширювалися.

Сучасні технічні засоби для збирання соняшнику засновані на взаємодії робочих органів із стеблестоем за допомогою гачків і транспортерів – адаптери ПСП (Falkom), НАШ, ПЗС, Geringoff, Oros, Gressoni, Quasar, G H2 і їх модифікації, за допомогою захоплень, встановлених на трубному валу мотовила – адаптери ПС, Старт-ліфтер. Застосовується також жнивarki з лопатевим мотовилом, що переобладнується для прибирання соняшнику, пристосування з регульованою направляючою пластиною і відриваючим вальцем. Частенько багато пристосувань, використовуваних при збиранні соняшнику, не повністю задовольняють агротехнічним вимогам на втрати сім'янок за жаткою. Крім того, деякі пристосування відрізняються складністю конструкції, підвищеними матеріало- і енергоємністю, значною вартістю. Це робить не вигідним використання цих пристосувань в дрібних фермерських господарствах і змушує переобладнувати під збирання соняшнику жатки, оснащені лопатевим мотовилом.

Для підвищення ефективності роботи жатки комбайна при збиранні соняшнику необхідно зменшити втрати сім'янок за рахунок зниження прискорення руху кошиків, що виникає при скошуванні стеблостою, плавного захоплення стебел над днищем жатки так, щоб над ним здійснювалося можливе осипання сім'янок.

Розробка нових пристосувань для збирання соняшнику, що дозволяють знижувати прискорення руху кошиків і здійснювати плавне захоплення стеблостою з мінімальними втратами сім'янок – важливе завдання, що має велике господарське значення.

Тому нами розроблена конструкція шнека-мотовила для збирання соняшнику, яка наведена на рис. 1.

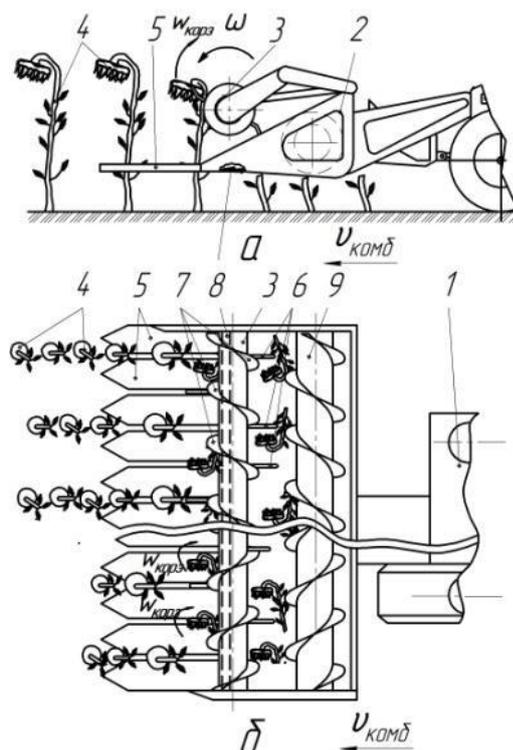


Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема роботи шнека-мотовила :

а - вид збоку; б - вигляд зверху;

1 – зернозбиральний комбайн; 2 – жатка; 3 – шнек-мотовило; 4 – стеблестой соняшнику; 5 – стеблепідйомники; 6 – відсікачі; 7 – навивка шнека-мотовила; 8 – різальний апарат; 9 – шнек жатки

Працює пристосування таким чином. Зернозбиральний комбайн 1 з жаткою 2, оснащеною шнеком-мотовилом 3, входить в стеблестой 4 соняшники стеблепідйомниками 5, розділяючи його по міжряддях. Захоплення стебел здійснюється відсікачами 6 і витками навивки 7, в процесі чого відбувається зниження прискорення руху кошику 9 і здійснюється нахил стебел соняшнику навивкою до центру шнека-мотовила таким чином, що кошики виявляються над днищем жатки. В результаті цього осипання сім'янок відбувається на днищі жатки. Стебла, які не захоплюються відсікачами 6, потрапляють під дію навивки 7, яка, захоплюючи стебла, також нахилає їх до центру шнека-мотовила.

Задля перевірки роботоздатності запропонованої конструкції нами проведені лабораторні дослідження в польових умовах на експериментальній установці (рис. 2), яка була дослідним зразком шнека-мотовила з відсікачами різної форми і довжини (рис. 3), і змінними сегментами, встановленими на нерухомі сектори навивки. Для контролю параметрів використовувалася серійна вимірювальна апаратура і устаткування.

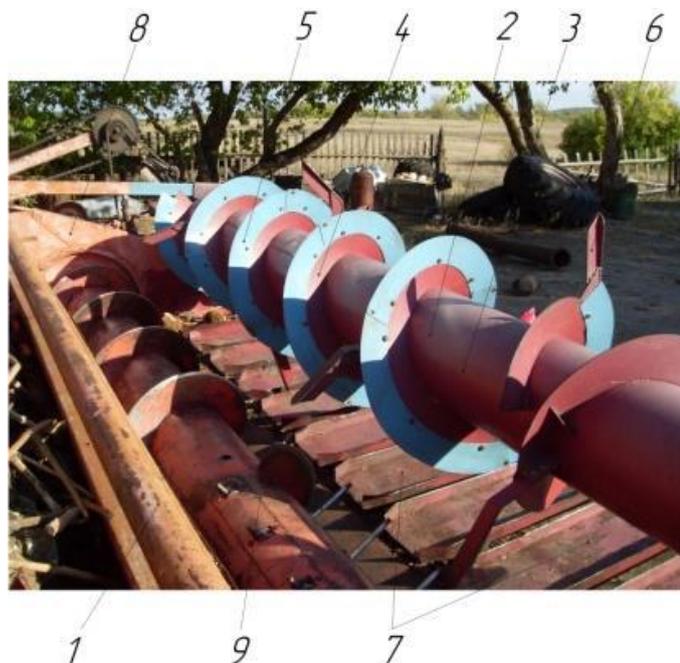


Рис. 2. Експериментальна установка:

1 – хедер ХС-5-1200; 2 – експериментальний шнек-мотовило; 3 – трубний вал шнека-мотовила; 4 – нерухомий сектор шнека; 5 – знімний змінний сегмент; 6 – змінний відсікач; 7 – стеблеподіймач; 8 – бічний фартух; 9 – шнек жатки

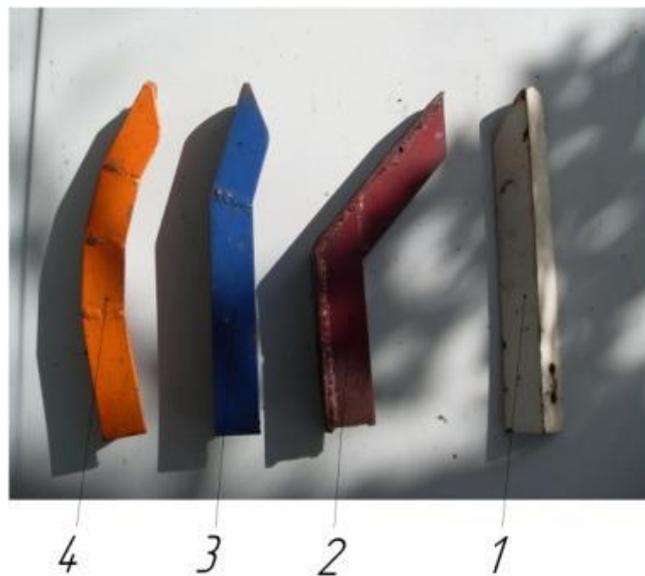


Рис. 3. Зразки відсікачів різної форми:

1 – прямий; 2 – Г-подібний з кутом відгину 140°; 3 – Г-подібний з кутом відгину 160°; 4 – дугоподібний відсікач

В результаті проведених експериментальних досліджень отримані наступні залежності (рис. 4).

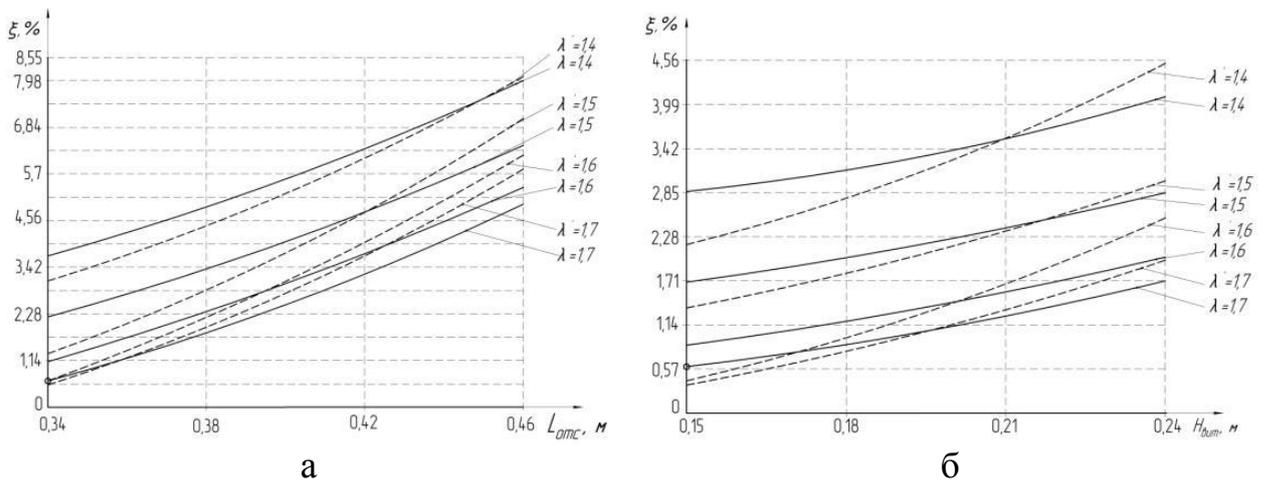


Рис. 4. Залежність втрат сім'янок соняшнику  $\xi, \%$  при  $\lambda = 1,4-1,7$ , від:  
 а - довжини відсікача  $L_{отс}, м$ ; б - ширини витка  $H_{вит}, м$ ;  
 \_\_\_\_\_ - експериментальні значення; \_\_\_\_\_ – теоретичні значення

З аналізу графічної залежності слідує, що оптимальним значенням величини ширини витка слід вважати  $H_{вит} = 0,15 м$ .

При цій ширині витка втрати сім'янок соняшнику на  $1 м^2$  зібраної площі є мінімальними і складають  $0,63 \%$  від біологічної врожайності, що відповідає технічному завданню на прибирання соняшнику, в якому втрати за жаткою мають бути не більше  $2,5 \%$ .

### Література

1. Кленин И.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / И.И. Кленин, В.А. Сакун // 3-е изд., перераб. и дополн. – М. : Колос, 1994. – 751 с.
2. Летошнев М.Н. Сельскохозяйственные машины. Теория, расчет, проектирование и испытание. / М.Н. Летошнев // 2-е изд., перераб. и дополн. – М.; Л. : Гос. изд-во с.-х. лит., 1995. – 764 с.

## PROSPECTS OF SCNECK-REEL SUNFLOWER HARVERSTING

*O.V. Bondarenko, A.P. Chopko*

*The design of a device for harvesting sunflowers. The experimental results*

## ПОКРАЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ТРАКТОРІВ ЗБАГАЧЕННЯМ ПОВІТРЯНИМ ЗАРЯДОМ ДИЗЕЛЯ НА ВПУСКУ

*Макарчук О.М., студент групи ЗМ 6/1  
Науковий керівник - д.е.н, професор В.І. Гавриш  
Миколаївський державний аграрний університет*

*Запропонований спосіб поліпшення експлуатаційних показників тракторів шляхом збагачення повітряного заряду дизеля на впуску. Приведена методика розрахунку.*

*Предложен способ улучшения эксплуатационных показателей тракторов путем обогащения воздушного заряда дизеля на впуске. Приведена методика расчета.*

Ефективною мірою поліпшення показників, що характеризують паливну економічність, потужність і екологічну чистоту тракторних дизелів, є спосіб збагачення повітряного заряду вуглеводневим активатором (низько- і високооктановим бензином, гасом, спиртом, біопаливом, сумішевим мінерально-рослинним паливом і ін.) шляхом подачі останнього у впускний трубопровід дизеля на такті впускання в кількості, що заміщає на 10-30 % моторне паливо, що уприсується в циліндри.

Не дивлячись на широку популярність даного способу, його впровадженню на с.-г. тракторах перешкоджає відсутність простих і недорогих систем, що забезпечують точне дозування активатора безпосередньо на тракторі, а також недостатній об'єм досліджень по обґрунтуванню вигляду і дози активатора і відповідних рекомендацій с.-г. товаровиробникам.

З відомих способів подачі активаторів в дизель (на такті впускання, в кінці такту стиснення або на лінії розширення) з погляду простоти здійснення і якнайкращої організації робочого процесу найбільш переважна подача на такті впускання. Аналіз використання різних активаторів для збагачення повітряного заряду дизеля показує, що результати досліджень неоднозначні, а іноді – суперечливі. Використання як активатори гасу, метанолу, мінерального ДТ і біопалива вивчене недостатньо і вимагає подальших досліджень.

Істотний внесок в розробку способів і пристроїв для поліпшення роботи дизелів збагаченням повітряного заряду внесли А.Д. Чаромській, А.Г. Сахаров, В.А. Ліханов, А.П. Уханов, В.А. Рачкин, Н.Н. Патрахальцев, Р.В. Малов, Г.П. Вількявічюс, А.Ф. Конев, А.В. Козлів, М. Alperstein, W. Lyn і інші дослідники.

Для виконання розрахунку показників дизеля із збагаченням повітряного заряду початковими даними є елементарний склад, теплотворні і фізико-хімічні властивості активаторів. При цьому залежно від процентного співвідношення моторного палива і активатора уточнюються формули для визначення коефіцієнта надлишку повітря, кількості окремих компонентів і загальної кількості продуктів згорання, теплоти згорання

робочої суміші, індикаторного ККД, питомого індикаторної і ефективної витрат палива.

Коефіцієнт надлишку повітря визначався експериментально

$$\alpha = \frac{G_{\text{вд}}}{G_{\text{вт}}} = \frac{3600 \cdot f \cdot \varphi \cdot \sqrt{2g \cdot H} \cdot \rho_{\text{в}}}{\ell_{\text{од}} \cdot G_{\text{ТД}} \cdot K_1 + \ell_{\text{оА}} \cdot G_{\text{ТА}} \cdot K_2}, \quad (1)$$

де  $G_{\text{вд}}$  – дійсна витрата повітря, кг/год;

$G_{\text{вт}}$  – загальна теоретично необхідна кількість повітря для згорання палива і активатора, кг/год;

$\ell_{\text{од}}$ ,  $\ell_{\text{оА}}$  – теоретично необхідна кількість повітря для згорання 1 кг палива і 1 кг активатора;

$f$  – площа прохідного перетину сопла, м<sup>2</sup>;

$\varphi$  – коефіцієнт витрати повітря через сопло;

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;

$H$  – перепад тиску в соплі, мм в.ст;

$\rho_{\text{в}}$  – щільність повітря, кг/м<sup>3</sup>;

$G_{\text{ТД}}$ ,  $G_{\text{ТА}}$  – годинна витрата палива і активатора, кг/год;

$K_1$ ,  $K_2$  – масові долі палива і активатора в сумарній витраті палива.

Теплота згорання робочої суміші ( $H_{\text{рб}}$ ), індикаторний ККД ( $\eta_i$ ) і питома індикаторна витрата палива визначаються по формулах:

$$H_{\text{рб}} = \frac{(H_{\text{уд}} \cdot K_1 + H_{\text{уА}} \cdot K_2) \cdot 10^3}{M_1 \cdot (1 + \gamma_r)} \text{ кДж / кмоль раб. см}; \quad (2)$$

$$\eta_i = \frac{P_i \cdot (\ell_{\text{од}} + \ell_{\text{оА}}) \cdot \alpha}{(H_{\text{уд}} \cdot K_1 + H_{\text{уА}} \cdot K_2) \cdot \rho_{\text{в}} \cdot \eta_v}; \quad (3)$$

$$g_i = \frac{3600}{(H_{\text{уд}} \cdot K_1 + H_{\text{уА}} \cdot K_2) \cdot \eta_i} \text{ г/кВт}\cdot\text{ч} \quad (4)$$

де  $H_{\text{уд}}$ ,  $H_{\text{уА}}$  – нижча теплота згорання моторного палива і активатора, МДж/кг;

$\gamma_r$  – коефіцієнт залишкових газів;

$P_i$  – середній індикаторний тиск, МПа.

Решта показників робочого процесу, індикаторні і ефективні показники дизеля розраховуються по стандартній методиці.

У основу розрахунковий-теоретичної оцінки «жорсткості» роботи дизеля покладена методика МАДИ (МГТУ). У даній методиці розраховуються показники, що характеризують перші дві фази процесу згорання: період затримки займання (ПЗВ) і період швидкого горіння. Дози палива і активатора, що випарувалися за ПЗВ, визначають характер протікання процесу згорання в другому періоді. Періоду швидкого горіння відповідають найбільші значення швидкості паливоподачі, швидкості тепловиділення і, як наслідок, швидкості наростання тиску газів. Збагачення повітряного заряду активатором сприяє збільшенню швидкості згорання і тепловиділення, що зменшує тривалість другого періоду і збільшує жорсткість процесу згорання.

Основними показниками, що характеризують «жорсткість», є середня  $(\Delta P/\Delta \varphi)$  і максимальна  $(dP/d\varphi)_{\max}$  швидкості наростання тиску газів в циліндрах дизеля. Для дизеля Д-240 дані величини не повинні перевищувати нормативних значень відповідно 0,4-0,6 і 1,5-2,0 МПа/град. п.к.в.

Максимальна і середня швидкості наростання тиску газів:

$$\left(\frac{dp}{d\varphi}\right)_{\max} = \frac{6 \cdot n \cdot 10^{-3}}{\sqrt{K_T \cdot \rho}} \cdot \frac{P_Z - P_C}{\varphi_1} \cdot \left(i \cdot \bar{\tau}_1 \cdot \frac{100}{ЦЧ}\right)^{2/3}, \text{ МПа/град.п.к.в.}; \quad (5)$$

$$\frac{\Delta P}{\Delta \varphi} = \frac{P_Z - P_C}{\varphi_2}, \text{ МПа/град.п.к.в.} \quad (6)$$

де  $n$  – частота обертання колінчастого валу,  $\text{хв}^{-1}$ ;  
 $K_T$  – чинник, що характеризує властивості палива і активатора (характеристичний чинник);  
 $\rho$  – аддитивна щільність палива і активатора,  $\text{г/см}^3$ ;  
 $P_Z$  – максимальний тиск циклу, МПа;  
 $P_C$  – тиск кінця стиснення, МПа;  
 $\varphi_1$  – період затримки займання, град. п.к.в;  
 $i$  – відносний ступінь випаровування палива і активатора за ПЗВ;  
 $\bar{\tau}_1 = \varphi_1 / \varphi_{\text{впр}}$  – відношення тривалості ПЗВ до тривалості уприскування;  
 $\text{ЦЧ}$  – аддитивне цетанове число палива і активатора;  
 $\varphi_2$  – період швидкого горіння, град. п.к.в.  
 У свою чергу, характеристичний чинник де Т50 – температура 50 % відгону палива (активатора).

Отже збагачення повітряного заряду дизеля на впускі дає можливість поліпшення експлуатаційних показників тракторів в цілому.

## Література

1. Саблук П.Т. Нова економічна парадигма формування стратегії продовольчої безпеки України в ХХІ столітті. Доп. на Третіх Всеукраїнських зборах (конгресі) вчених економістів-аграрників. 29-30 березня 2001 р. – К.:ІАЕ УААН, 2001. – С.19.

2. Federal Tax Rates on Motor Fuels and Lubricating Oil, 2006. Federal Highway Trust Fund.

## IMPROVEMENT OF OPERATING INDEXES OF TRACTORS BY THE ENRICHED AIR CHARGE OF DIESEL ON ADMITTANCE

*The method of improvement of operating indexes of tractors is offered by enriching of air charge of diesel on admittance. The method of calculation is resulted.*

УДК 632.2.083

## ОБҐРУНТУВАННЯ СТРАТЕГІЇ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ДИЗЕЛЬНОГО БІОПАЛИВА

*Запорожець О.П., студент групи ЗМ 6/1  
Науковий керівник - д.е.н, професор В.І. Гавриш  
Миколаївський державний аграрний університет*

*Наведені варіанти стратегії виробництва та споживання палив рослинного походження. Визначений найбільш оптимальний*

*Приведены варианты стратегии производства и потребления топлив растительного происхождения. Определен наиболее оптимальный*

В теперішній час можливо використання двох видів палив рослинного походження в сільськогосподарському виробництві: БІО-100 – для техніки з бензиновими двигунами та метилового ефіру ріпакової олії (МЕРО) або дизельне біопаливо для техніки з дизельними двигунами. Аграрний сектор економіки України в основному споживає дизельне паливо (приблизно 70% від загальної кількості), тому розглянемо ефективність переробки ріпаку на метиловий ефір ріпакової олії.

В Україні можливі три варіанти стратегії щодо виробництва та споживання дизельного біопалива сільськогосподарськими підприємствами:

- 1) виробництво та реалізація на ринкових умовах рослинної сировини для виробництва біопалива та закупівля за одержані кошти нафтопродуктів;
- 2) виробництво та споживання біопалива господарством;
- 3) виробництво та експорт біопалива.

Реалізація першої стратегії не потребує суттєвих додаткових інвестицій та законодавчого регулювання. На думку академіка П.Т. Саблука, реалізація аграрного потенціалу дає можливість за рахунок експорту задовольнити потреби в енергетичних ресурсах не тільки аграрного сектору економіки але і держави в цілому [1].

На ефективність виробництва біопалива суттєво впливає податкова система держави. Вона може стимулювати виробництво або в фермерських кооперативах, або в великих спеціалізованих підприємствах. В Україні з 29.03.07 року ставка акцизу на дизельне паливо залежить від вмісту сірки та становить, EUR/т [2]: вміст сірки до 0,005% - 20; вміст сірки до 0,035% - 30; вміст сірки до 0,2% - 35; вміст сірки понад 0,2% - 45. Зазначені ставки одного рівня з аналогічним податком у США (USD64/м<sup>3</sup>) [3].

В сучасних економічних умовах України, виробництво дизельного біопалива здійснюється або господарствами-виробниками сировини, або в їх асоціаціях. Прикладами можуть слугувати ТОВ «Золота Нива», ДП МТС «Ятрань» та інші.

Для виявлення шляхів зменшення собівартості МЕРО розглянемо структуру витрат на його виробництво. Приблизно 80% всіх витрат складає

вартість насіння ріпаку. Тому саме тут закладені резерви по зменшенню собівартості біопалива. Вирішити це можна шляхом державного регулювання: 1) введенням квот на експорт цієї продукції (це призведе до зменшення цін на внутрішньому ринку); 2) датування виробників сільськогосподарської продукції; 3) застосування економічних регуляторів, наприклад, податкового кредиту на біопалива.

Висновки. Сучасний рівень внутрішніх цін на дизельне паливо, насіння ріпаку та існуюча податкова система не стимулюють великомасштабне виробництво дизельного біопалива. Тому, доцільно використовувати першу стратегію, що і спостерігається в Україні. Перспективним напрямком є стратегія виробництва та експорту дизельного біопалива. Її реалізація дозволить створити власну інфраструктуру виробництва біопалива; суттєво збільшити товарообіг в галузі олійних культур та дає можливість використовувати біопаливо на внутрішньому ринку у разі створення сприятливих економічних умов.

### **Література**

1. Саблук П.Т. Нова економічна парадигма формування стратегії продовольчої безпеки України в XXI столітті. Доп. на Третіх Всеукраїнських зборах (конгресі) вчених економістів-аграрників. 29-30 березня 2001 р. – К.:ІАЕ УААН, 2001. – С.19.

2. Постановление КМУ от 21.03.07 г. №545 «Некоторые вопросы осуществления учета, хранения и реализации дизельного топлива в зависимости от содержания массовой доли серы» // Баланс. – 2007. - №15. – С.13-15.

3. Federal Tax Rates on Motor Fuels and Lubricating Oil, 2006. Federal Highway Trust Fund.

### **GROUND OF STRATEGY IN RELATION TO THE USE OF VEGETABLE RAW MATERIAL FOR THE PRODUCTION OF DIESEL BIOFUELS**

*Makarchuk O.M., V.I. Havrysh*

*The variants of strategy of production and consumption of fuels of vegetable origin are resulted. The most optimum is certain*

*Гончаренко М.М., Ніколайчук С.Ю., студенти групи ЗМ 6/1  
Науковий керівник - д.е.н, професор Гавриш В.І.  
Миколаївський державний аграрний університет*

*Наведені шляхи заміни традиційних видів палива. Визначений найбільш оптимальний.*

*Приведены пути замены традиционных видов топлива. Определен наиболее оптимальный.*

Одним із шляхів доповнення і часткової заміни традиційних видів паливно-енергетичних ресурсів у сільській місцевості є використання біогазу. Важливим аргументом на користь даного джерела енергії є необхідність вирішення економічних проблем, що виникають при утилізації відходів тваринництва.

До недавнього часу, виробництво біогазу з відходів сільського господарства, використовувалось в країнах, що розвиваються. Економічно розвинуті країни повернулися до даних технологій внаслідок постійного зростання цін на енергетичні ресурси та з екологічних міркувань. Доцільність автоматичного енергозабезпечення ферми з використанням біогазових установок досліджували Б. Амон, Т. Амон, В. Дубровін та інші [1].

Загальна кількість промислових біогазових установок в світі постійно збільшується. Їх кількість у країнах ЄС становить майже 1000 одиниць. Лідером є ФРН. Ферментаційні камери місткістю від 4 до 12 м<sup>3</sup> найбільш популярні у країнах Африки та Азії. Такі установки виробляють біогаз для задоволення енергетичних потреб окремих господарств в освітленні та приготуванні їжі. Найбільша кількість таких установок (майже 8 мільйонів) знаходиться в Китаї [2].

У країнах ЄС створюються аграрні кооперативи для переробки відходів у централізованих біогазових установках. Перевагою централізованих систем є можливість використання передових технологій, менші питомі капіталовкладення та виробничі витрати. Такі централізовані системи виробляють в ферментаційних камерах місткістю до 10000 м<sup>3</sup> до декількох мВт на добу. Одним з недоліків даної організації переробки відходів даного виробництва є порівняно високі транспортні витрати на постачання субстрати. Однак у країнах Європи, з високою щільністю населення це цілком прийнятне організаційне рішення. Вони обслуговують господарства у радіусі 10-15 км. В Данії існують 20 централізованих біогазових установок, Австрії – 3, Швеції – 8, Італії – 5 і в Німеччині – 3 [3].

За дослідженнями ряду вчених, таких як М.М. Городній, М.К. Шикуча, І.М. Гудков, О.М. Куценко, В.М. Писаренко та деяких інших в ієрархії складових ефективності переробки відходів сільського господарства в біогазових установках перше місце займає його економічний аспект, друге – отримання високоефективних добрив і третє – енергетична складова.

На ефективність виробництва біогазу впливає фактор масштабності. Тільки біогазові установки з об'ємом метантенка більше 100 м<sup>3</sup> мають позитивний енергетичний ефект [3]. При визначенні економічного ефекту необхідно брати до уваги всі складові, у тому числі і виручку від органічних добрив.

В країнах СНД терміни повернення інвестицій більші. Це пояснюється, в першу чергу, меншою вартістю енергетичних ресурсів, слабою державною підтримкою та порівняно малими потужностями. Прикладом може слугувати біогазова установка, що введена в дію на Лусакертській птахофабриці (Вірменія). Розрахунковий термін окупності інвестицій становить 8 років. Аналогічна ситуація і в Україні. Прикладом може слугувати біогазова установка в «Агро-Овен».

Використання біогазу можливе за декількома напрямками: заміщення природного газу в системах опалення; використання як природного пального когенераційних установок; використання в мобільних енергетичних засобах. Кожен шлях має свої переваги та недоліки. Розглянемо їх.

Досвід проектів з впровадження біоенергетичних установок свідчить, капітальні вкладення становлять у середньому USD500/(1000 м<sup>3</sup> на рік), залежно від потужності, конструктивних особливостей, сировини тощо. Можливі наступні варіанти біогазової енергетичної установки:

- 1) виробництво біогазу та його подальше використання для заміщення природного газу;
- 2) виробництво біогазу та його використання для генерації електричної енергії;
- 3) виробництво біогазу та його використання у когенераційних установках;
- 4) виробництво біогазу та використання його як моторного палива мобільних енергетичних засобів;
- 5) виробництво біогазу та його використання у когенераційних установках для задоволення власних потреб і як моторного палива.

Реалізація даних проектів потребує відповідних капіталовкладень (рис. 2). Проведений аналіз показав, що найбільшу віддачу дає використання біогазу як моторного палива та заміщення природного газу (приблизно 0,445 грн на кожну гривню інвестицій). Найменш вигідний варіантом є використання біогазу для вироблення електричної енергії без системи глибокої утилізації тепла (приблизно 0,137 грн на кожну гривню інвестицій).

Слід зазначити, що в сучасному законодавстві України відсутнє правове врегулювання продажу енергоносіїв (газоподібного палива, електричної та теплової енергії), що вироблені приватними структурами у відповідні державні мережі. Це ставить під сумнів економічну доцільність ряду інвестиційних проектів у галузі поновлювальних джерел енергії.

Висновок. В сучасних умовах практично найбільш економічно доцільним є використання біогазу як моторного палива мобільними

енергетичними засобами з самозабезпеченням енергетичних потреб біогазового комплексу.

### **Література**

1. Амон Т. Технология использования биомассы в биогазовых установках / Т. Амон, Б. Амон, В. Дубровин// Зб. наукових праць НАУ. – 2003. - №60. – С. 18.
2. Біопалива (технологія, машини та обладнання) [В.О. Дубровін, М.О. Корчемський, І.П. Масло, О. Шептицький, А. Рожковський, З. Пасторе, А. Гжибек, П. Євич, Т. Амон, В.В. Криворучко]. – К.: ЦТІ «Енергетика і електрифікація», 2004. – 256 с.
3. Корчемний М.Ф. Енергозабезпечення в агропромисловому комплексі / Корчемний М.Ф., Федорейко В.С., Щербань В.В. – Тернопіль: Підручники та посібники, 2001. – 984 с.

### **DETERMINATION OF DIRECTIONS OF THE USE BIOGAS**

*Honcharenko M.M., Nikolaychuk S.B., Havrysh V.I.*

*The ways of replacement of traditional types of fuel are resulted. The most optimum is certain*

**УДК 613-057.875**

### **ФОРМУВАННЯ ІНТЕРЕСУ ДО ЗДОРОВОГО СПОСОБУ ЖИТТЯ У СТУДЕНТСЬКОЇ МОЛОДІ**

**Корнійчук В.О., студенти групи П5м  
Науковий керівник – доц. Горбунова К.М.  
Миколаївський національний аграрний університет**

*В статті розглянуті питання освіти та спорту, як впливає сучасний рівень навчання на психофізичну активність студентів.*

*В статье рассмотрены вопросы образования и спорта, как влияет современный уровень обучения на психофизическую активность студентов.*

Існують різні підходи до визначення поняття «спосіб життя». На думку більшості авторів, «спосіб життя» включає основну діяльність людини, куди входять трудова діяльність, психоінтелектуальна і рухова активність, спілкування і побутові взаємини.

У зміст поняття «способу життя» входить здоров'я. Існує дуже багато формулювань поняття здоров'я.

Здоров'я людини – це процес збереження і розвитку його психічних і фізіологічних якостей, оптимальної працездатності та соціальної активності

при максимальній тривалості життя, доброзичливі відносини з іншими людьми, з природою і самим собою.

Формування потреби у студентів у здоровому способі життя, його пропаганда, виховання поваги до здоров'я є одним з найважливіших завдань сучасної освіти.

Сьогоднішні умови освіти у вищих навчальних закладах є далеко не сприятливими для збереження і поліпшення здоров'я студентів.

Сучасними тенденціями вищої освіти є: граничне підвищення навантажень на розумову і психоемоційну сферу, зниження рухової активності і значущості фізичної культури і спорту. Підвищення фізичної підготовленості та працездатності через заняття фізичною культурою і спортом здатні значно підвищити рівень здоров'я студентської молоді сприяти підвищенню працездатності студентів на заняттях.

Потреба у здоровому способі життя – це головна спонукальна, спрямовуюча і регулююча сила поведінки особистості. Вона має широкий спектр: потреба в рухах і фізичних навантажень; спілкуванні, контактах і проведенні вільного часу в колі друзів; іграх, розвагах, відпочинку, емоційної розрядки; самоствердженні, зміцненні позиції свого я; пізнанні; естетичному насолодженні; поліпшенні якостей фізкультурно-спортивних занять, комфорту та ін.

Фізична культура знаходить особливу соціальну значущість у розвитку студента, а також в продуктивній професійній діяльності. У зв'язку з цим основним завданням фізичної культури у вищих навчальних закладу є розвиток пізнавального інтересу студентів до занять фізичною культурою. Для вирішення даного завдання, по-перше, слід враховувати індивідуальні можливості і переваги студентів у виборі виду фізкультурно-оздоровчої діяльності, а по-друге, необхідно формувати у студентів усвідомлену потребу у фізичній культурі, здоровому способі життя і збереженні власного здоров'я. Разом з тим велике значення має донесення до студентів взаємозв'язку занять фізичною культурою з головними об'єктами турботи про фізичний стан, пріоритетними цінностями здорового способу життя.

Це все в цілому допоможе сформувати у студентської молоді потреби вести здоровий спосіб життя протягом усього подальшого життя, усвідомити, що це необхідно в їх подальшій професійній діяльності.

## **Література**

1. Акимов М.В. Индивидуальный стиль здорового образа жизни – цель обучения в системе физкультурного образования // Теория и практика физической культуры. – 1986. – №9-10. – С.10-11.
2. Амосов Н.М. Раздумья о здоровье // 3-е изд. доп. и перераб. – М: Физкультура и спорт, 1987. – 64 с.
3. Войтенко В.П. Здоровье здоровых: Введение в санологию. – К.: Здоров'я, 1991. – 245 с.

4. Волков Л.В. Физическое воспитание учащихся: Учебно-методическое пособие. – К.: Радянська школа, 1988. – 184 с.

## **FORMATION OF INTEREST TO A HEALTHY LIFESTYLE AMONG STUDENT YOUTH**

*Korniychuk V.O., Horbunova K.M.*

*The article deals with the issues of education and sports, how does the current level of training on psycho-physical activity of students*

**УДК 378.147.88:63:51**

## **СОЦІАЛЬНО-ГУМАНІТАРНІ ДИСЦИПЛІНИ В СТРУКТУРІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРІВ АГРАРНОГО ПРОФІЛЮ**

*Попов П.В., студент групи П5м*

*Науковий керівник: доц., Горбунова К.М.*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*В статті увага приділялася дослідженню проблеми професійної підготовки фахівців у вищій школі, зокрема таким її аспектам: педагогічним основам організації навчально-виховного процесу у вищих навчальних закладах.*

*В статье внимание уделяется исследованию проблемы профессиональной подготовки специалистов в высшей школе, в частности таким ее аспектам: педагогическим основам организации учебно-воспитательного процесса в высших учебных заведениях.*

За сучасних умов надзвичайно вагомою є проблема підготовки якості фахівців. Особливого значення набуває питання посилення конкурентоспроможності фахівців. З огляду на це актуальним стає підготовка висококваліфікованих фахівців, готових до виконання управлінських функцій, як наслідок, невідкладним завданням вищого навчального закладу аграрного профілю є формування у студентів інженерних спеціальностей вмінь керівництва трудовим колективом та організаторських здібностей. Попередньо проведені дослідження показали, що серед здатностей випускників інженерних спеціальностей вищого аграрного навчального закладу особливо важливими є здатності самостійно визначитись щодо цілей і задач особистої діяльності, організувати особисту діяльність як складову колективної діяльності, аналізувати соціально важливі процеси, цивілізовано вирішувати соціальні, виробничі, побутові проблеми, суперечки, протиріччя, займати активну громадську позицію, усвідомлювати значення і роль духовних цінностей, норм моралі і права в трудових і побутових стосунках, формувати ділову атмосферу в трудовому колективі на правовій основі та демократичних засадах.

Належна увага завжди приділялася дослідженню проблеми професійної підготовки фахівців у вищій школі, зокрема таким її аспектам: педагогічним основам організації навчально-виховного процесу у вищих навчальних закладах (А.Алексюк, С.Архангельський, Ю.Бабанський, І.Прокопенко, Н.Тализіна, О.Шестопалюк та ін.); сучасним педагогічним технологіям у професійній підготовці майбутніх фахівців (П.Воловик, Р.Гуревич, О.Падалка, О.Пехота, С.Сисоєва та ін.); гуманізації та гуманітаризації освіти (В.Андрущенко, С.Гончаренко, М.Згуровський та ін.).

У педагогічній теорії та практиці відповідна увага приділялася і професійній підготовці інженерів, зокрема, проблемам раціонального відбору змісту професійної освіти сучасних спеціалістів (В.Бабак, В.Малахов, О.Мінаєв, Б.Мокін, Г.Півняк, Ю.Рудавський, Л.Товажнянський та інші); виявленню особливостей психолого-педагогічної підготовки інженерів в умовах технічного університету (Ю.Зіньковський, О.Коваленко, О.Романовський, А.Туренко та інші); нових підходів до аграрної освіти (Н.Островська); організації навчального процесу в аграрних ВНЗ (П.Лузан, Н.Нерух, В.Онопрієнко, О.Полозенко, Н.Потелло та ін.); професійної спрямованості особистості студента-аграрія (Л.Сподін); професійна підготовка студентів різних сільськогосподарських спеціальностей (В.Свистун, І.Сопівник, Л.Сподін та ін.) та ін.

Однак безпосередньо проблема удосконалення змісту соціально-гуманітарних дисциплін в структурі професійної підготовки інженерів аграрного профілю не була предметом спеціального дослідження.

У зв'язку з цим виникла проблема дослідити процес формування професійних здатностей і вмінь інженера аграрного профілю.

Актуальність означених проблем посилює низка суперечностей між:

Об'єкт дослідження – соціально-гуманітарна підготовка майбутніх інженерів у вищому аграрному навчальному закладі.

Предмет дослідження – формування управлінських здатностей та вмінь майбутніх інженерів аграрної галузі в процесі вивчення соціально-гуманітарних дисциплін.

### **Література:**

1. Мигович І.І. Соціальна робота. — Ужгород, 1997.
2. Сидоров В. Навчання практиці соціальної роботи в Україні: шлях в Європу // Соціальна політика і соціальна робота. — 2002. — № 3,4.
3. Соціальна робота в Україні: Навч. посібник / За ред. І. Д. Зверєвої, Г. М. Лактіонової. — К.: Науковий світ, 2003.

## **SOCIAL AND HUMAN SCIENCES WITHIN THE AGRICULTURAL ENGINEERS TRAINING PROFILE**

*Popov P.V., Horbunova K.M.*

*The paper focuses on the research of professional training in higher education, including such aspects: teaching the basics of the educational process in higher education.*

## ПРИРОДНІ НЕБЕЗПЕКИ МЕТЕОРОЛОГІЧНОГО ХАРАКТЕРУ В УКРАЇНІ ТА ЗАХИСТ ВІД НИХ

*Копач І.С., студентка групи Б5/3*

*Науковий керівник старший викладач Петров І.В.*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Дослідженням надзвичайних ситуацій природного походження та характерних атмосферних небезпек в Україні.*

*Исследованием чрезвычайных ситуаций природного происхождения и характерных атмосферных опасностей в Украине.*

В Україні щорічно виникають біля 200 надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру, внаслідок яких гине велика кількість людей, а матеріальні збитки сягають кількох мільярдів гривень. Нині в багатьох областях України у зв'язку з небезпечними природними явищами, аваріями і катастрофами обстановка характеризується як дуже складна.

Дослідженням надзвичайних ситуацій природного походження та характерних атмосферних небезпек в Україні займалися такі фахівці як: Васійчук В.О., Гончарук В.Є., Качан С.І., Мохняк С.М. [1], Дзюндзюк Б., Ханникянен А., Швед В. [2], Скобло Ю., Цапко В., Мазоренко Д. [3] та багато інших.

Тенденція зростання кількості природних і особливо техногенних надзвичайних ситуацій, важкість їх наслідків змушують розглядати їх як серйозну загрозу безпеці окремої людини, суспільства та навколишньому середовищу, а також стабільності розвитку економіки країни. Для роботи в районі надзвичайної ситуації потрібно залучати значну кількість людських, матеріальних і технічних ресурсів.

Протягом останнього десятиріччя в Україні зафіксовано близько 240 випадків виникнення катастрофічних природних явищ метеорологічного походження зі значними матеріальними збитками.

Небезпечні метеорологічні явища, що мають місце в Україні: сильні зливи (Карпатські та Кримські гори); град (на всій території України); сильна спека (степова зона); суховії, посухи (степова та східна лісостепова зони); урагани, шквали, смерчі (більша частина території); пилові бурі (південний схід степової зони); сильні тумани (південний схід степової зони); сильні заметілі (південний схід степової зони); снігові заноси (Карпати); значні ожеледі (степова зона); сильний мороз (північ Полісся та схід лісостепової зони). Крім того, вздовж узбережжя та в акваторії Чорного і Азовського морів мають місце шторми, ураганні вітри, смерчі, зливи, обмерзання споруд та суден, сильні тумани, заметілі, ожеледі.

В Україні щорічно спостерігається до 150 випадків стихійних метеорологічних явищ. Частіше за все повторюються сильні дощі, снігопади, ожеледі, тумани. Рідше бувають пилові бурі, крижані обмерзання.

З отриманням штормового попередження на промислових і сільськогосподарських об'єктах завчасно плануються і проводяться запобіжні заходи: зміцнення слабких конструкції, зачинення дверей, приміщень на горищі, слухових вікон, вентиляційних отворів. Великі вікна і вітрини оббивають дошками. Шибки заклеюють смужками паперу або тканини. Двері і вікна з підвітряної сторони залишають відчиненими, щоб урівноважити внутрішній тиск у будівлі. В житлових будівлях, крім того, з дахів, балконів, лоджій прибирають предмети, які при падінні можуть заподіяти людям травмвань.

Якщо необхідно на об'єктах і території вимикають комунальні енергетичні мережі, відкривають допоміжні люки для пропускання води. З легких споруд людей переводять у міцніші будівлі або укривають в захисних спорудах.

Обов'язково припиняються всі роботи на зовнішній території, населенню рекомендується застатися електричними ліхтарями, газовими лампами, свічками. Доцільно створити запаси води на 2-3 доби, підготувати похідні плитки, примуси, не забути застатися продуктами харчування і медикаментами, особливо перев'язочними матеріалами; радіоприймачі і телевізори тримати постійно ввімкненими.

Найбезпечнішим місцем для укриття людей від небезпек є сховища ЦЗ, підвали або внутрішні приміщення перших поверхів цегляних і кам'яних будинків. Не можна виходити на вулицю одразу ж після послаблення вітру тому що через кілька хвилин порив може повторитися. Якщо все-таки необхідно, треба триматися подалі від будівель і споруд, високих парканів, стовпів, дерев, щогл, опор, проводів [3].

Заборонено знаходитися на шляхопроводах, наближатися до місць зберігання легкозаймистих або сильнодіючих отруйних речовин.

Якщо ураган (смерч) застав вас на відкритій місцевості, ліпше за все сховатися у канаві, ямі, яру, будь-якій виїмці: лягти на дно заглиблення і щільно притулитися до землі. Перебувати у пошкодженій будівлі небезпечно – вона може обвалитися.

Особливо слід остерігатися розірваних електропроводів, не виключена імовірність того, що вони під напругою.

Ураган (смерч) може супроводжуватися грозою (бурею). Ухиляйтесь від ситуацій, при яких збільшується ймовірність ураження блискавкою: не укривайтеся під деревами, які стоять окремо; не підходьте до ліній електропередач і т. п.

Головна умова – це не піддаватися паніці. Діяти свідомо, утримуватися від нерозумних вчинків, надавати допомогу потерпілим.

Зимові прояви стихійних сил природи нерідко виявляються у снігових заметах внаслідок снігопадів і хуртовин. Негативний вплив цих явищ призводить до того, що різко погіршується видимість, переривається

транспортне сполучення як внутрішньоміське, так і міжміське. Випадання снігу з дощем при зниженій температурі повітря і ураганному вітрі створює умови для обледеніння ліній електропередач, зв'язку, контактних мереж електротранспорту, що порушує виробничу діяльність об'єктів. Обледеніння покрівель будівель, різного роду опор і конструкцій нерідко викликає їх руйнування [2].

Особливу небезпеку снігові замети створюють для людей і транспорту, захоплених у дорозі, далеко від людського житла. Заметені снігом дороги, втрата видимості викликають повну дезорієнтацію і загубленість на місцевості, що може привести до переохолодження і загибелі людей, порчі продуктів харчування та ін. продукції.

З оголошенням штормового попередження необхідно обмежити пересування, особливо на власному транспорті. Під час руху на автомобілі не варто намагатися подолати снігові замети, необхідно зупинитися, повністю закрити жалюзі машини, укрити двигун зі сторони радіатора. Якщо є можливість, автомобіль треба встановити двигуном у навітряний бік. Періодично треба виходити із автомобіля, розгрібати сніг, щоб не опинитися похованим під снігом. Крім того, не занесений снігом автомобіль – гарний орієнтир для пошукової групи. При прогріванні автомобіля важливо не допускати затікання в кабінку (кузов, салон) вихлопних газів; з цією метою важливо слідкувати, щоб вихлопна труба не завалювалася снігом.

Якщо у дорозі разом опинилося декілька чоловік (на декількох автомобілях), доцільно зібратися разом і використати один автомобіль як укриття.

У жодному разі не можна залишати укриття – автомобіль: у сильний снігопад (хуртовину) орієнтири, які здавалися надійними з першого погляду, через декілька десятків метрів можуть бути загублені.

Отже, серед надзвичайних ситуацій природного походження на Україні найчастіше трапляються:

- геологічні небезпечні явища (зсуви, обвали та осипи, просадки земної поверхні);
- метеорологічні небезпечні явища (зливи, урагани, сильні снігопади, сильний град, ожеледь);
- гідрологічні небезпечні явища (повені, паводки, підвищення рівня ґрунтових вод та ін.);
- природні пожежі лісових та хлібних масивів;
- масові інфекції та хвороби людей, тварин і рослин.

Особливості географічного положення України, атмосферні процеси, наявність гірських масивів, підвищень, близькість теплих морів зумовлюють різноманітність кліматичних умов: від надлишкового зволоження в західному Поліссі – до посушливого – в південній Степовій зоні.

Внаслідок взаємодії всіх цих факторів виникають небезпечні стихійні явища. В окремих випадках вони мають катастрофічний характер.

## **Література:**

1. В.О. Васійчук, В.Є. Гончарук, С.І. Качан, С.М. Мохняк. Основи цивільного захисту: Навчальний посібник. — Львів «Львівська політехніка», 2011 р.
2. Дзюндзюк Б., Ханникянен А., Швед В. Катастрофи і надзвичайні ситуації. Харків — 2007.— 216 с.
3. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник / Скобло Ю., Цапко В., Мазоренко Д., Тіщенко Л.: Ред. В. Цапко. — 4-те вид., перероб. і доп. — К.: Знання, 2008. — 397 с.

## **NATURAL HAZARDS WEATHER CHARACTER IN UKRAINE AND PROTECTION OF THEM**

*Kopach I.S., Petrov I.V*

*THE STUDY OF EMERGENCY SITUATIONS OF NATURAL ORIGIN AND CHARACTERISTICS OF ATMOSPHERIC HAZARDS IN UKRAINE.*

**УДК 338.246.8:332.1**

## **ВПЛИВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК ТЕРИТОРІЙ**

*Кореновська Ю. Д., студентка групи Б5/3*

*Науковий керівник старший викладач Петров І.В.*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Дослідження щодо впливу надзвичайних ситуацій на соціально-економічний розвиток територій.*

*Исследования относительно влияния чрезвычайных ситуаций на социально-экономическое развитие территорий*

Постановка проблеми. Надзвичайні ситуації призводять до надмірної втрати ресурсів, що може призвести до спаду економічного зростання, уповільнення темпів здійснення перетворень, зменшення обсягів виробництва та послуг на території, де сталось лихо. Вищеназвані наслідки можуть вплинути не лише на розвиток регіону, а й держави в цілому.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження щодо впливу надзвичайних ситуацій на соціально-економічний розвиток територій викладені в роботах таких вчених, як Ю. В. Біжан, Р. Кейтс, С. М. Мягков, В. Ф. Семенов, К. Хоенемсер.

Виклад основного матеріалу дослідження. Якщо звернутись до законодавчої бази України, то визначення поняття «надзвичайна ситуація» в Кодексі цивільного захисту України тлумачиться, як «обстановка на окремій території чи суб'єкті господарювання на ній або водному об'єкті, яка характеризується порушенням нормальних умов життєдіяльності населення, спричинена катастрофою, аварією, пожежею, стихійним лихом, епідемією, епізоотією, епіфітотією, застосуванням засобів ураження або іншою

небезпечною подією, що призвела (може призвести) до виникнення загрози життю або здоров'ю населення, великої кількості загиблих і постраждалих, завдання значних матеріальних збитків, а також до неможливості проживання населення на такій території чи об'єкті, провадження на ній господарської діяльності» [3]. Таке визначення дає можливість з'ясувати загальний сенс поняття.

Сукупність підходів включає три варіанти інтерпретації ризику: як можливість негативного результату для об'єкта або суб'єкта події; як кількісної міри такої можливості; і як комбінації цих двох тлумачень. В останньому випадку ризик кваліфікується як потенційна можливість завдання шкоди даному об'єкту або суб'єкту, що зазвичай виражається в кількісних термінах (ймовірність нанесення шкоди). При цьому небезпека визначається як джерело ризику.

Тривалий час причинно-наслідковий зв'язок між надзвичайними ситуаціями і соціально-економічним розвитком суспільства ігнорувався. Програми розвитку не оцінювалися в контексті катастроф, ні з точки зору дії катастрофи на програму розвитку, ні з точки зору того, чи підвищує визначений в програмі розвиток ймовірність виникнення катастроф.

Постійно зростаючий об'єм знань про існуючий взаємозв'язок між катастрофами і соціально-економічним розвитком дозволяє виділити три основні види таких взаємовідносин:

1. Катастрофи зупиняють процес розвитку.

Катастрофи можуть привести до серйозного зриву соціально-економічних перетворень, що проводяться, декількома шляхами, в тому числі:

- а) привести до втрати ресурсів. Втрата ресурсів відбувається, коли катастрофа знищує об'єкти капіталовкладень. Це зменшує ефективність капіталовкладень, зроблених у розвиток економіки;

- б) призупинити перетворення, що відбуваються. Катастрофи призупиняють програми, що вже почали втілюватися в життя, і відволікають ресурси від раніше намічених планів;

- в) вплинути на інвестиційний клімат. Катастрофи, особливо якщо вони відбуваються декілька разів підряд впродовж короткого періоду часу, негативно позначаються на інвестиційному кліматі. Інвесторам потрібна стабільність і упевненість, адже вони ризикують, вкладаючи свої гроші;

- г) вплинути на неформальний сектор економіки. Катастрофи чинять особливо негативну дію на приватний сектор, в якому часто відбувається недооцінка шкоди, що була заподіяна катастрофою, та дуже приблизна оцінка її наслідків;

- д) привести до політичної дестабілізації. Наприклад, у країнах «третього світу» катастрофи створюють у країні напругу, яка веде до політичної нестабільності. Причин дестабілізації декілька. Наприклад, уряд може неправильно розпорядитись допомогою, що поступила, і це призведе до невдоволення з боку постраждалих людей.

2. Розвиток економіки провокує виникнення надзвичайної ситуації.

Перетворення, що проводяться з кращих міркувань, можуть іноді викликати катастрофічні наслідки. Проекти, що здійснюються без урахування існуючих зон підвищеного ризику, можуть підвищити уразливість по відношенню до природних катастроф.

Деякі типи проектів, що спрямовані на розвиток економіки, починають втілюватись у життя без попередньої оцінки їх впливу на довкілля. Таке трапляється навіть з програмами, що пов'язані з ліквідацією наслідків катастроф. Наприклад, при реконструкції зруйнованих будівель зростає потреба в деревині як закріплювальному матеріалі. Вирубубання дерев, що є наслідком

зростаючих потреб у деревині, підвищує уразливість відносно селів і веде до довгострокових змін у довкіллі. Проекти, що спрямовані на розвиток економіки, можуть нав'язувати вибір між зменшенням уразливості по відношенню до катастроф і зменшенням економічної уразливості. Таким чином, проект штовхає на компромісне рішення.

3. З'являються можливості розвитку, що були викликані безпосередньо надзвичайними ситуаціями.

Попри те, що міжнародне співтовариство все глибше усвідомлює небезпеку катастроф і важливість послідовного планування дій з надання першої допомоги, часто потрібно втручання руйнівного стихійного лиха, щоб змусити конкретний уряд замислитись про те, що катастрофа може послужити поштовхом розвитку.

Далеко не всі працівники сфери економіки розуміють, які можливості надають катастрофи у сфері розвитку. Катастрофи можуть створити таку політичну і економічну атмосферу, в якій великі зміни можуть бути проведені у більш стислі терміни, ніж при звичайних обставинах. Наприклад, в період після катастрофи існують великі можливості для проведення земельних реформ, поліпшення житлових умов, створення нових робочих місць, розширення і модернізації економічної бази суспільства. Колективне бажання діяти – це перевага, яку не можна упускати.

Висновки. Попередження надзвичайних ситуацій та ліквідація їх наслідків є важливим завданням державної політики у сфері цивільного захисту. Дієвість такої політики знаходить відображення у тому, чи була відвернута катастрофа та як швидко були ліквідовані наслідки в разі її виникнення, а це залежить від наступного: як суспільство функціонує в економічному та соціальному плані; як суспільство і держава взаємодіють між собою; як підтримуються зв'язки між людьми і організаціями, що приймають рішення. Катастрофи можуть виявити зони підвищеного ризику, в яких слід зробити певні кроки до того, як виникне чергова катастрофа. Усвідомлення уразливості може послужити спонукальним мотивом для політиків і громадськості взяти участь в спільній роботі із пом'якшення наслідків катастрофи. Катастрофа може також з особливою виразністю показати, що країна ще має можливості для розвитку. Таким чином, вона притягне до країни увагу інвесторів і кошти для здійснення довгострокових програм з розвитку економіки.

## Література:

1. Абалкин Л. И. Что посеешь, то и пожнешь... / Л. И. Абалкин // Аргументы и факты. – 1988. – № 26. – С. 1.
2. Мягко С. М. Распространенность техногенных и природных чрезвычайных ситуаций в России / С. М. Мягков, К. А. Козлов // Вестник Моск. ун-та. – 1993. – № 5. – С. 11–15.
3. Постанова Кабінету Міністрів України № 250 [Електрон. ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/250-95-%D0%BF>.
4. Рудашевский В. Д. Риск, конфликт и неопределенность в принятии решений / В. Д. Рудашевский // Вопросы психологии. – 1994. – № 2. – С. 12–18.

## INFLUENCE OF EMERGENCY IN SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT AREAS

*Korenovs'ka YU. D., Petrov I.V*

*Research on the impact of emergencies on the socio-economic development areas.*

УДК 323.285

## ТЕРОРИЗМ ЯК ПРОБЛЕМА СУЧАСНОГО СУСПІЛЬСТВА

*Болгов О. В. студент гр. М5/2м*

*Науковий керівник старший викладач Петров І. В.*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*До соціально-політичних небезпек належать: тероризм, захоплення заручників та важливих об'єктів, виникнення локальних військових конфліктів на міжетнічній, релігійній основі, епідемії тощо.*

*В социально-политических опасностей относятся: терроризм, захват заложников и важных объектов, возникновения локальных военных конфликтов на межэтнической, религиозной основе, эпидемии и т.д.*

Соціально-політичні небезпеки зумовлюються виникненням різного роду соціальних конфліктів, в основі яких є зіткнення двох чи більше різноспрямованих сил з метою реалізації їх інтересів за умов протидії.

До соціально-політичних небезпек належать: тероризм, захоплення заручників та важливих об'єктів, виникнення локальних військових конфліктів на міжетнічній, релігійній основі, епідемії тощо.

Сьогодні існує тенденція до збільшення кількості проявів тероризму, посилення їх активності і могутності, об'єднання зі злочинним бізнесом, налагодження між ними тісної співпраці. Поширюється діапазон вимог і погроз терористів. Усе частіше ведуться розмови про можливість якої-небудь із терористичних структур створити чи захопити ядерну зброю.

Практично всі збройні конфлікти, які виникали за останні роки на Балканах, в Азії (Афганістан, Ірак), на Близькому Сході, на території СНД супроводжувалися хвилею диверсійно-терористичної діяльності, внаслідок якої, передусім, страждало мирне населення. Серед найвідоміших міжнародних терористичних організацій варто виокремити "Ірландську республіканську армію", "Червоні бригади", "Аум-Сенріке", "Хамас", а також "Аль-Каїду" і "Світовий фронт Джихаду", створені бенЛаденом.

Можна згадати великомасштабні терористичні акти із застосуванням отруйних речовин, які вчинили члени релігійної організації "Аум-Сенріке" в Японії. Унаслідок застосування отруйної речовини типу "зарін" 27 червня 1994 року семеро осіб загинуло і 144 дістали ураження різного ступеня. 20 березня 1995 року терористи цієї організації знову застосували хімічну зброю. Внаслідок терористичного акту було заражено 16 підземних станцій метро, смертельні ураження дістали 12 осіб і майже 4 тисяч осіб зазнали отруєння різного ступеня.

Апогеєм прояву сучасного міжнародного тероризму стала трагічна подія 11 вересня 2001 року в США, коли літаками було зруйновано два хмарочоси в Нью-Йорку. Внаслідок цього загинуло понад 3 тисячі людей.

У результаті спільних зусиль державам вдалося укласти низку міжнародних угод, в яких подано юридичне визначення деяких видів тероризму і передбачаються заходи боротьби з цією НС. Світова практика свідчить, що боротьба з тероризмом повинна належати до загальнодержавних завдань. З цією метою в рамках ООН розроблена система протидії поширенню організованого міжнародного тероризму. При ООН з 1973 року діє спеціальний комітет з тероризму, який працює, в основному, у трьох напрямках:

- вироблення та узгодження правових норм, підготовка міжнародних договорів та конвенцій;
- виявлення та вивчення причин, що породжують тероризм;
- розробка заходів боротьби з тероризмом.

В Україні, розвитку тероризму сприяють глибока соціально-економічна криза, протистояння політичних сил, наростання проявів сепаратизму, зубожіння та люмпенізація значної частини населення, процеси соціального розшарування, розвиток кримінальних підприємницьких та державних структур, корумпованість державного апарату, розвиток потужного нелегального ринку зброї, девальвація моральних та духовних цінностей. Аналіз матеріалів спеціалізованих урядових установ свідчить про те, що найбільш поширеною в Україні мотивацією скоєння терактів виступає:

- а) кримінальна діяльність, особливо її транснаціональні форми;
- б) намагання перешкодити громадській, політичній або економічній діяльності;
- в) створення ускладнень або напруження у міждержавних відносинах.

В «Рейтингу тероризму» Україна посідає 56-е місце, що враховуючи список із 158 країн достатньо високо. В даний час різко підвищився рівень терористичних актів. Наприклад:

- обстріл автобусу під біля населеного пункту Волноваха, який відбувся 13 січня 2015 року внаслідок чого загинуло 12 осіб та 18 було поранено;

- вибух біля Московського районного суду в м. Харків, який відбувся 19.01.2015 року внаслідок чого було поранено 14 осіб, 8 з них було госпіталізовано;

- вибухи в різних містах та селищах (Одеса, Харків, Луганськ, Славянськ, Дебальцево, Артемівск та ін.).

Також слід відмітити, що завдяки державним спеціалізованим службам вдалось уникнути проведення терористичних актів в таких містах як Харків, Миколаїв, Київ, Львів, Одеса, Артемівск та ін..

Боротьба з тероризмом в Україні. Головним принципом попередження та боротьби має стати постійне удосконалення відповідної вітчизняної законодавчої бази. Першим кроком тут може стати прийнятий ВРУ закон “Про боротьбу з тероризмом”. У статті 1 цього закону тероризм визначено як “погрозу застосування насильства, а також його застосування, які породжують почуття страху як у окремих громадян, так і у багатьох людей, і розраховані на їх залякування та породження недовіри до органів державної влади у спроможності протидіяти цим злочинним проявам”.

У законі добре було б врахувати позитивний досвід Італії у боротьбі з цим явищем, а саме: визнати тероризм державним злочином, встановити за нього максимальний строк покарання, передбачити можливість використання положень цього закону разом з нормами Кримінального кодексу України з автоматичним збільшенням міри покарання у разі доведення терористичного характеру акту порівняно з загальнокримінальним злочином; запровадити обов’язкову кримінальну відповідальність за дії, пов’язані з пропагандою тероризму; дозволити правоохоронним органам та спецслужбам отримувати у випадках, пов’язаних із діяльністю терористичних організацій, відповідні санкції прокурора по телефону.

Непоганим було б впровадження державних програм винагород за надання цінної розвідувальної або попереджувальної інформації щодо міжнародного тероризму. Наприклад, в США існує можливість запропонувати інформаторові винагороду до 4 мільйонів доларів. Інформанти можуть контактувати зі співробітниками програми через поліцейні канали, для чого існує вільна цілодобова міжнародна лінія; зв’язок відбувається й через комп’ютерну мережу ІНТЕРНЕТ, канали ФБР та Держдепартаменту США.

На думку фахівців ІНТЕРПОЛу “отримана інформація не може бути надбанням лише однієї держави”. Іншими словами, одним з головних методів боротьби залишається співробітництво країн у цій сфері.

Не можна також забувати про інститут видачі злочинців. Відповідні міжнародно-правові угоди Україна вже уклала з державами СНД, Польщею,

Угорщиною, Словаччиною, ФРН та іншими членами міжнародного співтовариства.

В Україні необхідно приділити увагу для покращення органів, головною ціллю яких є виявлення і знешкодження терористичних актів. Також необхідно охороняти небезпечні й політично важливі об'єкти з цілою зменшення вірогідності здійснення на них терористичних дій. Внаслідок цього рівень тероризму в країні знизиться і разом з ним знизиться ризик громадян стати жертвою терористичного акту.

### **Література:**

1. Желібо Є. П. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник. – Львів: «Новий Світ 2000», 2005, - 340с.
2. <http://www.ukrainereferat.org/uaref-917-1.html>
3. <http://bukvar.su/politologija/98274-Terrorizm-kak-mirovaya-problema.html>
4. <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/638-15>
5. <http://inter.criminology.onua.edu.ua/?p=1029>

### **TERRORISM AS A PROBLEM OF MODERN SOCIETY**

*Bolhov V. V. Petrov I. V.*

*Socio-political threats include terrorism, hostage-taking and critical facilities, the emergence of local military conflicts on ethnic, religious basis, epidemics, etc.*

## ЗМІСТ

<i>Р.Є.Ластовецький, Г.О.Іванов</i> Види похибок і причини їх виникнення.	3
<i>В.О.Алєєв, Г.О. Іванов</i> Застосування теорії ймовірностей при аналізі похибок.	5
<i>С.С.Царенко, Г.О.Іванов.</i> Характеристики розсіювання величин.	10
<i>Я.М.Лебедева, Г.О.Іванов.</i> Визначення ймовірного відсотка браку за розсіюванням величин згідно закону Гаусса.	15
<i>Р.В.Юрескул, Г.О.Іванов.</i> Обробка результатів вимірювання.	18
<i>М.С.Шворінь, Г.О.Іванов,</i> Вплив відхилів форм і розташування поверхонь, хвилястості і шорсткості на якість виробів і експлуатаційні показники машин.	23
<i>Я.М.Лебедева, Г.О.Іванов.</i> Приклади визначення ймовірного відсотка браку за розсіюванням величин згідно закону Гаусса.	26
<i>А.Грубань, І.С.Павлюченко.</i> Використання новітніх технологій в створенні технічного креслення.	30
<i>М.Ю.Смішний, Н.А.Горбенко.</i> Особливі випадки при вирішенні задач з дисципліни механіка матеріалів і конструкцій за допомогою рівняння трьох моментів.	32
<i>О.Ващинська, І.С.Павлюченко.</i> Покращення технологічних властивостей ґрунту при використанні технології NO-TILL.	35
<i>А.В.Вілянська, Г.О.Іванов.</i> Азотування зубчастих коліс.	36
<i>В.С.Некрасов, П.М.Полянський, Г.О.Іванов.</i> Антифрикційні сплави для виготовлення вольниць кочення .	40
<i>О.С.Владимиров П.М.Полянський.</i> Металокерамічні фрикційні матеріали.	46
<i>О.М.Непом'яций, Є.Є.Самойленко.</i> Рекурентні співвідношення.	49
<i>А.В.Вілянська, С.В.Євстрат'єв.</i> Математичні розрахунки в економіці	51
<i>Г.Череповська, Є.Івануна, О.В. Цепуріт.</i> Використання полярної системи координат кривих 2-го порядку на площині.	56
<i>В.П. Варій, А.Ю.Поплужна, І.В. Бацуровська.</i> Біопаливо: сучасний стан та перспективи.	59
<i>А. Фігун, О.В. Хвоцан.</i> Дослідження характеристик електричного розряду в умовах свердловин.	62
<i>Д.О.Єрж, Д.Л. Кошкін, О.С. Садовий.</i> Автоматизована система керування мікрокліматом теплиці.	65
<i>А.Сезоненко, О.В. Хвоцан.</i> Оптимізація габаритних розмірів високовольтного трансформатора заглиблених електророзрядних пристроїв підвищеної потужності.	67
<i>І.Шишлов, О.В. Хвоцан.</i> Історія розвитку приладів обліку електричної енергії.	69
<i>Є.О.Підгородецька, О.С.Кириченко.</i> Аналіз енергоефективної установки сушіння зерна.	71
<i>А.К.Фігун, О.С.Кириченко.</i> Використання синхронних генераторів з постійним магнітами в автономних вітроенергетичних установках.	73

<i>І.О.Доброхлон, Д.О. Захаров.</i> Підвищення ефективності виробництва соків на основі застосування електропламолітичної обробки.	74
<i>А.С.Обухов, Д.О.Захаров.</i> Аналіз доцільності застосування озону для знезараження сільськогосподарської продукції.	77
<i>М.В.Лисюк, Д.О.Захаров.</i> Розробка ємнісного дільника напруги для реєстрації імпульсних напруг амплітудою до 150 кВ.	79
<i>С.В.Петров, К.В.Дубовенко.</i> Розробка електроенергетичної системи роботизованого всюдихода.	81
<i>А.І.Костандой, К.В. Дубовенко.</i> Розробка синхронного без щіткового генератора з постійними магнітами для вітряної електростанції малої потужності (до 4 кВт).	83
<i>А.С.Пухалевич, К.В. Дубовенко.</i> Розробка модулів автоматизованої метеорологічної станції.	86
<i>М.Ю.Мащенко, А.С. Пастушенко.</i> Розробка технологічної лінії та обґрунтування параметрів машини для виділення насіння огурка і дині.	88
<i>О.В.Нікітін, О.О. Басьонок, О.І. Норинський.</i> Дослідження технологічного процесу післязбиральної обробки картоплі.	90
<i>О.В.Болгов, Д.І. Кондря, В.В.Стрельцов.</i> Аналіз вітчизняних та закордонних технологій і обладнання для вилучення олії механічним способом.	93
<i>І.В. Чернов, О.А.Горбенко.</i> Дослідження технологічного процесу виробництва комбікормів з обґрунтуванням вибору конструкції подрібнювача зерна.	99
<i>Р.В.Юрескул, С.П. Катрич, Н.А. Горбенко.</i> Аналіз технологічних схем підготовки насіння олійних культур до витискання олії	102
<i>А.Д. Полудень, О.В. Прокопчук, М.С. Храмов.</i> Дослідження залежності деформації насіння від прикладеного зусилля.	107
<i>А.В.Атаманенко, Б.И. Бутаков, В.А. Артюх.</i> Определение режимов обкатывания роликами.	110
<i>А.Д. Полудень, Б.И. Бутаков, В.А. Артюх.</i> Исследование поверхностного слоя вала из стали 40 после обкатывания роликом.	114
<i>В.М. Капуста, А.О. Стоянова, К.М. Думенко, К.С. Шевченко.</i> Аналіз і перспективи розробки обладнання для виділення насіння баклажанів.	120
<i>О.С. Іванов, С.С. Лапіко, Д.Д. Марченко.</i> Дослідження та розробка технології відновлення валів роторів турбокомпресорів та застосування гідроакумулятора в системі мащення.	122
<i>А.С.Козаченко, Є.О. Силенко, Д.Д. Марченко.</i> Підвищення працездатності і стійкості швидкорізального інструменту за рахунок застосування технологічних можливостей обробки	125
<i>С.С. Козаченко, Д.Д. Марченко.</i> Дослідження впливу ремонтно-відновлювальних складів на поверхнях тертя та захист сільськогосподарської техніки від корозії і зношування із застосуванням нанотехнологій.	131

<i>О.О.Кочергін, Д.Д. Марченко.</i> Дослідження і розробка технології обробки поверхонь деталей машин.	137
<i>І.В.Логвінюк, Д.Д. Марченко.</i> Підвищення довговічності і надійності деталей машин технологічними методами.	141
<i>А.Л.Мардоян, Д.Д.Марченко.</i> Діагностування циліндро-поршневої групи та підвищення довговічності дизельної паливної апаратури і змащувальної системи двигуна.	145
<i>П.С.Железняк, О.В.Бондаренко.</i> Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів копача цибулі.	148
<i>О.С.Макаренко, О.В.Бондаренко.</i> Обґрунтування режимів роботи копача коренебульбоплодів цукрових буряків.	151
<i>В.О. Македонський, О.В. Бондаренко.</i> Дослідження тягового опору робочих органів комбінованого ґрунтооброблювального знаряддя.	155
<i>О.П.Чопко, О.В. Бондаренко.</i> Перспективи впровадження шнека-мотовила збирання соншнику.	161
<i>О.М. Макарчук, В.І. Гавриш.</i> Покращення експлуатаційних показників тракторів збагаченим повітряним зарядом дизеля на впуску.	165
<i>О.П. Запорожець, В.І Гавриш.</i> Обґрунтування стратегії щодо використання рослинної сировини для виробництва дизельного біопалива.	168
<i>М.М. Гончаренко, С.Ю. Ніколайчук, В.І. Гавриш.</i> Визначення напрямків використання біогазу.	170
<i>В.О. Корнійчук, К.М. Горбунова.</i> Формування інтересу до здорового способу життя у студентської молоді.	172
<i>П.В. Попов, К.М. Горобунова.</i> Соціально-гуманітарні дисципліни в структурі професійної підготовки інженерів аграрного профілю.	174
<i>І.С. Копач, І.В. Петров.</i> Природні небезпеки метеорологічного характеру в Україні та захист від них.	176
<i>Ю.Д. Кореновська, І.В. Петров.</i> Вплив надзвичайних ситуацій на соціально-економічний розвиток територій.	179
<i>О.В.Болгов, І.В. Петров.</i> Тероризм як проблема сучасного суспільства.	182

Наукове видання

МАТЕРІАЛИ

27-ї студентської науково-теоретичної конференції

«Участь молоді у розбудові агропромислового комплексу країни»

25- 27 березня 2015 р.

м. Миколаїв

Технічний редактор: Д.Д. Марченко

Комп'ютерна верстка: Л.Д. Мусакадієва

Формат 60x84/16. Ум. друк арк. 11,8

Тираж прим. Зам. №

Надруковано у видавничому відділі

Миколаївського національного аграрного університету

54020, м. Миколаїв, вул. Паризької Комуни, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №4490 від 20.02.2013р.