



## МАТЕРІАЛИ

ПРИЧОРНОМОРСЬКОЇ РЕГІОНАЛЬНОЇ  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
ПРОФЕСОРСЬКО – ВИКЛАДАЦЬКОГО СКЛАДУ

«РОЗВИТОК УКРАЇНСЬКОГО СЕЛА – ОСНОВА АГРАРНОЇ  
РЕФОРМИ В УКРАЇНІ»

22 - 24 квітня 2015 р

Зареєстровано в УкрІНТЕІ,  
посвідчення №691  
від 25.11.2014р.

**Миколаїв - 2015**

УДК 62-1:621:006.4  
ББК 34.4+30ц+34.5  
691

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.

691

Матеріали причорноморської регіональної  
науково-практичної конференції професорсько-  
викладацького складу  
«Розвиток українського села – основа аграрної  
реформи України»  
22- 24 квітня 2015 р  
/ Міністерство освіти і науки України;  
Миколаївський національний аграрний університет. –  
Миколаїв: МНАУ, 2015. – 101 с.

© Миколаївський національний  
аграрний університет, 2015

## ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ СИЛИ АЕРОДИНАМІЧНОГО ОПОРУ НА ШВИДКІСТЬ РУХУ НАСІННИКА

*К.М. Думенко, д.т.н., проф.;*

*К.С. Шевченко, асистент*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*У статті наведено проблему виділення насіння баклажанів механізованим шляхом. В результаті досліджень визначено вплив аеродинамічного опору повітря на тіло насінника баклажану. А також приведені графічні результати досліджень.*

**Ключові слова:** аеродинамічний опір, вільне падіння, робоча камера, модель.

*В статье приведены проблему выделения семян баклажанов механизированным путем. В результате исследований определено влияние аэродинамического сопротивления воздуха на тело семенника баклажана. А также приведены графические результаты исследований.*

**Ключевые слова:** аэродинамическое сопротивление, свободное падение, рабочая камера, модель.

**Постановка проблеми, аналіз останніх публікацій щодо її розв'язання.** Обладнання галузі виробництва насіння овоче-баштанних культур на сьогодні є одним з найменш досконалих. Окреме питання, яке стосується отримання насіння баклажанів взагалі стоїть досить гостро. Відсутність необхідних машин для механізованого процесу отримання насіння вимагає вирішення цієї задачі шляхом розробки нового технологічного обладнання [1], що потребує обов'язкового проведення досліджень механіко-технологічних властивостей плодів та насіння різних сортів баклажанів.

При дослідженні насінника баклажана під час виконання робочого процесу належну увагу необхідно приділити механіко-технологічним параметрам плоду.

Основні фундаментальні роботи виконані Роботновим О.М., Нігматуліним Р.І., Ніколаєвським В.М., та іншими вченими представляють методичні підходи створення моделей суцільних середовищ є складним і мало зручним для використання в даному випадку.

**Метою дослідження** є визначення впливу дії сили аеродинамічного опору на тіло насінника, що дає можливість створити математичну модель, яка б відповідала процесу отримання насіння внаслідок перетирання насінневої маси, а також описати диференційне рівняння руху тіла насінника в середині робочої камери машини.

**Результати досліджень.** Досліджуючи насіння насінника з висоти, встановлено, що на нього діє сила аеродинамічного опору (рис. 1). Пропонується визначити вплив даної сили на швидкість руху насінника. Нехай мацерований насінник падає з висоти  $h$  на горизонтальну поверхню.

Відповідно в т.О розташуємо початок координат. Звідки отримаємо, що момент часу  $t=0$ :

$$y = 0; \frac{dy}{dt} = 0. \quad (1)$$

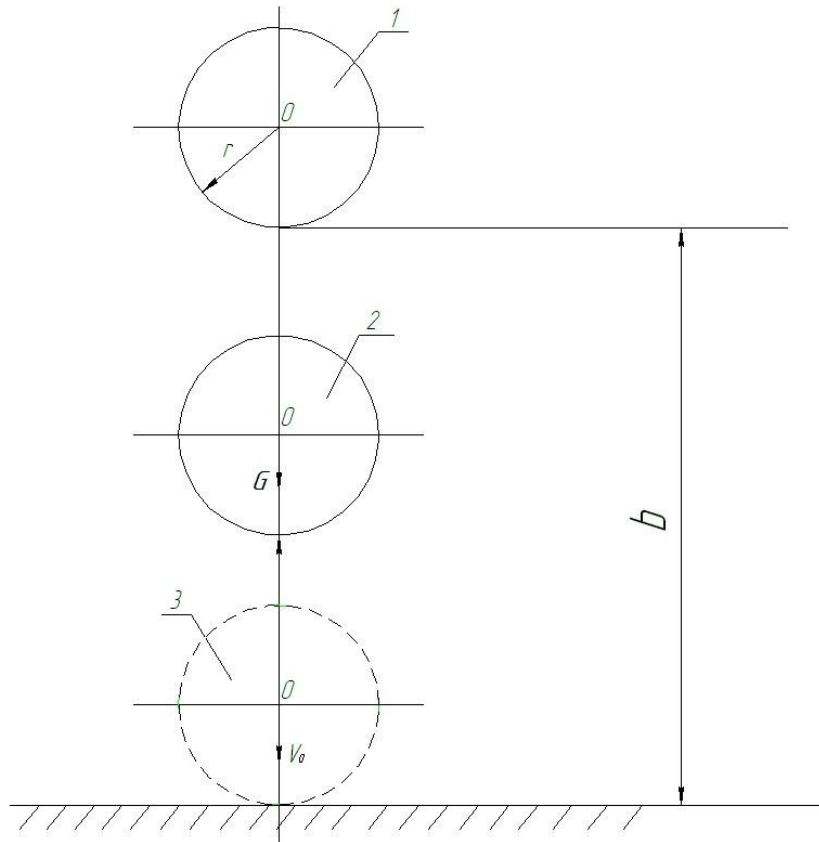


Рис. 1. Схема вільного падіння насінника

Рівняння руху матиме вигляд:

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} = G - N_a, \quad (2)$$

де  $m$  – маса насінника;

$G$  – вага тіла ( $G=mg$ );

$N_a$  – сила аеродинамічного опору.

Згідно [2] маємо:

$$N_a = k S_H \frac{\rho_n}{2} v^2, \quad (3)$$

де  $S_H$  – площа найбільшого поперечного перерізу тіла в площині,

перпендикулярний напрямку руху;

$\rho_n$  – густина повітря;

$v$  – швидкість руху тіла;

$k$  – коефіцієнт, що залежить від форми тіла і швидкості потоку.

Для кулі коефіцієнт  $k = 0,1 \dots 0,4$ , для короткого циліндру при обтіканні з торця  $k \approx 1$ , для короткого циліндру при обтіканні бічної поверхні коефіцієнт  $k \approx 0,63$ . При дослідженні падіння насінника з висоти було

встановлено, що в більшості випадків насінник падав вниз боковою частиною через нерівномірність мацерування, тому доречно прийняти  $k \approx 0,63$ , як циліндр при обтіканні бічної поверхні.

Всі члени рівняння (2) розділимо на  $m$ , внаслідок чого маємо:

$$\frac{d^2 y}{dt^2} = m - k \left( \frac{dy}{dt} \right)^2 \quad (4)$$

$$\text{де } k = \frac{3c\pi R_m^2}{2 \cdot 4\pi R^3 \rho} = \frac{3\rho_m}{8\rho R};$$

$\rho_m$  – густина матеріалу насінника.

$$\text{Згідно [3]} \quad \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dy} \cdot \frac{dy}{dt} = v \frac{dv}{dy} = \frac{1}{2} \frac{dv^2}{dy}, \text{ відповідно (4) запишемо, як}$$

$$\frac{dv^2}{dy} + 2kv^2 = 2g, \quad (5)$$

$$\text{при умові } y=0 \text{ та } v=0. \quad (6)$$

Розділивши змінні в (5) та про інтегрувавши, отримаємо:

$$\ln \left( \frac{g}{k} - v^2 \right) = -2ky + C, \quad (7)$$

де  $C$  – постійна інтегрування, значення якої знайдемо з умови (6).

Здійснивши розрахунок, знайдемо швидкість падіння насінника:

$$v^2(h) = \frac{g}{k} (1 - e^{-2kh}). \quad (8)$$

Або перейшовши до безрозмірної швидкості:

$$v^2 = \frac{1 - e^{-2kh}}{2kh}, \quad (9)$$

$$\text{де } \bar{v} = \frac{v}{v_0}.$$

При  $2k < 1$ , розкладемо експоненту в ряд і залишимо три члени ряду в (9), отримаємо:

$$\bar{v}^2 = \frac{1 - \left( 1 - 2kh + \frac{(2kh)^2}{2!} \right)}{2kh} \approx 1 + kh. \quad (10)$$

З (10) знайдемо величину відносної похибки у визначенні швидкості падіння без урахування опору повітря:

$$dv(h) = \left| \frac{v_0 - v(h)}{v_0} \right| = \left| 1 - \bar{v}(h) \right| = \left| 1 - \left( 1 + \frac{kh}{2} \right) \right| = \frac{kh}{2}. \quad (11)$$

$$\text{Нагадаємо, що } \max \frac{kh}{2} = \frac{3}{16} \frac{\rho_m}{\rho} \frac{h}{R} \approx 0,04.$$

На рис. 2 наведені результати розрахунку функції (11) у вигляді:

$$\overline{v(p)} = \sqrt{\frac{(1 - e^{-p})}{p}}, \quad (12)$$

де  $p$  – параметр, що впливає на швидкість падіння насінника, враховуючи його формулу і густину,  $p = 2kh$ .

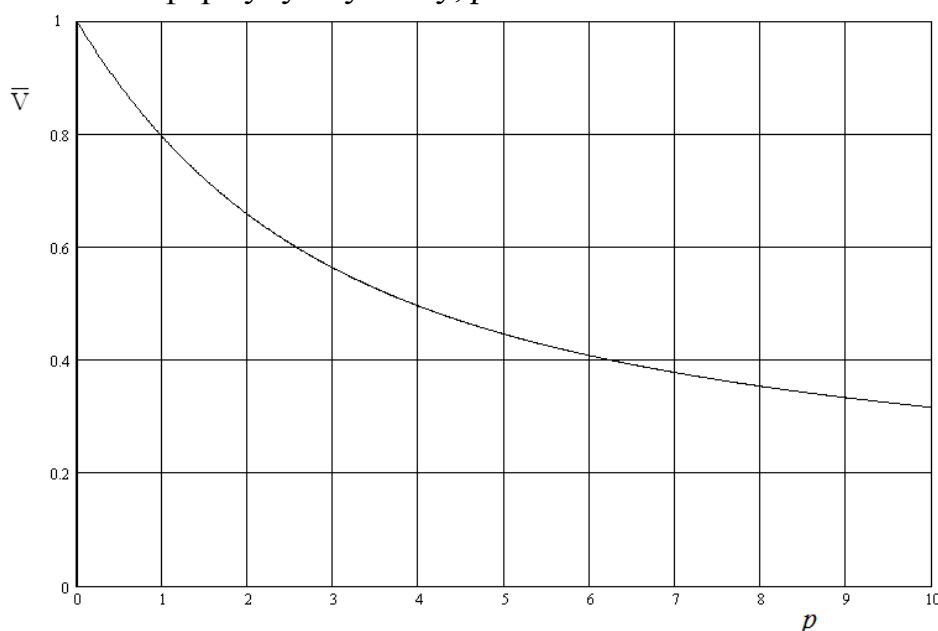


Рис. 2. Залежність відносної швидкості  $\overline{v}$  падіння тіла насінника від параметру  $p$

**Висновок:** Результати теоретичних досліджень дали можливість визначити величину впливу сили опору повітря на насінник, що є необхідним для описання диференційного рівняння руху насінника в середині циліндричного барабану та створення адекватної моделі виділення насіння.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Медведєв В.П. Механизация производства семян овощных и бахчевых культур / В.П. Медведєв, А.В. Дураков. – М. :Агропромиздат, 1985. – 239 с.
2. Пастушенко С.І. Дослідження аеродинамічного опору при падінні тіла насінника перцю / С.І. Пастушенко, К.М. Думенко // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – Миколаїв : МДАУ, 2006. – Вип. 1(39). – С. 115-122.
3. Динник А. Удар и сжатие упругих тел / А. Динник. – Киев : АН УССР, 1952. – 142 с.
4. Пастушенко С.І. Математичне моделювання фізико-механічних параметрів середовища насінника солодкого та гострого перцю / С.І. Пастушенко, К.М. Думенко // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь : ТДАТА, 2006. – Вип. 41. – С. 55-63.
5. Василенко П. Введение в земледельческую механику / П. Василенко. – К. : Сільгоспосвіта, 1996. – 252 с.

6. Василенко П. Теория движения частиц по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин / П. Василенко. – К. : УАСХН, 1960. – 284 с.

7. Василенко П. Элементы земледельческой механики / П. Василенко [тр. каф. с.-х. машин УСХА]. – 1974. – 320 с.

8. Пастушенко С.І. Математичне моделювання параметрів процесу ударної взаємодії в системі бич-насічник / С.І. Пастушенко, К.М. Думенко // Вісник Сумського національного аграрного університету. – Суми, 2007. – Вип. 1(16). С. 127-135.

## DEFINITION INFLUENCE OF AERODYNAMIC RESISTANCE ON VELOCITY OF SEED

**K.Dumenko, Prof.; K. Shevchenko, assistant**

*In the article the problem of allocation eggplant seeds mechanized way. As a result, studies the influence of air drag on the body aubergine seed. Also shows the graphical result of research.*

**Keywords:** aerodynamic drag, free fall, the working camera model.

УДК 621.7:621.8+539.4

## АНАЛІЗ ПРИЧИН ЗНОШУВАННЯ КАНАТНИХ БЛОКІВ ТА МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ОБКАТУВАННЯМ РОЛИКАМИ

**Марченко Д.Д., к.т.н., асистент**

*Миколаївський національний аграрний університет*

*В статті приведені результати аналізу причин зношування канатних блоків. Встановлено, що блоки зношуються в результаті контактного навантаження поверхонь тертя, та в більшості випадків руйнування починається в поверхневому шарі, а опір йому визначається якістю поверхневого шару. Було запропоновано технологію зміцнення профілю канатних блоків за допомогою обкатування клиновим роликом, що дозволило підвищити їх довговічність у 3 – 4 рази.*

*В статье приведены результаты анализа причин износа канатных блоков. Установлено, что блоки изнашиваются в результате контактной нагрузки поверхностей трения, и в большинстве случаев разрушения начинается в поверхностном слое, а сопротивление ему определяется качеством поверхностного слоя. Было предложено технологию упрочнения профиля канатных блоков с помощью обкатывания клиновым роликом, что позволило повысить их долговечность в 3 - 4 раза.*

У канатних блоках під час експлуатації канат взаємодіє з поверхнею його струмка і за рахунок пружної деформації і кручення під дією

розтягуючого навантаження проковзує і обертається відносно власної вісі, що призводить до різних видів ушкодження: знос струмка, появи тріщин, відколи реборд, загальні деформації і інші дефекти.

Фундаментальний внесок у теорію, розрахунок і конструювання пари тертя «канатний блок – канат» внесли дослідження М. Ф. Глушко [1], М. К. Гончаренко, П. П. Нестерова, В. Т. Козлова, М. М. Хальфіна, Н. К. Хорходіна, В. А. Рижикова, В. О. Веселовський, А. А. Короткий та ін.

Блоки виготовляють з чавуну, сталі литими, штампованими і зварними [2]. Використання чавуну для литих блоків підвищує зносостійкість блоку на 10 – 12% в порівнянні із сталевим. Зношені чавунні канатні блоки (СЧ 15 – 32) замінюють блоками із сталі – 25Л [3].

Для зменшення зносу каната шорсткість поверхні струмка має бути не вища  $R_z = 20$  мкм. Діаметр канатних струмків блоків в результаті зношування не має бути менше значень, приведених нижче.

|                         |              |              |          |
|-------------------------|--------------|--------------|----------|
| Діаметр каната $d$ , мм | Від 14 до 28 | Від 28 до 35 | Понад 35 |
| Діаметр канавки, мм     | $d + 1,5$    | $d + 2,5$    | $d + 4$  |

При загальному зносі струмків канатного блоку або при появі неоднакового зносу струмків, що викликає прослизання канатів під час експлуатації блок має бути проточений або замінений новим.

Основним критерієм придатності канатного блоку і подальшої експлуатації є величина його тягової здатності. Тягова здатність канатних блоків залежить від цілого ряду чинників: форми струмка, шорсткості поверхні струмків, зносу канатів, наявності мастила, нерівномірності навантаження окремих канатів. Необхідність ремонту або заміни блоку можна встановити по глибині радіального зносу струмка, при якій фактична тягова здатність блоку стає менше потрібної тягової здатності. Іншим чинником діагностування, що визначає працездатність канатного блоку, слід рахувати допустиму різницю в радіусах охоплення канатного блоку декількома канатами, обумовлену нерівномірним зносом струмків блоку. Вказаний чинник є причиною пробуксовування окремих канатів на блоці, що істотно зменшує термін служби тягового вузла (канатний блок – канат).

При наддопустимому зносі струмка канатні блоки і напівблоки  $\varnothing > 900$  мм підлягають заміні. Струмки блоків  $\varnothing < 900$  мм допускається відновлювати наплавленням з подальшим відпалом. Профіль струмка перевіряють шаблоном і потім роблять поверхнєве загартування. Місцевий злам стінки струмка завдовжки до 300 мм блоку  $\varnothing = 1400$  мм допускається відновлювати тільки в одному місці приварювання вставки і зачисткою урівень з початковим контуром струмка.

За наявності тріщин, що проходять через обід, блоки і напівблоки бракуються. Блоки не допускається до експлуатації за наявності тріщин на ребордах або спицях, а також відколу на ребордах або відбитку каната на струмку. Радіальне биття канатного блоку по струмку при діаметрі від 450

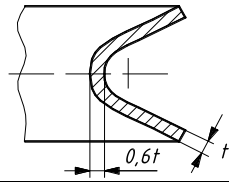
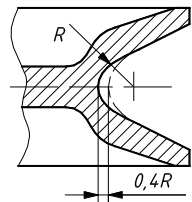


до 800 мм не повинне перевищувати 0,2 мм, при діаметрі від 800 до 1000 мм – не більше 0,25 мм.

Вироблення струмка і реборд, зношування осей і втулок, посадочні поверхні канатних блоків викликає заїдання підшипників блоку або косе натягнення каната. При косому натягненні каната (при великій девіації) відбувається одностороннє вироблення бічної поверхні реборд канатного блоку.

Канатні блоки підлягають заміні досягши граничного зносу, згідно табл. 1.

Таблиця 1

| Граничний знос канатних блоків                                                               |                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Граничний знос                                                                               | Схема                                                                                |
| Блоки канатні зварні:<br>зменшення товщини обода блоку в місці максимального зносу на $0,4t$ |   |
| Блоки канатні литі:<br>робоча поверхня спрацьована на глибину до $0,4R$                      |  |

Якщо канат не здатний змінювати свою форму належним чином, то сила тертя між канатним блоком і тросом зростає, що призводить до швидкого зносу як каната, так і струмка блоку [4].

Знос струмка і реборд канатних блоків, як правило, виникає, якщо заїдають підшипники блоку або криво натягнутий канат (великі кути девіації). Коли підшипники погано змащені і їх заїдає, канат ковзає по блоку, що в умовах абразивного середовища (пил, пісок) призводить до швидкого вироблення струмка або реборд блоку. Особливо швидко виробляються блоки. Для зменшення зношування та підвищення довговічності канатних блоків і канатів практикується футерувати жолоб пластмасами, деревом, текстолітом, резиною, капроном, алюмінієм та іншими матеріалами. При цьому строк служби збільшується в 2 – 2,5 рази. Але, така обробка ускладнює технологію, підвищує вартість канатних блоків та у зв'язку зі значним ускладненням конструкції блоку це доцільно тільки тоді, коли канат внаслідок великої довжини або складної конструкції відносно дорожче блоків і економічно вигідніше збільшити його довговічність [5].

Відновлення блоків за допомогою автоматичного наплавлення, зварювання, електромеханічного способу, гальванічного нарощування та ін. є дуже економічно та матеріально затратними, тому доцільніше проводити заходи щодо зміцнення канатних блоків і підвищення їх довговічності.

Отже, багато способів і методів ефективні для одних умов роботи деталей (рівномірне навантаження, відсутність абразивного зношування та ін.), виявляються малоефективними в інших (ударний характер навантаження, великі питомі навантаження, абразивне зношування і т. п.). Але для великої кількості підприємств обладнання, наприклад для загартування і цементації, є економічно невиправданим і тому завжди постає питання техніко-економічної доцільності його придбання.

При вирішенні питання про доцільність зміцнення і відновлення деталей слід виходити з технічної можливості даного підприємства забезпечити працездатність деталі після її зміцнення і відновлення протягом міжремонтного строку служби вузла, в який входить деталь, і економічної доцільності зміцнення і відновлення.

Тому, найбільш економічно ефективним і технологічно доцільним методом зміцнення канатних блоків є обкатування роликми. Нами розроблена технологія і пристрій для обкатування канатних блоків клиновим роликом (рис. 1).

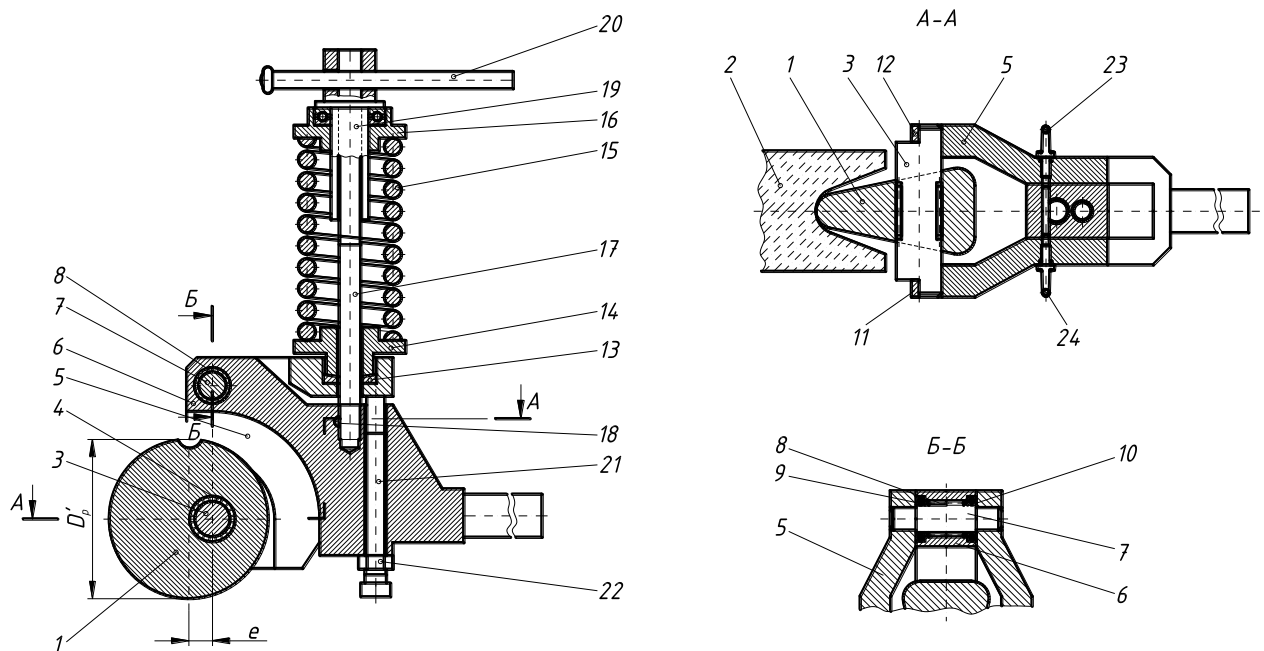


Рис. 1. Пристрій для обкатування канатних блоків клиновим роликом:

- 1 – ролик; 2 – обкатувана деталь; 3, 7 – вісь; 4, 8, 9, 10 – підшипники;
- 5 – важіль; 6 – кронштейн; 11, 12 – планки; 13 – сферична шайба;
- 14 – втулка; 15 – пружина; 16 – втулка; 17 – тяга; 18 – штифт;
- 19, 22 – гайка; 20 – рукоятка; 21 – гвинт; 23, 24 – рим болти

Розроблено пристрій і технологію обкатування канатних блоків клиновим роликом, що забезпечує низьку шорсткість і високий ступінь наклепування поверхні [6]. Цей ефект досягається в результаті зберігання

постійного середнього кута  $\varphi$  втискування ролика в оброблювану поверхню і встановлення роликового вузла на опорах кочення [7]. Це сприяє рівномірній деформації поверхневого шару за відсутності хвилястості і призводить до підвищення зносостійкості і контактної міцності, а отже і довговічності канатних блоків.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Глушко М. Ф. Стальные подъемные канаты / М. Ф. Глушко. — К. : Техника, 1966. — 327 с.
2. Справочник по кранам : в 2-х т. / [В. И. Брауде, М. М. Гохберг, И. Е. Звягин и др.] ; под ред. М. М. Гохберга. — М. : Машиностроение, 1988. — Т. 1: Характеристики материалов и нагрузок. Основы расчета кранов, их приводов и металлических конструкций. — 1988. — 536 с.
3. Волошин В. И. Влияние износа блоков на работу подъемных канатов / В. И. Волошин // Подъемно-транспортное оборудование. — К. : Техніка, 1986. — №17. — С. 65—66.
4. Іванченко Ф. К. Підйомно-транспортні машини / Ф. К. Іванченко. — К. : Вища шк., 1993. — 413 с.
5. Спицына Д. Н. Динамика кранов с жестким подвесом груза / Д. Н. Спицына, К. В. Поликарпов. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. — 184 с.
6. Пат. 93252 Україна, МПК В 24 В 39/04. Спосіб чистової та зміцнюючої обробки поверхонь тіл обертання складного профілю і пристрій для його здійснення / Б. І. Бутаков, В. С. Шебанін, Г. С. Бутакова, Д. Д. Марченко ; заявник і патентовласник Миколаївський державний аграрний університет. — № а200815098 ; заявл. 29.12.2008 ; опубл. 12.07.2010, Бюл. № 13.
7. Бутаков Б. И. Разработка технологии обкатывания роликами стальных деталей с целью повышения их контактной прочности / Б. И. Бутаков, Д. Д. Марченко // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. — Мелітополь, 2007. — Вип. 7, Т. 5. — С. 138—150.

## ANALYSIS OF THE CAUSES OF WEAR OF PULLEYS AND METHODS TO INCREASE THEIR DURABILITY BY ROLLING ROLLERS

*Marchenko D.*

*In the article the results of analysis of the causes of wear of the pulleys. Found that blocks wear out as a result of the contact load of the friction surfaces, and in most cases, the destruction begins in the surface layer, and the resistance is determined by the quality of the surface layer. It was suggested that the technology of strengthening the profile of the cable of the blocks by rolling the wedge-type roller, which improved their life by 3 to 4 times.*

## АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ МЕХАНІЗОВАНОГО ЗБИРАННЯ КУКУРУДЗИ

**О.В. Бондаренко, к.т.н., доцент**

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Проведено ґрунтовний аналіз технологічного забезпечення збирання врожаю кукурудзи. Проаналізовано завантаженість кукурудзозбиральної техніки, визначені негативні наслідки її збільшення.*

*Проведено обстоятельный анализ технологического обеспечения уборки урожая кукурузы. Проанализирована загруженность кукурузоуборочной техники, определены негативные последствия ее увеличения.*

**Постановка проблеми.** Нині кукурудза займає одне з провідних місць у світовому виробництві сільськогосподарських культур. Найбільший обсяг виробництва - у США (близько 40 % світового обсягу виробництва кукурудзи та понад 60 % світового обсягу експорту). Доволі швидко в світі зростає врожай кукурудзи. Так у 2012 році показники врожайності в США та країнах ЄС вже перевищували 85 ц/га [4]. В Україні показники врожайності на превеликий жаль більш як удвічі нижчі, не дивлячись, що наша країна, особливо райони півдня України, за своїми кліматичними умовами, як і американський кукурудзяний регіон, вельмисприятлива для виробництва кукурудзи.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Визначення необхідної кількості збиральних машин і їх складу на основі аналізу витрат коштів на придбання техніки та збитків від несвоєчасного збору врожаю запропоновано у роботах [1, 3]. Розраховуючи, що оптимальні строки збирання кукурудзи на зерно не повинні перевищувати 7 днів (перебільшення веде до неминучих значних втрат), розрахункова кількість необхідної Україні кукурудзозбиральної техніки складає 16,5 тис. штук. Однак у приведених розрахунках зовсім не приділено уваги можливим простоям машин пов'язаними з технічними обслуговуваннями та запланованими діагностичними заходами.

**Викладення основного матеріалу досліджень.** За даними Держкомстату України в 2012 році посівна площа кукурудзи на зерно становила 2,6 млн. га, а валовий збір зерна склав – 12,5 млн. т, при середній врожайності 50 ц/га [2]. Але посівні площі, як і врожайність кукурудзи за багаторічними даними досить нестабільні.

Протягом 1991-2012 років має місце різке не поновлюване скорочення кукурудзозбиральної техніки від 15287 в 1991 році до 2857 одиниць в 2012 році (рис. 1). Дефіцит у кукурудзозбиральних комбайнах призводить до подовжування строків збирання і як наслідок, до погіршення якості та кількості валового збору. Окрім того, це є фактором стримування нарощування обсягів виробництва зерна кукурудзи у відповідності до загальноукраїнської та загальносвітової тенденції.

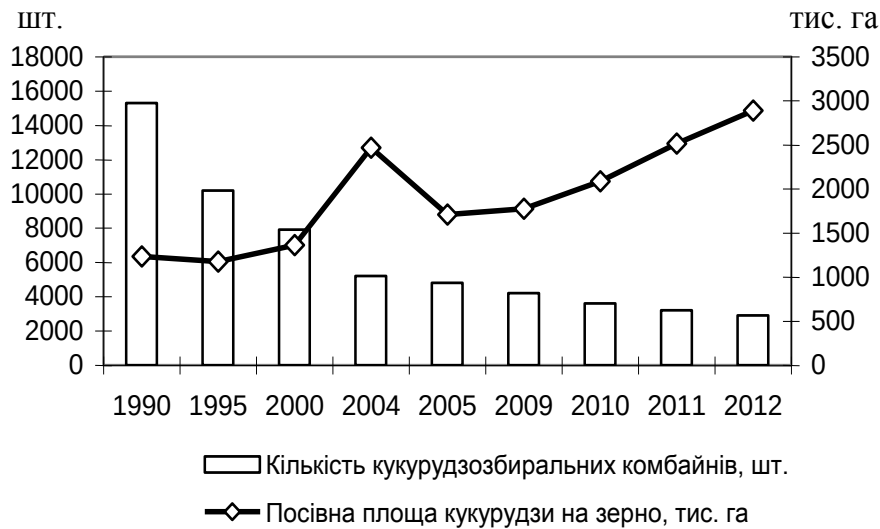


Рис. 1. Відношення кількості кукурудзозбиральної техніки до посівних площ кукурудзи

Нерівномірним є і розподіл кукурудзозбиральної техніки у розрізі регіонів країни. Насамперед варто відзначити, що наявність кукурудзозбиральних комбайнів в більшості регіонів за останні роки не відповідає розміщенню виробництва кукурудзи, деякі області мають в своєму розпорядженні від 5 до 12 одиниць збиральної техніки. За даними Держкомстату в 2012 році в середньому в державі одним кукурудзозбиральним комбайном збиралось близько 1000 га посівних площ, в Миколаївській області - 365 га, АР Крим - понад 600 га, в Волинській та Львівській областях понад 1350 га (для порівняння у 1990 році цей показник складав всього 80 га). В середньому сезонне навантаження одного кукурудзозбирального комбайна перевищує встановлену норму в 5 - 7 разів (нормативний показник для комбайнів складає 130 га, для кукурудзяних приставок 150 га). А не повна забезпеченість технікою в період збирання врожаю приводить до розтягування строків, а значить і до додаткових суттєвих витрат врожаю.

Якщо проводити міжнародні порівняння, то показник кількості кукурудзозбиральних машин в Україні у розрахунку на 1000 га посівних площ у 7 - 10 разів менше, ніж у розвинених країнах. Задіяний парк кукурудзозбиральної техніки в державі практично в шість разів менший від технологічної потреби.

В умовах нестачі власної збиральної техніки аграрні підприємства вимушені йти шляхом її залучення. На сьогоднішній день існує ряд підприємств, які спеціалізуються на відповідних послугах. Але залучення послуг обслуговуючих підприємств надто дороге та в кінцевому рахунку суттєво впливає на собівартість продукції. Наприклад (вартість послуг за цінами 2012 року) перегін трактора здійснюється за розцінками, грн/км: на паливі замовника - 3,60; на паливі виконувача - 10,60. Вартість однієї мотогодини роботи трактора на паливі замовника складає в середньому 500 грн., збирання кукурудзи комбайном – 520 грн., приставкою 480 грн.

Як бачимо, такий напрямок не дозволяє сільськогосподарським підприємствам, яким не вистачає фінансових ресурсів на придбання коштовної техніки, отримувати прибуток.

В цій ситуації аграрії вимушені купувати закордонну збиральну техніку на вторинному ринку. Нині локальний ринок кукурудзозбиральної техніки представлений чотирма основними субринками: вітчизняна нова техніка – 15 %, нова техніка іноземного виробництва (країни далекого зарубіжжя) – 5 %, нова техніка виробництва країн СНД (переважно Росія) – 10 %, техніка іноземного виробництва, що була у використанні - 70 %.

**Висновок.** В умовах нестачі необхідних обсягів фінансових ресурсів аграрним підприємствам потрібно шукати шляхи раціонального використання техніки і на цій основі зменшення її потреби. Результати досліджень показують, що на попередньому етапі доцільно використовувати техніку на міжгосподарській основі та створювати обслуговуючі підприємства технічного забезпечення, а подальшому слід приділяти особливу увагу розробці нової вітчизняної збиральної техніки на основі уніфікації та забезпечення високої надійності агрегатів і вузлів, як основи створення конкурентоздатної техніки. Таки заходи будуть сприяти зростанню рентабельності аграрного виробництва, а також відродженню аграрного сектора України.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Погорілий Л.В. Зернозбиральна техніка: проблеми, альтернативи, прогноз / Л.В. Погорілий, С.М. Коваль // Техніка АПК. — 2003. — № 7. — С. 4—7.
2. Статистичний щорічник України за 2008 рік. Державний комітет статистики України / За ред. О.Г. Осауленка. — К. : Консультант, 2012. — 576 с.
3. Farm Production Expenditure. 2008 Summari. August, 2012. United States Department of Agriculture. National Agriculture Statistics Servise. — 175 p.
4. Key World Energy Statistics. 2012. — International Energy Agency, 2012. 257 p.

## ANALYSIS OF THE MODERN STATE OF THE MECHANIZED CLEANING UP OF CORN

**A.V. Bondarenko**

*The detailed analysis of the technological providing of harvesting corn is conducted. The work-load of corn-harvester technique is analysed, the negative consequences of its increase are certain.*

## МЕТОДИКА ТА РОЗРАХУНОК КАЧАНООЧИСНОГО АПАРАТУ КУКУРУДЗОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНУ

*М.В. Завірюха, асистент*

*В.А. Грубань, асистент*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*В статті представлено розрахунки та отримані залежності, які дозволяють визначити основні параметри існуючих конструкцій качаноочисних апаратів. Запропоновано номограму для обчислення продуктивності качаноочисного апарату.*

*В статье представлены расчеты и получены зависимости, которые позволяют определить основные параметры существующих конструкций початкоочистительных аппаратов. Предложена номограмма для вычисления производительности початкоочистительного аппарата.*

**Постановка проблеми.** Сучасний технічний рівень кукурудзозбиральної техніки, як і всіх існуючих сільськогосподарських машин, визначається ступенем досконалості основних робочих органів, а також показниками якості виконання технологічного процесу, надійності, енергоємності та матеріалоємності. Тому на сьогоднішній день гостро стоїть проблема розробки сучасних методик і методів розрахунку складних динамічних систем, яка дозволить отримувати оптимальні рішення щодо вибору параметрів і режимів їх роботи як основних робочих органів, так і кукурудзозбирального комбайну в цілому.

**Аналіз останніх досліджень.** Методик теоретичного розрахунку очисних пристроїв кукурудзозбиральних машин, а саме визначення розмірів, форми основних робочих елементів і режимів роботи залежно від заданої продуктивності та якості очищення качанів і донині не існує. Теоретичні та експериментальні дослідження, проведені в цій галузі нерідко дуже суперечливі. Це пояснюється великою відмінністю фізико-механічних властивостей качанів і обгортки залежно від сорту кукурудзи, метеорологічних умов у період вегетації та збирання.

**Мета статі.** Дана стаття присвячена розробці методики визначення основних конструктивних та кінематичних параметрів качаноочисних апаратів кукурудзозбиральних комбайнів.

**Викладення основного матеріалу.** У роботах А. І. Буянова викладені графічні методи розрахунку апарата, які дозволяють визначити пропускну здатність вальцевих апаратів. Але на сьогоднішній день, окрім появи нових сортів та гібридів кукурудзи, застосовуються й нові конструкційні матеріали основних робочих органів кукурудзозбиральних машин, до того ж робочі органи постійно удосконалюються, тому запропоновані методи не дають повної оцінки роботи існуючих качаноочисних пристроїв.

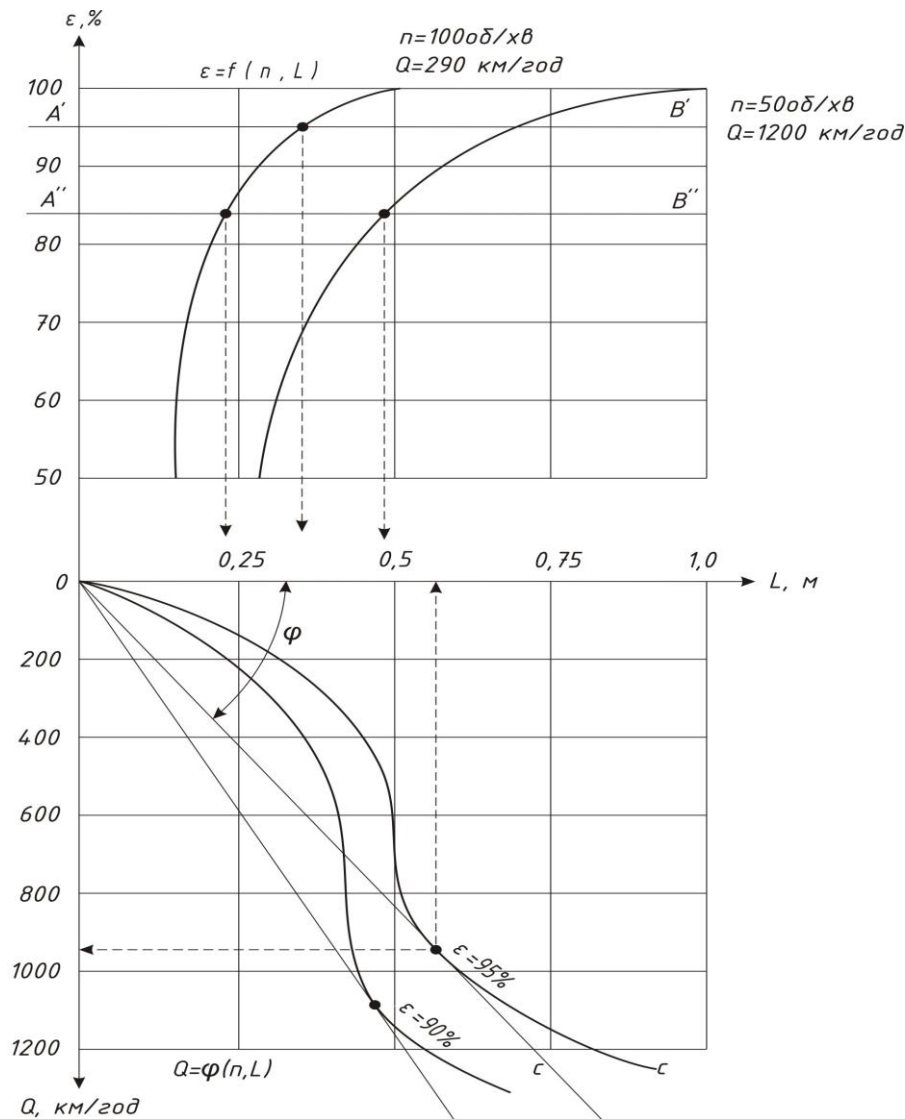


Рис. 1. Номограма для розрахунку основних параметрів качаноочисного апарату

Для розрахунку пропускної здатності качаноочисного пристрою нами використані дані експериментальних досліджень лабораторних установок. За даними багатократних дослідів була побудована номограма (рис. 1) залежностей ступеня очищення  $\varepsilon = f(n, L)$  та продуктивності  $Q = \varphi(n, L)$  від середньої довжини вальців  $L$  і частоти обертання  $n$ .

На визначеному полі координат будували криві функції  $\varepsilon = f(n, L)$  для різних постійних значень частоти обертання та продуктивності досліджуваного качаноочисного апарата. У координатах  $Q$ - $L$  будували криві функції  $Q = \varphi(n, L)$ . Дані для побудови цих кривих отримували шляхом багатократних перетинів кривих  $\varepsilon = f(n, L)$  прямими  $A$ - $B$  через обраний інтервал значень  $\varepsilon$  на осі ординат верхньої частини номограми. У результаті такої побудови на нижній частині номограми отримали криві зміни продуктивності апарата залежно від довжини вальців і частоти обертання для кожного шуканого постійного значення ступеня очищення качанів  $\varepsilon$ .



Кожна крива  $\varepsilon = \text{const}$  матиме свій максимум. Якщо з центра координат провести дотичні  $O-C$  до точок максимумів кожної кривої  $\varepsilon = \text{const}$ , то отримаємо відповідні кути нахилу дотичних  $\varphi$  до осі  $O-L$ . Шляхом перетину цих кривих прямими  $A-B$ , на рівні, відповідному шуканому значенню ступеня очищення на осі ординат, та проектуванням точок перетину на вісь абсцис можна визначити оптимальну довжину вальців  $L$ , відповідну шуканому ступеню очищення за даної продуктивності апарата.

Частота обертання очисних вальців  $n$  і продуктивність досліджуваного пристрою  $Q$  визначається перетином прямої  $A-B$ , відповідною  $\varepsilon = 95\%$ , з вертикаллю, зведеною з точки дотику прямої  $O-C$  з кривою  $\varepsilon = 95\%$ . Їх перетин відбудеться на верхньому квадраті номограми, на одній з кривих  $(n, Q)$ , яка і визначить оптимальну частоту обертання вальців і продуктивність пристрою.

Якщо під час пошуку продуктивності та оптимальної частоти обертання вальців перетин  $A-B$  з вертикаллю від точки дотику  $\varepsilon = \text{const}$  відбудеться між сусідніми кривими  $(n, Q)$  верхнього поля номограми, то значення шуканих величин  $n$  і  $Q$  визначають інтерполяцією по сусідніх кривих.

**Висновки.** Згідно представлених розрахунків та отриманих залежностей з'являється можливість визначення основних параметрів існуючих конструкцій качаноочисних пристроїв, адаптованих до сучасних умов збирання. Дана номограма дозволяє дуже швидко і без довготривалих розрахунків отримати потрібний показник.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Конойме М.И. С учетом пригодности к механизированной уборке / М.И. Конойме, Л.А. Манягине // Кукурудза и сорго. — 1993. — № 5. — С. 57—64.
2. Фізико-механічні властивості рослин, ґрунтів і добрив / під ред. А.І. Буянова. — М.: Колос, 1972. — 366 с.
3. Буянов А.И. Метод определения оптимальных кинематических режимов работы прижимных устройств. / А.И. Буянов // Трактора и сельхозмашины. — 1965. — №2. — С.19—21.

## METHOD AND CALCULATION OF VEHICLE FOR CLEANING OF EARS OF CORN-HARVESTING COMBINE

**M.V. Zaviryuha, V.A. Hruban**

*In the article calculations are presented and dependences which allow to define the basic parameters of existent constructions of vehicles for cleaning of ears are got. Certain is offered for the calculation of the productivity of vehicle for cleaning of ears.*

## **ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ НОВОГО КАЧАНОВІДОКРЕМЛЮВАЛЬНОГО АПАРАТУ БАГАТОФАКТОРНОЇ ДІЇ**

**О.І. Ракул, асистент**

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Надано результати досліджень конструкційних особливостей існуючих качановідокремлювальних апаратів, зроблено оцінку та аналіз основних недоліків їх конструктивних рішень, запропонована нова конструктивна схема качановідокремлювального апарату багатofакторної дії.*

*Предоставлены результаты исследований конструкционных особенностей существующих початкоотделяющих аппаратов, сделана оценка и анализ основных недостатков их конструктивных решений, предложена новая конструктивная схема початкоотделительного аппарата многофакторного действия.*

Основними показниками якісного виконання технологічного процесу збирання кукурудзи є повнота зібраного врожаю та відповідність агротехнічним вимогам. Вони повинні відображати найвищий, відповідний сучасному етапу розвитку кукурудзозбиральної техніки, практично досягаємий рівень [1]. Лише в такому разі кукурудзозбиральну машину можна називати сучасною та ефективною.

На сьогоднішній день за показниками втрат і травмування качанів жодна з існуючих конструкцій як вітчизняного так і закордонного виробництва, навіть при максимальному наближенні, такого рівня не досягла. Так в процесі експлуатації встановлено, що середні польові втрати врожаю за вітчизняними кукурудзозбиральними комбайнами ККП-3 та КСКУ-6 приставками до зернозбиральних комбайнів ППК-4, КМД-6 і КМС-6 перевищують допустимі агротехнічні нормативи в 5 і більше разів. За кукурудзозбиральними приставками закордонного виробництва втрати врожаю трохи менші, порівняно з вітчизняною технікою але також перевищують агротехнічні нормативи в 4,5-5 рази.

Даний факт пояснюється недосконалістю основних робочих органів кукурудзозбиральних машин, які не відповідають показникам якісного виконання заданих технологічних операцій, оскільки їх конструктивно-кінематичні параметри теоретично не підтверджуються, а уточнюються при проведенні експериментальних і польових випробуваннях [2]. В першу чергу це стосується качановідокремлювального апарату, саме від його роботи залежить як повнота збирання так і ступінь травмування качанів.

Нажаль поставлені на виробництво пікерно-стриперні качановідокремлювальні апарати, які встановлені на більшості кукурудзозбиральних машин світу, за якісними показниками роботи знаходяться на неналежному рівні. Тому розробка нової конструкції качановідокремлювального апарату, адаптованого до сучасних умов проведення збиральних робіт, є важливим науковим проблем, вирішення

якої дасть можливість підвищити загальний технічний рівень кукурудзозбиральної техніки.

За весь період використання пікерно-стриперних апаратів було багато спроб вдосконалення їх конструкції, однак більшість з них не пішли у виробництво, так і залишившись на папері.

В значній мірі незадовільну якість відокремлення качанів на пікерно-стриперних апаратах можна пояснити тим, що в основу їх роботи покладений принцип відокремлення за рахунок лише однієї сили – сили повздовжнього розтягування плодоніжки, що призводить до її розриву. Однак в деяких випадках опір розриву стебла може бути меншим ніж у плодоніжки, що призведе до втрати врожаю вільними качанами. До того ж за рахунок натягу плодоніжки та різкому її руйнуванню не виключена можливість вильоту качана після відокремлення за межі жатки.

Найбільш перспективним шляхом [4] усунення перелічених недоліків є введення в зону відокремлення качанів додаткових сил, а саме сили різання, вібрації, згинання та інших або їх комбінацію. Технологічний процес роботи в таких апаратах відбувається при складній деформації плодоніжки, що значно збільшує якісні показники зібраного врожаю, а також за рахунок зниження величини зусилля відокремлення качанів запобігає їх “вистрілюванню” і вильоту за межі жатки. Однак на ряду з великою кількістю запропонованих рішень, по інтенсифікації процесу качановідокремлення, а також покращенню якісних і кількісних показників зібраного врожаю, жодна з конструктивних схем не задовольняє сучасним вимогам господарювання. В даних апаратах конструкторам не вдалось повністю вирішити питання усунення недоліків пікерно-стриперних апаратів, тому на ряду зі своїми перевагами дані апарати зберегли недоліки своїх попередників.

На підставі проведених досліджень з'явилась гіпотеза про те, що оптимальним для процесу відокремлення качанів є поєднання таких сил, як розтягування, злам та кручення.

В зв'язку з цим виникає нагальна необхідність по-перше, у проведенні комплексних досліджень в області фізико-механічних властивостей перспективних сортів кукурудзи, по-друге, у проведенні теоретичних та експериментальних досліджень процесу відокремлення качанів.

З метою перевірки даної гіпотези на базі проблемної науково-дослідної лабораторії моделювання технологічних процесів кукурудзозбиральних машин факультету механізації сільського господарства Миколаївського НАУ розроблено та виготовлено ряд приладів для дослідження фізико-механічних властивостей кукурудзи.

Проведені експериментальні дослідження фізико-механічних властивостей кукурудзи, а також теоретичні дослідження процесу відокремлення качанів підтверджують правильність вибраної гіпотези. Тому подальша робота була направлена на пошук оптимальної конструкції

качановідокремлювального апарату, технологічний процес роботи якого поєднував би сили розтягування, зламу та кручення.

В результаті експериментальних досліджень, на оригінальній лабораторній установці, ряду різних конструктивних рішень та їх виробничої перевірки в польових умовах, нами розроблена зовсім нова конструкція качановідокремлювального апарату багатofакторної дії, схема якого наведена на рис. 1.

Запропонований качановідокремлювальний апарат багатofакторної дії [3] складається з двох протягувальних вальців 1 і 2, що обертаються на зустріч один одному, над якими з можливістю регулювання зазору встановлені стріперні пластини 3 і 4 для відокремлення качанів. Задля забезпечення мінімального тиску на качан під час відокремлення пластина 4 розташована під кутом до пластини 3 та містить в нижній частині прогумовану поверхню 5. Для регулювання кута нахилу стріперної пластини 4 передбачений гвинтовий механізм 6. Над пластиною 3 розташовані два барабани 7 і 8 між якими, з метою створення крутного моменту, розміщена нескінченна прогумована стрічка 9 з лапками 10 для транспортування відокремлених качанів. З метою забезпечення рівномірності розповсюдження навантаження по поверхні прогумованої стрічки з її внутрішнього боку встановлені притискні ролики 11 з пружними елементами 12.

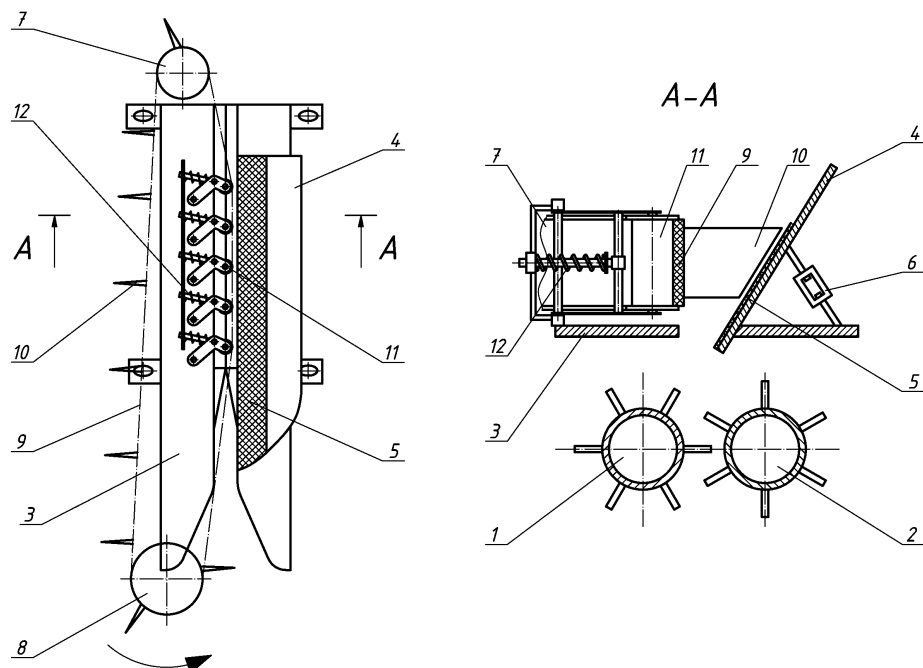


Рис. 5. Запропонована схема качановідокремлювального апарату багатofакторної дії

Даний апарат працює наступним чином. Стебла кукурудзи прогумованою стрічкою 9 з лапками 10 та західними конусами протягувальних вальців 1 і 2 заводяться між стріперними пластинами 3 і 4, відстань між якими менша середнього діаметру качана. Вальці 1 і 2, обертаючись назустріч один одному, протягують стебла тим самим

заводячи качан в простір між контуром нескінченної прогумованої стрічки 9 та похилою стріперною пластиною 4.

В момент контакту качана з прогумованою стрічкою 9 та прогумованою поверхнею 5 нижньої частини похилої стріперної пластини 4 він починає обертатися навколо своєї вісі, часткового руйнуючи при цьому плодоніжку. При подальшому протягування стебла качан упирається своєю основою в горизонтальну стріперну пластину 3 та відхиляється в бік похилої стріперної пластини 4, притискається до неї, тим самим займаючи кут рівний куту її встановлення, після чого відокремлюється від стебла з меншим зусиллям. Далі подавальними лапками 10 качан транспортується для подальшої переробки.

Відстань між притискними роликами 11 та верхньої частини прогумованої стрічки 5 похилої пластини 4 в нульовому положенні встановлюється такою, щоб забезпечити достатнє для створення крутного моменту зусилля притискання найменшого за діаметром качана. При надходженні до качановідокремлювального простору качана більшого діаметру притискні ролики 11 відхиляються в бік від нульового положення стискаючи пружину 12. В результаті зберігається достатнє для створення крутного моменту зусилля притискання качана та виключається можливість його травмування.

Проведені експериментальні перевірки та польові випробування запропонованого качановідокремлювального апарату багатофакторної дії, довели високу ефективність використання запропонованих технічних рішень. За показниками якості виконання всіх технологічних операцій дана конструкція знаходиться на високому технічному рівні, що підтверджується наступними показниками:

- втрати вільними качанами складають 0 %;
- травмованість качанів не перевищує 1 %;
- загальні втрати вільним зерном за запропонованим пристроєм складають не більше 0,8 %.

Для підтвердження приведених показників дана конструкція запропонованого пристрою потребує ретельної перевірки та приймальних випробувань у спеціалізованих установах.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Гребенюк Г.І. Конструктивно-технологічні передумови вдосконалення качановідокремлювальних пристроїв кукурудзозбиральних машин / Г.І. Гребенюк, Д.В. Кузенко, О.В. Бондаренко // Вісник аграрної науки Причорномор'я, 1999. – Вип. 7. – С. 32-36.
2. Демко А. Чому втрати урожаю – не збитки, а статистика? / А. Демко, О. Демко // Пропозиція. – 2009. – № 9. – С. 100-104.
3. Пат. 71945 Україна, МПК А01D 45/02. Пристрій для відокремлення качанів кукурудзи багатофакторної дії / Бондаренко О.В., Ракул О.І. – № u201203210; заявл. 19.03.2012; опубл. 25.07.2012, Бюл. № 14.

4. Шатилов К.В. Кукурузоуборочные машины / К.В. Шатилов, Б.Д. Козачок, А.П. Орехов и др. – М.: Машиностроение, 1981. – 224 с.

## **EXPEDIENCY APPLICATION NEW OF CORN PICKER MULTIFACTORIAL ACTIONS**

*Rakul O.I.*

*In this paper the results studies of structural features of existing corn picker made evaluation and analysis of the major drawbacks of their design solutions proposed new structural scheme of corn picker multifactorial actions.*

**УДК 631.355.072/1**

## **ДОЦІЛЬНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ МОДУЛЬНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ЗБИРАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО**

**Пилип В.Є., асистент**

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Проведено аналіз існуючих зразків міні-техніки, яка за своїми функціональними можливостями найбільш наближена до вітчизняних вимог агротехніки. Виявлені їх переваги та недоліки. Запропонована нова конструкція модульного енергетичного засобу для збирання кукурудзи на зерно в умовах малих фермерських господарств.*

*Проведен анализ существующих образцов мини-техники, которая за своими функциональными возможностями наиболее приближена к отечественным требованиям агротехники. Обнаружены их преимущества и недостатки. Предложенная новая конструкция модульного энергетического средства для уборки кукурузы на зерно в условиях малых фермерских хозяйств.*

На сьогоднішній день вітчизняний парк кукурудзозбиральної техніки представлений фізично та морально застарілими одиницями. Так самохідний кукурудзозбиральний комбайн КСКУ-6 та причіпний ККП-3, на яких в основному базується механізоване збирання кукурудзи на зерно, випущені в виробництво більше 40-ка років назад за своїми якісними показниками роботи не задовольняють агротехнічних вимог. До того ж вони надто металоємні та громіздкі для проведення польових робіт в сучасних виробничих умовах. При цьому використанням зернозбиральних комбайнів зі спеціальними кукурудзозбиральними жатками, які набули в останній час широкого поширення, не можливо зібрати якісний посівний матеріал, що пов'язаний з травмуванням зерна під час обмолоту качанів.

Тому виникає реальна необхідність пошуку нових технічних рішень в кукурудзозбиральній техніці які б дозволили їй виконувати поставлені завдання в сучасних умовах господарювання з мінімальними втратами врожаю при збиранні.

Складність технологічного процесу збирання кукурудзи на зерно вимагає від сільськогосподарського виробника мати в своєму

розпорядженні спеціальну техніку, яка повинна виконувати принаймні дві основні операції, а саме відокремлення та очищення качанів. Поєднання цих операцій в одному агрегаті вимагає складних конструктивних рішень, що призводить до підвищення вартості техніки. Однак фермерські господарства малої потужності не в змозі закуповувати серійну техніку, яка в основному призначена для великих розвинутих господарств. Це призводить до здороження собівартості кінцевої продукції, що пов'язано з орендуванням збиральної техніки або до зменшення повноти збирання при використанні вже наявної застарілої техніки.

Малі фермерські господарства зарубіжних країн виходять з даного становища використовуючи так звану міні-техніку, яка дозволяє виконувати ті ж самі технологічні операції, що і серійна, але її вартість на порядок нижче. При цьому їх знижена продуктивність компенсується малими розмірами поля.

Виходячи з огляду конструкцій міні-техніки для збирання кукурудзи на зерно найбільш перспективним шляхом розвитку вітчизняної кукурудзозбиральної галузі є розробка модульних енергетичних засобів. Однак їх використання на полях України вимагає проведення конструктивних вдосконалень.

З метою вирішення поставленої задачі в проблемній лабораторії моделювання технологічних процесів кукурудзозбиральних машин Миколаївського НАУ розроблений модульний енергетичний засіб для збирання кукурудзи на зерно загальний вид якого наведено на рис.

Запропонований енергетичний засіб містить трактор 1 до якого фронтально приєднані качановідокремлювальні апарати 2 зі шнеком качанів 3, які в свою чергу з'єднані з елеватором качанів 4. Елеватор качанів 4 складається з кожуху 5, з горловиною 6 і зонами вивантаження качанів 7 та обгортки 8, в якому встановлений ланцюговий транспортер 9 зі скребками 10 та опірними напрямними 11. Між верхньою і нижньою гілками транспортера 9, з метою забезпечення поєднання процесу транспортування та очищення качанів, розташовані попарно зустрічнообертові качаноочисні вальці 12. Кожух 5 елеватора качанів 4 з'єднаний з бункером-накопичувачем 13. По заді трактора, з метою подрібнення листостеблової маси та одночасним перемішуванням її з ґрунтом, розташований подрібнювальний пристрій 14.

Модульний енергетичний засіб для збирання кукурудзи на зерно працює таким чином. При русі трактора 1 вздовж рядків стебла кукурудзи спрямовуються мисами в русла качановідокремлювальних апаратів 2 де відбувається відокремлення качанів від стебел. Відокремлені качани захоплюються шнеком 3 і транспортуються до горловини 6 елеватору качанів 4. Далі качани підхоплюються скребками елеватора 10, одночасно притискаються до очисних вальців 12, де відбувається їх очищення від обгортки, і транспортуються вздовж останніх. Очищені качани кукурудзи подаються в вивантажувальну зону 7 верхньої частини кожуху елеватора 4 та направляються до бункеру-накопичувача 13. Відокремлена від качанів

обгортка потрапляє на днище кожуху 5 і опірними напрямними 11 транспортера 9 виводяться в зону вивантаження 8, а далі на поверхню поля.

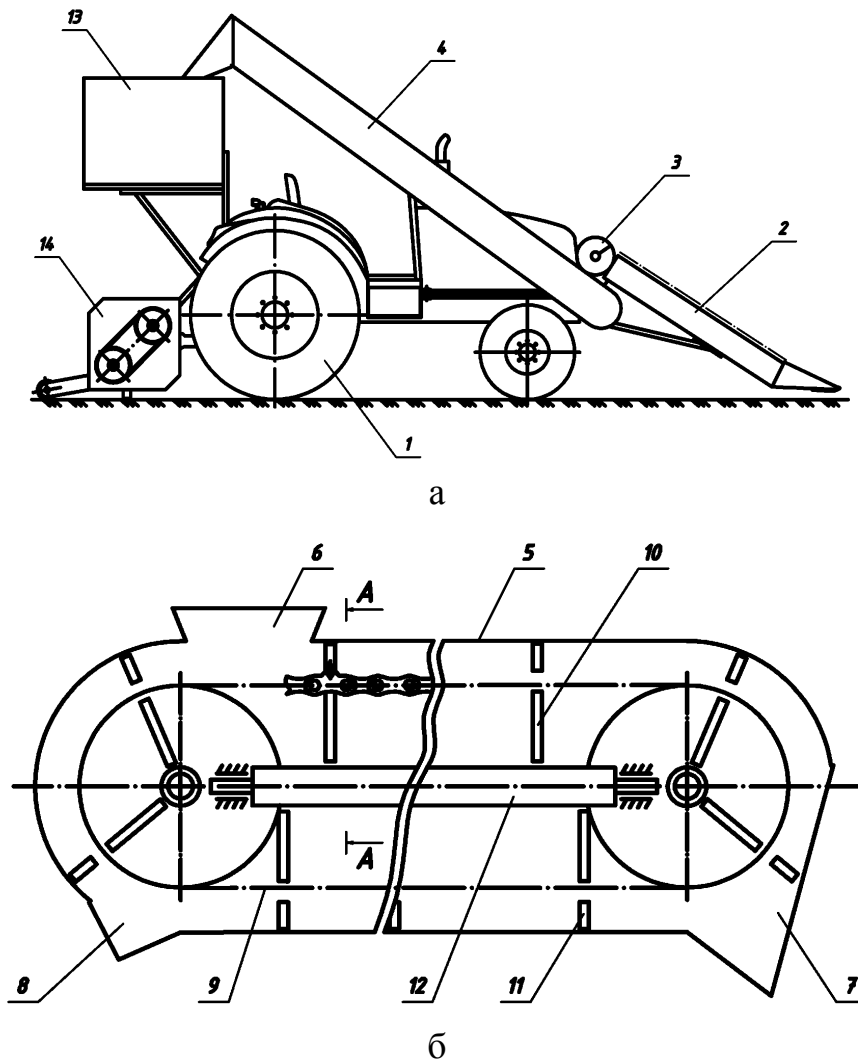


Рис. Запропонований модульний енергетичний засіб для збирання кукурудзи:

- а – загальний вид; б – схема транспортера-очисника качанів;  
 1 – трактор; 2 – качвовідокремлювальний апарат; 3 – шнек; 4 – елеватор;  
 5 – кожух; 6 – горловина; 7, 8 – зона вивантаження качанів та обгортки;  
 9 – транспортер; 10 – скребки; 11 – напрямні; 12 – качаноочисні вальці;  
 13 – бункер-накопичувач; 14 – подрібнювальний пристрій

Стебла кукурудзи, на яких відбулося відокремлення качанів потрапляють в зону дії ножів подрібнювального пристрою 14, зрізуються, подрібнюються та переміщуються з ґрунтом разом з обгорткою качанів, яку попередньо вивантажили на поверхню поля.

На підставі проведеного аналізу кукурудзозбиральної техніки для малих фермерських господарств розроблена конструкція модульного енергетичного засобу перевагами якого, порівняно з відомими зразками міні-техніки, є

- зменшення габаритних розміри агрегату;



- зменшення загальних витрат коштів на післязбиральну обробку врожаю;
- зменшення витрат на паливо та обслуговування агрегату;
- підвищення маневреності агрегату.

Все це дозволяє зробити кукурудзозбиральний комбайн простішим і компактнішим, а отже дешевшим і надійнішим.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Пат. 60288 Україна, МПК A01D 45/02. Пристрій для транспортування та очищення качанів кукурудзи / Бондаренко О.В., Грубань В.А., Ракул О.І., Пилип В.Є. – № u201015825; заявл. 28.12.2010; опубл. 10.16.2011, Бюл. № 11.

2. Ракул О.І. Аналітичний огляд технологічних схем і технологій механізованого збирання кукурудзи / О.І. Ракул // Сільськогосподарські машини. Зб. наук. ст. Вип. 20. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2010. – С. 288–293.

3. Шатилов К.В. Кукурузоуборочные машины / К.В. Шатилов, Б.Д. Козачок, А.П. Орехов и др. – М.: Машиностроение, 1981. – 224 с.

## **EXPEDIENCY IMPLEMENTING MODULE POWER REMEDY HARVESTING OF CORN FOR GRAIN**

*Philip V.E.*

*The analysis of existing samples mini-appliances, which by its functionality closest to the domestic requirements of farming. Identified their advantages and disadvantages. The new modular design remedy energy harvesting corn in small farms.*

**УДК 631.132**

## **ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ГАЗОНАПОВНЮВАЛЬНИХ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВАХ**

***В.І. Гавриш, д.е.н., професор***

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Проведено аналіз ефективності застосування автомобільних газонаповнювальних компресорних станцій. Наведені формули для визначення економічного ефекту.*

*Проведен анализ эффективности применения автомобильных газонаполнительных компрессорных станций. Приведенные формулы для определения экономического эффекта.*

Ситуація, яка склалася в економіці України із забезпеченням енергоносіїв, гостро ставить проблему пошуку альтернативних видів моторного пального.

Зниження витрат на енергоносії є важливою проблемою для сільськогосподарських підприємств. Це особливо стало відчутно в останні роки. З 2001 року по лютий 2008 року вартість дизельного палива зросла майже у п'ять разів, що призвело до істотного росту долі енергоносіїв в собівартості продукції аграрних підприємств. Річне споживання світлих нафтопродуктів України складає біля 11 млн. тонн. Світові ціни на нафту постійно зростають. Тому застосування більш дешевих альтернативних палив, у тому числі газоподібних, має велике значення. Використання в якості моторного палива стисненого природного газу (СПГ) дозволяє знизити собівартість виробництва зернових на 10...20 %.

Розглядаючи питання про переведення сільськогосподарської техніки на СПГ необхідно враховувати не тільки вартість переобладнання автотракторної техніки для роботи на газоподібном паливі, але й витрати на заправочний комплекс.

Якщо застосування АГНКС вже набуло масового характеру в містах, то сільській місцевості вони майже не застосовуються. Однією з причин даної ситуації, є недостатня теоретична обґрунтованість. Недостатня вивченість цієї проблеми та її практична значимість, потребують подальшого опрацювання та створення математичної моделі для її вирішення.

Величина інвестицій в будівництво АГНКС включає в себе вартість обладнання, вартість проектно-конструкторських, монтажних, будівельних та пуско-налагоджувальних робіт.

Експлуатаційні витрати АГНКС складають:

$$EB = IB \cdot \sum_{n=1}^m (0,01 \cdot a_n) + 3П + EE, \quad (1)$$

де  $a_n$  - відрахування на реновацію, поточний та капітальний ремонт, %;

$3П$  - витрати на заробітну плату;

$EE$  - витрати на електричну енергію.

Річні витрати на електричну енергію:

$$EE = \varphi \cdot Ne \cdot Ce \cdot 365 \cdot 24, \quad (2)$$

де  $\varphi$  - коефіцієнт завантаження обладнання;  $Ne$  - встановлена електрична потужність, кВт;  $Ce$  - ціна електричної енергії, грн./(кВт год).

Значення коефіцієнта завантаження АГНКС:

$$\varphi = \frac{B_{СПГ}}{365 \cdot V_{КС}}, \quad (3)$$

де  $B_{СПГ}$  – річна потреба СПГ, м<sup>3</sup>;

$V_{КС}$  - добова продуктивність АГНКС, м<sup>3</sup>.

Величина економічного ефекту від застосування СПГ для потреб власної техніки складе:

$$E = C_{дп} \cdot (1 - \lambda) \cdot \sum_{i=1}^n (B_i \cdot m_i \cdot t_i) - C_{СПГ} \cdot \sum_{i=1}^n (B_{СПГi} \cdot m_i \cdot t_i) - Z_{агнкс}, \quad (4)$$

де  $C_{дп}$  - ціна дизельного палива, грн./кг;

$B_i$  - годинна витрата дизельного палива  $i$ -ого типу техніки, кг./год;  
 $m$  - кількість техніки  $i$ -ого типу;  $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $n$  - кількість видів техніки;

$t_i$  річний наробіток техніки  $i$ -ого типу;

$C_{спг}$  - ціна СПГ, грн./м<sup>3</sup>;

$B_{спг i}$  - годинна витрата СПГ  $i$ -им типом техніки, м<sup>3</sup>/год;

$\lambda$  - доля запальної дози дизельного палива,  $\lambda = 0,3$ ;

Загнкс – річні витрати на комплекс заправки.

Розрахунки собівартості СПГ показують, що при підвищенні вартості природного газу навіть до 1250 грн./м<sup>3</sup>, АГНКС спроможна виробляти СПГ по ціні не більше 1,6 грн./м<sup>3</sup> при завантаженні більше 0,5.

Застосування АГНКС сільськогосподарськими підприємствами для власних потреб з економічної точки зору не ефективне. Суттєво підвищується ефективність застосування АГНКС якщо її використовувати для забезпечення СПГ газобалонної техніки інших підприємств.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Орлов І.О. Проведення діагностичних робіт на АГНКС ДК “Укртрансгаз” / І.О. Орлов // Нафт. і газова промисловість. – 1999. – №4. – С. 43-46.

2. Саприкін С.О. Віброконтроль та моніторинг технічного стану компресорних установок АГНКС / С.О. Саприкін // Питання розвитку газової промисловості України: Зб. наук. пр. – УкрНДІгаз. – Харків, 2004. – Вип. XXXII. – С. 302-308.

## APPLICATION ROAD GAS FILLING COMPRESSOR STATIONS IN AGRICULTURAL ENTERPRISES

V.I. Gavrish

*The analysis of the efficacy of motor gas filling compressor stations. The formula for determining the economic effect.*

УДК 631.3:635.1/8(031)

## АНАЛІЗ ХАРАКТЕРУ РУХУ ЧАСТИНОК ПОДРІБНЕНОЇ МАСИ ПО ПОВЕРХНІ РЕШЕТА ВІБРОСЕПАРАТОРА

**Горбенко О.А., к.т.н., доцент**

*Миколаївський національний аграрний університет.*

*У статті проведено аналіз характеру руху насіннєвої маси по поверхні решета сепаратора.*

*В статье проведен анализ характера движения семенной массы по поверхности решета сепаратора.*

**Ключові слова:** насіння, багатанні культури, сепаратор, решето, насіннєвий матеріал.

*В статье проведен анализ характера движения семенной массы по поверхности решета*

сепаратора.

*В статті проведено аналіз характеру движенья семенной массы по поверхности решета сепаратора.*

*Ключевые слова: семена, бахчевые культуры, сепаратор, решето, семенной материал.*

Виробництво насіннєвого матеріалу баштанних культур - одна з найважливіших проблем, що склалися в області переробки сільськогосподарської продукції. Якісний насіннєвий матеріал - це одна з умов дозволяють підвищити врожайність і знизити собівартість вирощуваної продукції, а добре організоване насінництво в господарствах - виробниках товарної продукції підвищує продуктивність виробничих посівів на 20 ... 25%.

Робочий процес плоского решета містить в собі такі основні моменти: переміщення сепарованого суміші, рівномірно розподіленим по поверхні решета; прохід частинок подрібненої маси в отвори решета і проходження крізь них тих, розміри яких менше робочих розмірів отворів. Фракцію сходу з решета складають найбільш великі частки, розмір яких перевищує робочий розмір отворів.

Хитний сепаруючий решітний гуркіт, в загальному вигляді, представляє собою відкритий жолоб, підвішений на нерухомій рамі. Жолобу за допомогою приводу - збудника коливання повідомляють змінно-зворотні (коливальні) руху, через що вантаж, завантажений в жолоб, здійснює безперервно один за одним короткі переміщення вперед або назад з якоюсь швидкістю. Характер руху частинок сепарованого маси залежить від характеру і режиму руху жолоби, а останні, у свою чергу, залежать від конструкції і режиму роботи приводу і типу опорних пристроїв.

Строга і повна класифікація хитних грохотів дуже ускладнена як внаслідок великої кількості конструктивних типів, так і з-за тісного взаємозв'язку їх один з одним. Хитні гуркоти по режиму руху жолоби і вантажу бувають інерційні (з постійним і змінним тиском вантажу на дно жолоба) і вібраційні в декількох конструктивних різновидах. Принципова різниця в процесі транспортування вантажів на інерційних і вібраційних сепараторах полягає в характері руху вантажу. На інерційному гуркоті вантаж ковзає по жолобу під дією сили інерції (вертикальна складова прискорення жолоба менше прискорення сили тяжіння); на вібраційному сепараторі вантаж в тій чи іншій мірі відривається від ринви і рухається мікробросками (вертикальна складова прискорення жолоба більше прискорення вільного падіння). Ця принципова різниця в русі вантажу надає найважливіше вплив на якість сепарації, травмування продукції та продуктивність машини.

Хитні інерційні сепаратори знайшли широке поширення у всіх областях сільськогосподарського машинобудування: машини для збирання цибулі ЛКГ-1,4, ЛКГ-2,1, для збирання кормових коренеплодів ККГ-1,4, комбайни для збирання картоплі ККУ-2Г. Принцип хитного жолоба використовується в Соломотряс і системі очищення зернозбирального

комбайна. У всіх насіннєвиділяючих машинах грохотного типу, розглянутих у першому розділі справжньої роботи, також застосовується інерційний сепаратор.

У теж час, вібраційні сепаратори, не мають такого широкого розповсюдження в сільському господарстві, а використовуються у ряді очисних машин для дрібнонасінних культур.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Лудилов В.А. Семеноводство Овощных и бахчевых культур . - М.: Агропромиздат, 1987. - 222с.
2. Медведев В. П., Дураков А. В. Механизация производства семян овощных и бахчевых культур. - М.: Агропромиздат, 1985. -320с.
3. Розробити та впровадити в південних регіонах України екологічно чисту, енергозберігаючу технологію переробки насіння баштанних культур: Звіт про НДР (заключний) / Миколаївський сільськогосподарський інститут - № ДР 11876535; Інв. №356 - Миколаїв, 1995. - 55 с.
4. Анисимов И. Ф. Машины и поточные линии для производства семян овощебахчевых культур. - Кишинев: Штиинца, 1987. - 292с

## CHARACTER ANALYSIS OF PARTICLE MOTION IN WEIGHT SURFACE CRUSHED VIBRATION SIEVE SEPARATOR

O. Gorbenko

*The article analyzes the nature of the movement of seed mass on the surface of the sieve separator.*

УДК 631.3:6311/6

## РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МАШИНИ ДЛЯ ВИДІЛЕННЯ НАСІННЯ ОГІРКА І ДИНИ

*Пастушенко А.С., ст. викладач*

*Миколаївський національний аграрний університет.*

*Приведені результати експериментальних досліджень машини давильного типу для виділення насіння овоче-бахтанних культур. Отримані математичні моделі, що характеризують основні якісні показники технологічного процесу. Одержані раціональні конструктивно-технологічні параметри, що дозволяють мінімізувати втрати і засміченість виробленого насіння.*

*Ключові слова: кондиційне насіння, давильно-сепаруюча машина, виробнича перевірка.*

*Приведены результаты экспериментальных исследований машины давильного типа для выделения семян овоче-бахчевых культур. Получены математические*

*модели, характеризующие основные качественные показатели технологического процесса. Полученные рациональные конструктивно-технологические параметры, позволяющие минимизировать потери и засоренность произведенного семени.*

*Ключевые слова: кондиционные семена, давяльно-сепарующая машина, производственная проверка.*

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. Динаміка обсягів виробництва огірків та дині, їх середня врожайність, а також потреба у насіннєвому матеріалі для забезпечення площ посівів за 2007-2009 роки, яка ґрунтується на статистичній звітності. За даними таблиць середньорічного виробництва та за зведеними усереднені статистичними даними можна констатувати, що в Україні намітилася позитивна тенденція щодо зростання обсягів виробництва овоче-баштанних культур, в тому числі огірків та дині, що збільшує потребу у їх кондиційному насінні. Так щорічна кількість необхідного насіння цих двох культур за 2007-2009 роки склала 75 тонн для дині та 150 тонн для огірка.

Загальний технологічний процес виділення насіння з насінників овоче-баштанних культур, у тому числі огірка і дині, розділяється по характеру виконання роботи на дві основні технологічні операції:

- руйнування насіннєвих плодів з метою максимального вивільнення насіння від зв'язку з м'якоттю;

- відділення вільного насіння від подрібненої насіннєвої маси.

Кожну з перелічених операцій виконують спеціально призначені для цих цілей машини – подрібнювач і сепаратор, які мають відповідні робочі органи. Як правило, руйнування насіння здійснюється за допомогою удару, різання, перетирання, роздавлювання або за допомогою зсуву. На якість сепарації значний вплив мають вміст в масі насінників рослинних і органічних включень, агрокліматичні умови обробітку, ступінь подрібнення насіннєвих плодів.

На сьогоднішній день в основному використовуються три структурні схеми проходження технологічного процесу отримання насіння огірка і дині, в залежності від форми господарювання у підприємстві.

Хоча структурно-технологічна схема отримання насіння має досить подібний характер, проте для отримання насіння різних видів гарбузових культур необхідно використовувати адаптоване до кожної з них оригінальне обладнання, що зумовлено різноманітністю фізико-механічних характеристик насіннєвих плодів. На жаль потреба у такому

обладнанні до цього часу є не закритою, про що говорить показник найменшого рівня механізації галузі насінництва овоче-баштанних культур, в тому числі дині та огірка.

Із проведеного аналізу існуючих технологій отримання насіння огірка і дині механізованим шляхом, можна зробити висновок про недостатній технічний рівень існуючого в Україні обладнання. Жодна з машин не дає змоги отримувати насіння відповідної якості з визначеними агротехнічними та економічними показниками. Втрати насіння перевищують 12,5%, засміченість 15% при встановленому ліміті 5-6 %. Крім того, дане обладнання взагалі не може здійснювати технологічні операції без використання води, загальна кількість якої на переробку однієї тони насінневих плодів складає від 3,3 т. За рахунок наявності технологічної операції повного подрібнення насінневих плодів, обладнання має високий показник метало- та енергоємності, що робить його складним в технічному обслуговуванні та налаштуванні, а також значно підвищує вартість.

Якісну сторону процесу виділення насіння визначає в значній мірі початкова операція – подрібнення плодів. Тобто, подрібнювач, призначений для цієї задачі, з повною впевненістю можна вважати найбільш важливим робочим органом в насінневидільних машинах, так як його робота визначає найбільш суттєві показники роботи видільника: повноту вивільнення насіння і ступінь його травмування.

На підставі проведеного аналізу нами складена таблиця оцінки існуючих подрібнювально-сепарувальних пристроїв.

Узагальнюючи вищевикладене і виходячи з аналізу тенденцій розвитку конструкцій подрібнювально-сепарувальних пристроїв можна зробити висновок, що на сьогоднішній день найпоширенішими і найперспективнішими в частині забезпечення мінімального пошкодження качанів, є подрібнювально-сепарувальні пристрої з давильним барабаном.

Проблемною науково-дослідною лабораторією конструювання енергоефективної сільськогосподарської техніки і технологій Миколаївського ДАУ 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. Основні фактори одержані методом експертної оцінки для давильно-сепаруючої машини.

Після проведеного аналізу і відкидання маловпливових факторів з числа перерахованих, нами побудована класична діаграма рангів з пониженням їх величини по мірі значимості того чи іншого фактора на якість виконання технологічного процесу.

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 обхвату барабану подовжувачем деки ( $X_9$ ); величина подачі маси насінників на переробку ( $X_{11}$ ).

Відповідно для подальшого проведення експерименту обрано 3-х рівневий квазі-Доптимальний 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 обхвату 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 огірків на новій машині давильно-сепаруючого типу.

Після статистичної обробки аналіз отриманих рівнянь регресії проводили із закодованими величинами факторів. Дослідження критеріїв оптимізації в залежності від зміни незалежних факторів було проведено з використанням методу двомірних перетинів.

Почергово прирівнюючи три з п'ятих обраних факторів до нуля, лишаючи нерівними нульовому значенню будь-які два інші, отримані рівняння регресії для чистоти насіння та втрат насіння.

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 обхвату 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 у 2007-2009 роках 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. Анисимов И.Ф. Машины и поточные линии для производства семяноводе-бахчевых культур. – Кишинев: Штиинца, 1987. – 292с.
2. Пастушенко С.І., Думенко К.М., Пастушенко А.С. Перспективи розробки обладнання для виділення гарбузових культур на півдні України. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Вип. №58. Харків, 2007. С. 75-82.
3. Пастушенко А.С. Методика проведення випробувань машини для отримання насіння овоче-баштанних культур. Вип. №8. Мелітополь, 2008. С. 40-47.
4. Патент №29671; Україна, МПК (2006) A23N 15/00. Машина для виділення насіння дині та огірка. / Пастушенко С.І., Думенко К.М., Пастушенко А.С. – № u200709680; Заявл. 27.08.2007; Опубл. 25.01.2008, Бюл. №2. – 4с.

### **DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL LINES AND RATIONALE FOR RELEASE MACHINE PARAMETERS SEEDS OF CUCUMBER AND MELON**

*A. Pastushenko*

*The results of experimental studies masher machine type selection for seed vegetable and melon crops. A mathematical model describing the basic quality parameters of the process. Obtained rational design and technological parameters to minimize losses and grade produced seeds.*

**УДК 631.243.32**

### **РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА З ОБГРУНТУВАННЯМ ВИБОРУ ЗЕРНОСХОВИЩА**

**Норинський О.І., асистент**

*Миколаївський національний аграрний університет.*

*У статті проведено аналіз умов зберігання зерна, а також аналіз існуючих зерносховищ.*

*Ключові слова: зерносховище, зерно, силос.*

*В статті проведено аналіз умов зберігання зерна, а також аналіз існуючих зерносховищ.*

Важливою проблемою для України є створення зерносховищ і відпрацювання технології зберігання продовольчого та фуражного зерна

основних сільськогосподарських культур держави - пшениці, кукурудзи, ячменя.

На наступних стадіях вирішення цієї проблеми в частині розробки збиральних та зберігальних комплексів є розробка методики зберігання насіння і проектування прогресивних сховищ різних модифікацій нового покоління.

Зростаюча дефіцитність енергоресурсів і гостра необхідність збільшення виробництва зерна за рахунок зниження збиральних та післязбиральних втрат, величина яких досягає 30% від валового збору, призводить до необхідності створення виробництва в Україні комплексу машин та устаткування для збору, післязбиральної доробки і зберігання зерна.

Необхідна умова скорочення втрат зерна при зберіганні - це дотримання науково обумовлених режимів післязбиральної обробки.

Метод зберігання зернових культур з активним вентиляванням менш енергоємний в порівнянні з широко застосованими системами початкового доведення зерна до стану, що забезпечує його довгострокове зберігання.

Зберігання запасів зерна не тільки між врожаями, а і на більш довгий період являється важливою проблемою.

Особливо актуальним збільшення часу зберігання зернових культур постає в умовах розвитку малих фермерських господарств, коли значно збільшується кількість зерна, що залишається у самих виробників. Якщо хлібоприймальні підприємства системи заготівлі зерна, що склалася, на які раніше потрапляла більша частка зібраного врожаю, відносно укомплектовані засобами механізації, забезпечують базову збереженість зерна традиційними методами, то в колективних та індивідуальних господарствах сушильно-очисне і обладнання для зберігання практично відсутні. Втрати зернових в умовах такої технічно слабкої бази дуже великі.

При таких обставинах питання скорішої організації промислового будівництва сучасних елеваторів в регіонах з високим виробництвом зернових культур набули актуального значення.

Попередній порівнювальний аналіз традиційного способу напільного зберігання зерна в складських приміщеннях і представленого методу закладки зернових в металеві силоси з активним вентиляванням, потребує дещо більшу величину капітальних затрат на останнє. Але по сумі змінних статей експлуатаційних витрат спосіб зберігання зерна в РГС, безумовно, економічно більш вигідний.

Металеві силоси зерносховищ в останні роки отримали широке застосування завдяки зниженню трудовитрат і скороченню термінів будівництва. Вони монтуються практично при будь-якій погоді в 4-6 разів швидше залізобетонних, легше реконструюються. Модульне біонування силосів дозволяє зменшити металоємність, поширити енергоємність і транспортні витрати.

Металеві силоси в загальному випадку, що виготовляються з алюмінієвих сплавів і різних сталей і оцинкованої, гальванованої, з лакофарбовим покриттям.

Коли вибираються конструкційні матеріали силосів, враховується цілий комплекс різних факторів. Одним із найбільш важливих аспектів - тип ґрунту, на якому планується зводити зерносховище. За кордоном металеві силоси використовуються в основному в конструкціях сховищ відносно малої місткості та для тимчасових сховищ, безпосередньо на фермах і кооперативах.

В зв'язку із відзначеним, створення нових зерносховищ на базі силосів з металу представляється найбільш перспективним - забезпечуючим швидко ростучі потреби міцних та середніх сільськогосподарських виробників зернових культур.

Собівартість металевих силосів невисока, дякуючи невеликій масі конструкції, повному заводському виготовленню багатьох елементів, незначному часу монтажу.

Основні переваги використання силосів з металу такі:

- мала шершавість стін і, відповідно, низький коефіцієнт тертя по ним завантаженого на зберігання зерна;
- можливість виконання їх монтажу на існуючих підприємствах;
- зручність заповнення спеціальним газовим середовищем і його підживлення на протязі часу зберігання зерна;
- модульність конструкції з легкістю блокування модулів в силосні комплекси із збільшенням сумарної місткості;
- високий ступінь герметичності конструкції.

Пропонується вертикальне виконання герметичних силосних бункерів, основний конструкційний матеріал стінок - листова сталь 08 КП.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Хранение и переработка зерна. Научно-практический журнал № 2. Февраль 2000-60 с.
2. Акивис С.И., Мельник Б.Е. О послеуборочной обработке и хранении семян. М., Труды ВНИИЗ, 1966, вып. 56.
3. Кропп Л.И. Обработка и хранение семенного зерна. М., Колос, 1974.
4. ДБН В.2.2-8-98 «Предприятия, здания и сооружения по хранению и переработки зерна». Киев, 1998.

## **DEVELOPMENT PROCESS WITH GRAIN STORAGE RATIONALE GRANARY**

O. Norinskiy

*The article analyzes the conditions of grain storage and analysis of existing storage.*

## РОЗРОБКА І ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КОМБІНОВАНОЇ ҐРУНТООБРОБНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ І ПОСІВУ

*М.С. Храмов асистент*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Проаналізовано фізико-механічні властивості ґрунту в результаті взаємодії робочих органів ґрунтообробних машин, запропоновано комбіновану машину для поверхневого обробітку ґрунту і посіву.*

*Ключові слова: фізико-механічні властивості ґрунту, аерація, вологостійкість, робочий орган, агрофізичні властивості, ґрунтообробні фрези, стрілочата плоскоріжуча лапа, роторний робочий орган, сепаруюча решітка.*

*Проанализированы физико-механические свойства почвы в результате взаимодействия рабочих органов почвообрабатывающих машин, предложено комбинированную машину для поверхностной обработки почвы и посева.*

*Ключевые слова: физико-механические свойства почвы, аэрация, влагостойкость, рабочий орган, агрофизические свойства, почвообрабатывающие фрезы, стрелчатая плоскорезная лапа, роторный рабочий орган, сепарующая решетка.*

Вивченням фізико-механічних властивостей ґрунтів при взаємодії з рушіями багато уваги приділено у роботах М.С. Антонова, І.В. Барського, Г.М. Кутькова, Н.А. Забавнікова, Р. Л. Турецького, А.І. Пупоніна, В.Ф. Бабкова, А.С. Кушнарьова, В.В. Медведєва, М.Е. Мацепура, Р.Ш. Хабатова, Д.І. Золотаревської та ін. У роботах перерахованих вчених встановлено, що в результаті ущільнення ґрунту різко погіршуються агрофізичні властивості ґрунту: підвищується об'ємна вага, знижуються шпаруватість, аерація, водопоглинання і вологостійкість руйнується структура, пригнічується мікрофлора. Все ці негативні фактори, зрештою, призводять до розвитку ерозійних процесів, до зниження родючості ґрунту зниження врожаю сільськогосподарських культур. Враховуючи, що техногенний вплив на ґрунт з кожним роком збільшується, виникає реальна небезпека порушення існуючого в природі екологічного балансу не тільки в орному горизонті ґрунту, але і у всьому навколишньому середовищі, через забруднення водою змитих ґрунтом разом з токсичними речовинами у вигляді залишків мінеральних добрив, гербіцидів і пестицидів.

Збільшенню тиску на ґрунт і числа проходів рушіїв машин по полю поставили перед землеробством важливу проблему переущільнення ґрунту, яка з кожним роком стає все більш актуальною. Переущільнення ґрунту відбувається не тільки в орному, але і в підорних шарах (на глибину 0,60... 1,0м), зберігаючи наслідки протягом декількох років [1].

Найбільш загальним показником фізичного стану ґрунту є його родючість і щільність. Оптимальне значення щільності основних типів ґрунтів становить:  $\rho = 1,0 \div 1,3$  г/см для суглинних і глинистих;  $\rho = 1,1 \div 1,4$  г/

см<sup>3</sup> для легко суглинистих;  $\rho=1,2 \div 1,45$  г/см<sup>3</sup> для супіщаних. При зростанні щільності знижується загальна пористість. При  $\rho=1,3$  г/см<sup>3</sup> кількість пор на суглинку знижується в 2 рази, а при  $\rho=1,54 \div 1,6$  г/см<sup>3</sup>, яка часто спостерігається по сліду техніки, – до нуля.

При обробітку і збиранні сільськогосподарських культур біля 35% енергетичних і 25% трудових витрат припадає на обробітку ґрунту [7]. Витрата енергії на обробіток ґрунту під різні культури залежить від багатьох факторів, кількісні та якісні показники яких не є довільними. Вони обумовлені агротехнічними та виробничими вимогами, а також залежать від ґрунтово-кліматичних та інших характеристик конкретної зони країни. Це є однією з основних причин того, що в сільськогосподарському виробництві у багатьох випадках один і той же виробничий ефект може бути отриманий в одних і тих же умовах за допомогою різних виробничих процесів і технічних засобів їх механізації. У таких випадках вирішальним критерієм вибору є витрати енергії на виконання технологічних процесів.

У землеробській механіці при обґрунтуванні геометричної форми робочого органу доводиться вирішувати два завдання. Першим є вибір профілю робочого органу, який забезпечує виконання агротехнічних вимог для якісної обробки, другий виконання операцій з найменшими витратами енергії. Така послідовність постановки завдань зумовлена тим, що знаряддя, в основному, оцінюються якісними показниками роботи [2]. В.П. Горячкін вважав, що на першому етапі необхідно підібрати геометричну форму робочого органу, а точніше – їх різноманіття забезпечує виконання агротехнічних вимог до якості обробки ґрунту. На другому етапі – з можливогорізнманіття геометричних форм робочих органів зробити вибір, робочого органу, який в роботі вимагає найменших витрат енергії [2].

Обґрунтуванням геометричної форми ґрунтообробних робочих органів займалися В.П. Горячкін, П.М. Василенко, А.С. Кушнар'єв, І.М. Панов, Г.Н. Синькоков, А.Н. Зеленін, Б.А. Нефедов, В.Г. Кірюхін, П.С. Короткевич, В.П. Третьяк та багато інших дослідників.

У багатьох випадках при обґрунтуванні конструкції ґрунтообробного робочого органу або його допоміжних частин критерієм вибору геометричної форми служила технологічність їх виготовлення. За основу бралися циліндричні, еліпсоїдальні, циклоїдні та інші профільні поверхні. Велика розмаїтість умов застосування ґрунтообробних робочих органів, вибір того чи іншого профілю повинні диктуватися конкретними межами зміни фізико-механічних властивостей ґрунту, швидкістю їх руху і т.д. При обґрунтуванні геометричної форми робочих органів слід враховувати вищезазнані умови їх роботи, інакше виникає пластичне протягом ґрунту нижче глибини обробки може призвести до ущільнення нижніх її шарів [4]. Останнє служить показником зниження якості і підвищує енергоємність обробки ґрунту.

Для деяких типів робочих органів, наприклад, рихлильних лап парових і просапних культиваторів, бічний їх профіль надає найбільш істотний вплив на якість обробки ґрунту та їх тяговий опір [3].

На ґрунтообробні фрези найбільшого поширення набули Г-подібні ножі, перевага яких заснована на їх універсальності і простоті виготовлення. Недоліком такої форми ножа є велика нерівномірність опору входження його в ґрунт з-за прямолінійності леза і неможливості забезпеченні умов процесу різання бур'янів з ковзанням, що призводить до забивання ножів. У зв'язку з цим Ф.М. Канари і Л.І. Ткаченко рекомендують виконувати лезо ножа у вигляді логарифмічної спіралі, П.Ф. Попов – у формі, близькій до неї, а Л.І. Лещак виходить з умов, що забезпечують рівномірний входження ножа в ґрунт [36].

Для обґрунтування профілів робочих органів ґрунтообробних машин з урахуванням конкретних умов їх застосування широкого поширення набули експериментальні методи. Так, при спостереженні за роботою стійок стрілочастих лап встановлено, що передні їх грані не перерізають стебло сорної рослини, а лише переламують його, тому більш інтенсивно забиваються ними, ніж стійки з округленої передньою гранню [5].

Розглянута нами машина для безвідвальної обробки ґрунту з робочими органами у вигляді стрілочастих плоскоріжучих лап. Зрізаємий лемешем пласт ґрунту ковзає по похилому лезу, потім розпушується і падає без обороту пласта. Стерня і рослинні залишки при такому обробітку ґрунту залишаються на поверхні поля.

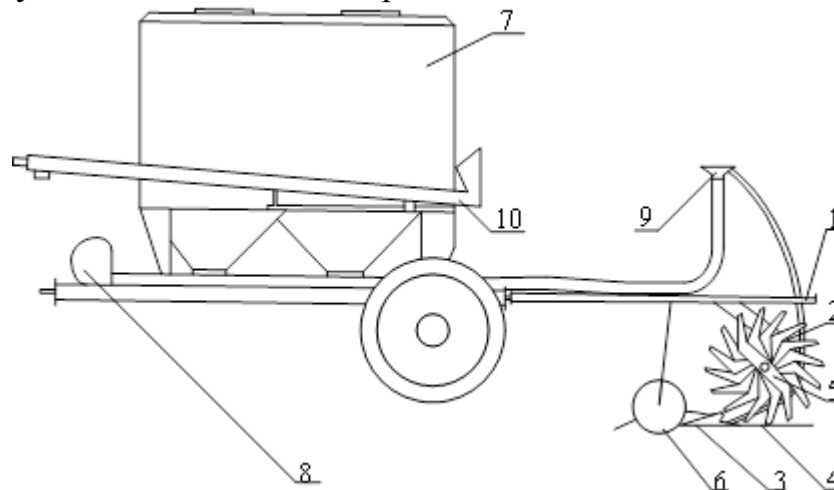


Рис 1.1. Схема пропонованої машини:

1 – рама; 2 – стійка; 3 – стрілочата плоскоріжуча лапа; 4 – сепаруюча решітка; 5 – роторний робочий орган; 6 – плоскі диски; 7 – бункер сівалки; 8 – вентилятор; 9 – дозуючий пристрій; 10 – завантажувальний шнек.

Машина складається з зварної рами 1, із закріпленою на ній стійкою 2 на якій закріплена стрілочата плоскоріжуча лапа 3, з сепаруючою решіткою 4, над сепаруючою решіткою розміщений роторний робочий орган 5, у вигляді валу, на якому закріплені ножі зігнутої форми.

У передній частині рами встановлені плоскі диски 6, з механізмом регулювання глибини обробки.

Також у складі машини використовується бункер сівалки 7, з якого за рахунок насіннєтокопровода посівний матеріал подається до дозуючого пристрою 9 і далі до плоскоріжучої стрілчастої лапі.

При русі машини підрізаний шар ґрунту надходить лемішем до роторного робочого органу і сепаруючої решітки. Розташовані над сепаруючою решіткою роторний робочий органи з ножами розпушують ґрунт і переміщують його по сепаруючій решітці. При інтенсивному ворущінні ґрунту дрібні його частки проходять між прутками решітки, великі частки ґрунту, ножами ротора скидаються з решіток, утворюючи крупно грудкуватий шар. У разі використання машини на перезволожених ґрунтах, прутки решіток очищаються ножами роторного робочого органу. Машина дозволяє ефективно боротися з бур'янами рослинами залишаючи їх коріння на поверхні поля.

Плоскі диски, встановлені перед плоскоріжучою стрілчастою лапою, створює валок, який дозволяє рівномірно подавати шар ґрунту на сепаруючу решітку, а також дозволяє регулювати глибину обробки ґрунту. При посіві, посівний матеріал подається на дозуючий пристрій, а далі безпосередньо до плоскоріжучої стрілчастої лапі.

При проході машини ножі, розміщені на роторі, при взаємодії з пластом ґрунту вичісують з нього сміттєві рослини в результаті, не порушуючи їх цілісності та переміщуючи їх на поверхню. Такий метод дозволяє ефективно боротися з багаторічними бур'янами без використання гербіцидів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Бурченко П.Н. О развertyвающейся лемешно-отвальной поверхности скоростного плуга / П. Н. Бурченко // Исследование рабочих органов и машин для обработки почвы: тр. ВИМ. – Т. 82. – М.: 1978. – С. 3–7.
2. Новиков Ю. Ф. Исследование геометрии отвальных поверхностей / Ю. Ф. Новиков // Материалы науч.-техн. совета. – Вып. 19. – М.: 1965. – С. 101–113.
3. Горячкин В. П. Собрание сочинений / В. П. Горячкин. – Т. 2 – 2-у изд. – М.: Колос, 1968. – 455 с.
4. Кушнарeв А. С. Механико-технологические основы обработки почвы / А. С. Кушнарeв, В. И. Кочев. – К.: Урожай, 1989. – 140 с.
5. Кушнарeв А. С. Проектирование рыхлительных рабочих органов культиваторов / А. С. Кушнарeв, А. В. Бауков, В. М. Найдыш. – К., 1979. – 18 с.
1. Матяшин Ю. И. Расчет и проектирование ротационных почвообрабатывающих машин / Ю. И. Матяшин, И. М. Гринчук, Г. М. Егоров. – М.: Агропромиздат, 1988. – 173 с.

33. Летошнев М.Н. Сельскохозяйственные машины / М. Н. Летошнев. – Л., 1949. – 856 с.

## **DEVELOPMENT AND SUBSTANTIATION OF PARAMETERS OF COMBINED TILLAGE MACHINES FOR SURFACE TILLAGE AND SOWING**

*N. Khramov*

*Analyzed the physical and mechanical properties of the soils as a result of the interaction of working organs of tillers, offer combined machine for surface tillage and sowing.*

**УДК 664.3.032.1: 664.3.032.4**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ РОБОЧИХ ОРГАНІВ КОМБІНОВАНОГО ШНЕКОВОГО ПРЕСУ З МАТЕРІАЛОМ**

***В.В. Стрельцов, асистент***

*Миколаївський національний аграрний університет*

*У статті досліджено умови захвату частинок (соняшникового насіння) вальцями запропонованого комбінованого преса.*

*Ключові слова: прес, вальці, м'ятка, коефіцієнт тертя ковзання, модуль пружності.*

*В статье исследованы условия захвата частиц (подсолнечных семян) вальцами предложенного комбинированного пресса.*

*Ключевые слова: пресс, вальцы, мятка, коэффициент трения скольжения, модуль упругости.*

Розвиток виробничої бази масложирової промисловості відбувається в даний час як за рахунок реконструкції діючих великих маслоекстракційних виробництв, так і створення малих переробних підприємств, наближених до виробників сільськогосподарської сировини. Ефективність переробки олійної сировини в обох випадках залежить від використання досконалої техніки і технології на виробництві, що при переході до ринкових відносин дуже важливо.

За діючою, стандартною технологією олієвмісний матеріал перед подачею в прес спеціально підготовляють. Підготовка полягає в тому, що насіння або ядро насіння подрібнюють, добиваючись якомога більшої руйнації клітинної структури і максимального переведення олії на зовнішню поверхню частинок.

Дослідження проблемних елементів роботи пресового обладнання дало можливість запропонувати технічне рішення комбінованого преса (рис. 1), який пропонується для впровадження в технологічну лінію.

В основу технічного рішення поставлено завдання створення такого шнекового преса для віджиму олії, в якому здійснення попереднього



подрібнення ядра насіння до стану м'ятки дозволяє інтенсифікувати процес відділення олії під час пресування.

Поставлене завдання вирішується тим, що в приймальному бункері встановлена пара вальців, які отримують обертальний рух від шнекового вала через клинопасову передачу. У приймальному бункері ядро насіння попередньо подрібнюється, переходячи до стану м'ятки.

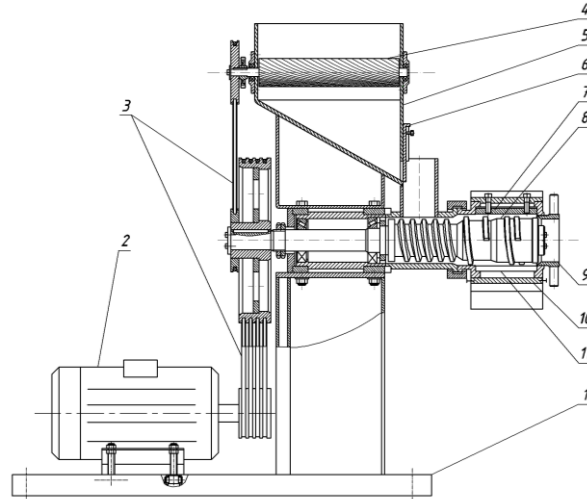
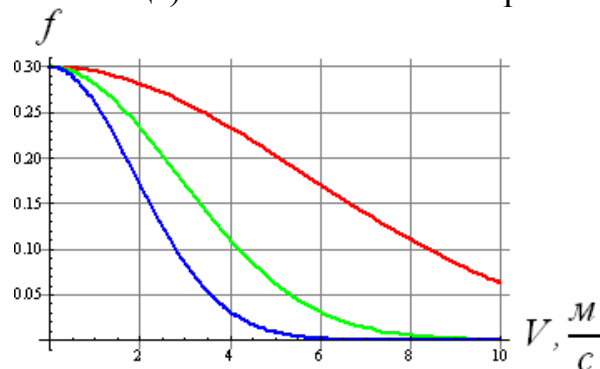


Рис. 1. Комбінований шнековий прес для отримання рослинної олії:  
1 - станина; 2 - електродвигун; 3 - клинопасова передача; 4 - вальці;  
5 - приймальний бункер; 6 - заслінка; 7 - клин; 8 - шнековий вал;  
9 - регулювальна гайка; 10 - зеєрний циліндр; 11 - зеєрні планки.

Таким чином, в результаті попереднього подрібнення ядра насіння інтенсифікується процес пресування, підвищується ефективність використання зеєрного циліндра, який забезпечує збільшення виходу олії, а також зменшується зношування тертьових поверхонь шнекового валу і деталей зеєра, і тим самим збільшується термін служби преса.

Для визначення умов, при яких частинка (ядро насіння) буде затягнута в зазор між вальцями розмірів (діаметрів)  $D_1$  і  $D_2$ , які обертаються з різними кутовими швидкостями  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  необхідно визначити умову зв'язку кінематики руху вальців і параметрів їх розстановки і геометричних розмірів з властивостями поверхні (величиною зовнішнього тертя поверхні частинки по поверхні вальця) частинки і її геометричними розмірами.



$k \rightarrow 2$ ;  $a = 0.125 \rightarrow \text{Red}$ ,  $a = 0.250 \rightarrow \text{Green}$ ,  $a = 0.375 \rightarrow \text{Blue}$

Рис. 2. Залежність коефіцієнта тертя ковзання

Залежність коефіцієнта тертя ковзання може бути в загальному вигляді представлена залежністю:

$$f = f_{ct} \left( \Gamma^{-(av)^k} \right),$$

де  $f_{ct}$  - коефіцієнт тертя спокою (статичний),  $v$  - швидкість руху тіла по поверхні,  $a$ ,  $k$  - емпіричні коефіцієнти, що підлягають визначенню в експерименті.

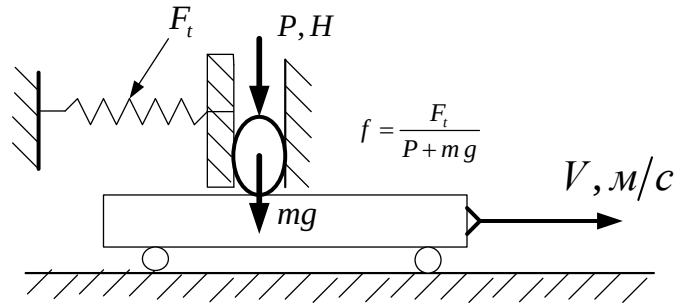


Рис. 3. Схема для визначення коефіцієнта тертя ковзання

Схема до визначення умов защемлення частинки між вальцями представлена на рис. 4.

Для визначення цих кутів запишемо рівняння радіусів вальців плюс половина діаметра частинки в системі координат  $xu$ :

$$\begin{aligned} (x_1 + d/2)^2 + (y_1 + d/2)^2 &= (D_1/2 + d/2)^2; \\ (x_1 + d/2 - (D_1/2 + D_2/2))^2 + (y_1 + d/2)^2 &\rightarrow (D_2/2 + d/2)^2. \end{aligned} \quad (1)$$

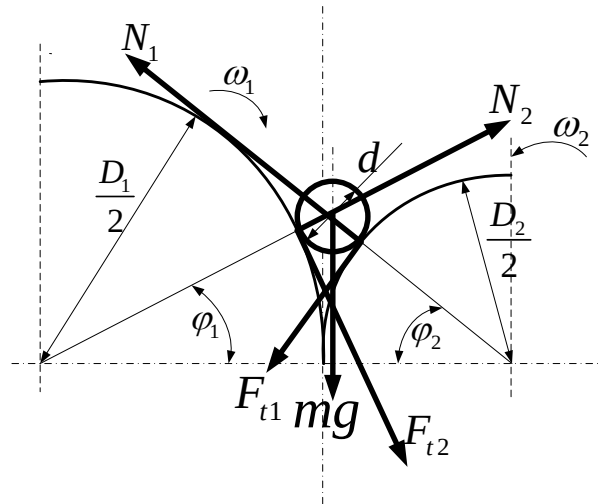


Рис. 4. Схема до визначення умов защемлення частинки між вальцями:  $D_1$  і  $D_2$  - діаметри вальців;  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  - кутові швидкості обертання вальців;  $mg$  - вага частинки, Н;  $N_1$ ,  $N_2$  - нормальна реакція поверхонь вальців на частинку, Н;  $F_{t1}$ ,  $F_{t2}$  - сили тертя по поверхнях частинка-валець для першого і другого вальців відповідно, Н;  $\phi_1$ ,  $\phi_2$  - кути нормалей до точок контакту поверхні вальців з частинкою;  $d$  - діаметр частинки.

Зв'язок кутів з координатами:

$$\begin{aligned}x_1 &= (D_1/2 + d/2) \cos[\varphi_1]; \\(x_1 + d/2 - (D_1/2 + D_2/2)) &= (D_2/2 + d/2) \cos[\varphi_2].\end{aligned}\quad (2)$$

Перевірка рівнянь (1)  $y_1, y_2$ :

$$\begin{aligned}y_1 &= \frac{1}{2} \left( -d + 2 D_1/2 \sqrt{d D_1/2 + D_1/2^2 - d x_1 - x_1^2} \right); \\y_2 &= \frac{1}{2} \left( -d + 2 \sqrt{d D_1/2 - D_1/2^2 + 2 D_2/2 d - D_1/2 D_2/2 - d x_1 + 2 D_1/2 x_1 + 2 D_2/2 x_1 - x_1^2} \right).\end{aligned}$$

Прирівнювання координат  $y_1$  і  $y_2$  двох рівнянь дозволяє визначити  $x_1$  (точку перетинання траєкторій) точку центру частинки при її контакті з двома вальцями:

$$x_1 = \frac{D_1/2^2 - d D_2/2 + D_1/2 D_2/2}{D_1/2 + D_2/2}.$$

З рівнянь (2), (3) визначаються кути  $\varphi_1, \varphi_2$ :

$$\varphi_1 = \arccos \left[ \frac{2(-d + D_1/2 + \frac{d D_1/2}{r_1 + r_2})}{d + D_1} \right]; \quad \varphi_2 \rightarrow \pi - \arccos \left[ \frac{d - D_2/2 - \frac{d D_2/2}{D_1/2 + D_2/2}}{d + D_2} \right].$$

### ЛІТЕРАТУРА

1. Масликов В.А. Технологическое оборудование производства растительных масел / В.А. Масликов. — М.: Пищевая промышленность, 1974. — 439 с.
2. Кошевой Е.П. Оборудование для производства растительных масел / Е.П. Кошевой. — М.: Агропромиздат, 1991. — 208 с.
3. Скипин А.И. Непрерывнодействующие шнековые прессы / А.И. Скипин. — Л.: ВНИИЖ, 1952.
4. Голдовский А.М. Теоретические основы производства растительных масел / А.М. Голдовский. — М.: Пищепромиздат, 1958. — 446 с.
5. Масликов В.А. Исследование процесса прессования подсолнечной мезги на прессе типа ФП: Дис. канд. техн. наук. — Краснодар, 1955. — 205 с.
6. Масликов В.А. Некоторые вопросы конструкции шнековых прессов // Маслобойно-жировая промышленность. — 1953. № 6. С. 11—15.
7. Масликов В.А. Примеры расчетов оборудования производства растительных масел / В.А. Масликов. — М.: Пищепромиздат, 1959. — 224 с.
8. Патент UA №49079, B30B9/12. Комбінований шнековий прес для отримання рослинної олії / В.В. Стрельцов, О.А. Горбенко, О.О. Катрич; Заявлено 30.11.2009. Опубліковано 12.04.2010.

### STUDY OF THE INTERACTION OF WORKING COMBINED WITH MATERIAL SCREW PRESS

V. Streltsov

*We studied the conditions of particle capture (sunflower seeds) proposed a combined press rollers.*

## СУТЬ СЕЛЕКТИВНОГО СКЛАДАННЯ

*Іванов Г.О. канд. техн. наук, доцент*

*Полянський П.М. канд. екон. наук, доцент*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Селективне складання застосовується тоді, коли потрібно підвищити точність з'єднання без зменшення допусків на обробку деталей, а також і в тому випадку, коли потрібно розширити допуски – від розрахункових до технологічно доцільних при отриманні заданої точності.*

*Селективное составление применяется тогда, когда требуется повысить точность соединения без уменьшения допусков на обработку деталей, а также и в том случае, когда нужно расширить допуски – от расчетных до технологически целесообразных при получении заданной точности.*

На практиці часто виникає потреба виготовити деталі з такою точністю, якої не можна досягти, або при досягненні якої деталі будуть дорогими (не економічними). Так, зазор у плунжерній парі паливного насоса повинен бути в межах 1...3 мкм. Це значить, що точність обробки плунжера повинна бути в 7 разів, а втулка – в 10 разів вищою, ніж за 6-м квалітетом.

Для забезпечення такої точності жоден із наявних технологічних процесів не буде економічним. Тому у виробництві застосовується селективне складання, яке дає змогу одержати посадки підвищеної точності.

Селективне складання застосовується і тоді, коли потрібно підвищити точність з'єднання без зменшення допусків на обробку деталей, а також і в тому випадку, коли потрібно розширити допуски – від розрахункових до технологічно доцільних при отриманні заданої точності.

Суть селективного складання полягає в тому, що деталі з'єднання розсортовують на групи, а потім з'єднують деталі однойменних груп.

У з'єднанні гільза циліндрів-поршень двигуна Д-75 зазор, згідно з технічними умовами, має бути в межах 0,19...0,23 мм. На рис. 1 зображено схему полів допусків цього з'єднання.

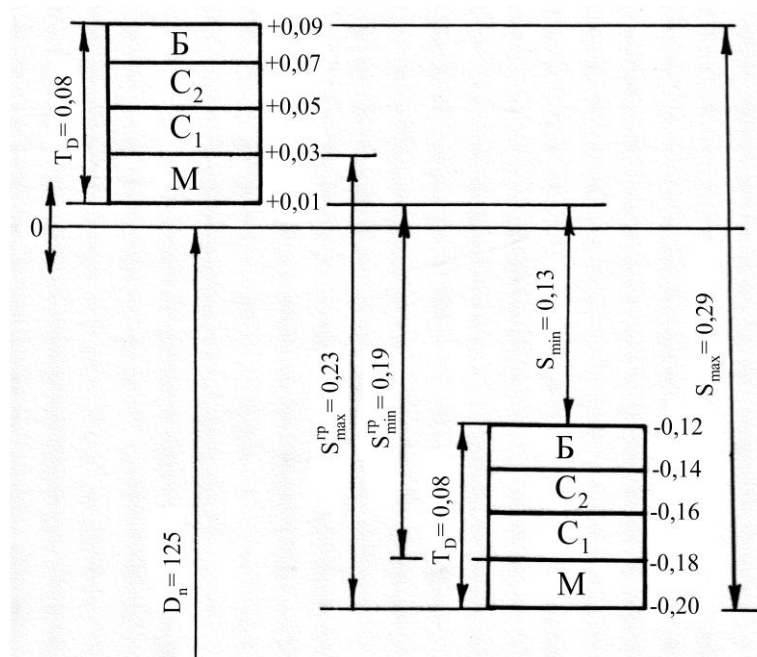


Рис. 1. Схема, що характеризує суть селективного складання

Із схеми видно, що з'єднання гільз і поршнів однойменних груп дає можливість одержувати зазори у цих заданих межах. Якщо ці деталі не ділити на групи, то зазор між гільзою циліндрів і поршнем становив би 0,13...0,29 мм, що призвело б до зниження технічного ресурсу. При зазорах 0,13...0,19 мм у процесі роботи двигуна могли б бути задири.

Селективне складання має такі переваги:

- можливість отримання такої точності, яка недосяжна або економічно недоцільна на наявному технологічному обладнанні;
- дешевше виготовлення деталей за рахунок розширення полів допусків;
- можливість ширшого використання стандартних посадок, особливо перехідних.

Недоліки селективного складання:

- збільшуються додаткові витрати на сортування і маркування деталей;
- збільшуються потреби у точних калібрах;
- похибка вимірювань при сортуванні деталей на  $n$  груп повинна бути в  $\sqrt{n}$  разів нижчою, ніж при повному допуску.

Із збільшенням числа груп збільшується незавершене виробництво деталей внаслідок різної їх кількості в однойменних групах. Для зменшення кількості деталей, які опинилися в незавершеному виробництві, потрібно утворювати групи не лінійним діленням полів допусків, а пропорційним діленням площ кривих розподілу (рис. 2).

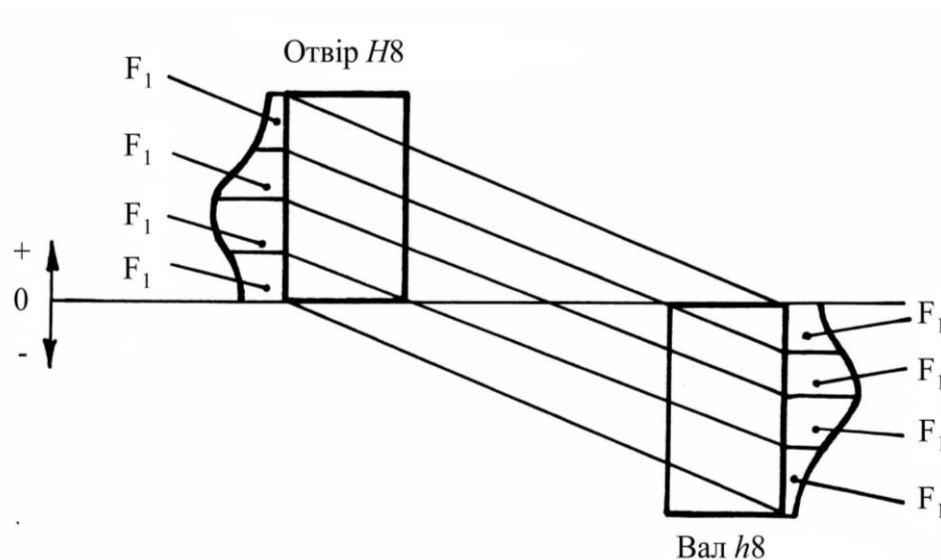


Рис. 2 Ділення на групи пропорційно площинам гістограм

Оскільки число отворів і валів має бути однаковим, то площі обох кривих розподілу будуть рівними.

Поле допуску будь-якої деталі ділять на 5...10 рівних частин. Площі  $F_1, F_2, F_3, F_4$  являють собою у деякому масштабі число деталей. Потім криву розподілу вала ділять на те саме число частин таким чином, щоб площа кожної частини кривої розподілу вала дорівнювала площі відповідної частини кривої розподілу отвору. Відповідні точки поділу парних часткових полів з'єднують прямими лініями, що називаються зв'язками розподілу.

У цьому випадку у кожній групі буде однакова кількість деталей. Щоб досягти цього, потрібно виконати такі умови:

1. Вивчити фактичні криві розподілу деталей. Для підтримання стабільності кривих розподілу потрібно, щоб на верстатах працювали постійні робітники і застосовувався інструмент одного типу.

2. Під час сортування стежити за парністю деталей у групах. Поршневу парність можна вирівняти підгонкою, але це шкодить взаємозамінності. Метод підгонки застосовується в ремонтних підприємствах, які відновлюють прецизійні пари.

Потрібно мати на увазі, що при занадто великій кількості розмірних груп, груповий допуск мало відрізнятиметься від допуску при меншому числі груп, але значно збільшуються витрати. На рис. 3 зображено зміну допуску  $T_{гр}$  залежно від числа груп  $n$ . Число розмірних груп при селективному складанні повинно бути оптимальним.

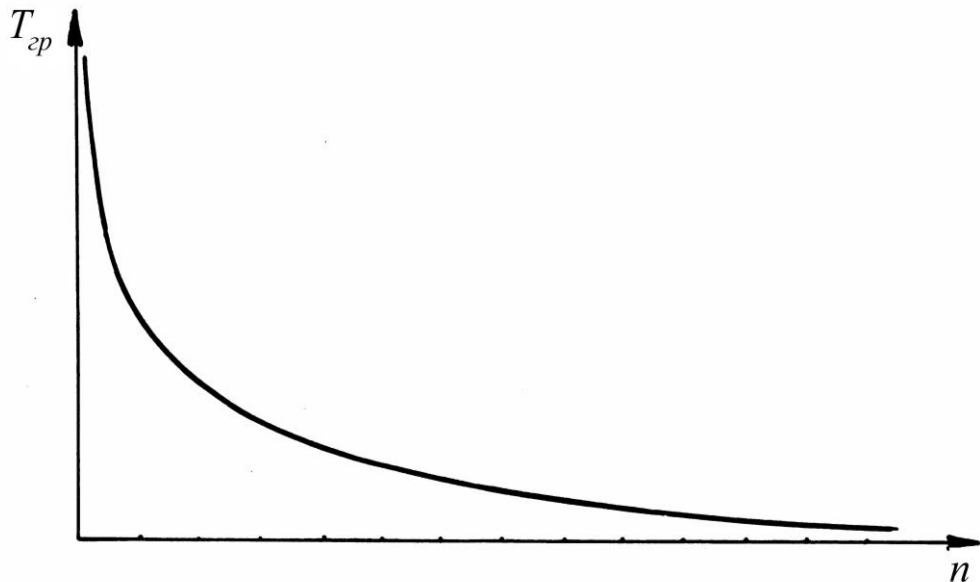


Рис. 3. Крива зміни  $T_{гр}$  від  $n$

### 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.

4.Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання. Навчально-методичний комплекс : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. освіти / [Г. О. Іванов, В. С. Шебанін, Д. В. Бабенко та ін.; за ред. Г. О. Іванова, В. С. Шебаніна і І. М. Бендери]. – Миколаїв, 2014. – 576 с.

### THE ESSENCE OF SELECTIVE ASSEMBLY

*Ivanov G. A. Polansky P. M.*

*Selective compilation is used when it is desired to improve the accuracy of the connection without reducing the tolerances on the machining of parts and in the case where it is necessary to expand tolerances – from settlement to technologically feasible in obtaining the desired accuracy.*

## СПОСОБИ ЗМЕНШЕННЯ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ НА ТЕРТЯ В ОПОРНО-УПОРНИХ ВУЗЛАХ ЕЛЕКТРОНАСОСНИХ АГРЕГАТІВ

**О.С. Кириченко** к.т.н., доцент

Миколаївський національний аграрний університет

*В даному повідомленні запропоновано способи зменшення втрат потужності на тертя в опорно-упорних вузлах тертя електронасосних агрегатів. Розрахунок модернізованих опорно-упорних вузлів тертя здійснено на основі математичної моделі, яка викладена в теорії розрахунку і конструювання гвинтоканавочних вузлів тертя.*

*В данном сообщении предложены способы уменьшения потерь мощности на трение в опорно-упорных узлах трения электронасосных агрегатов. Расчет модернизированных опорно-упорных узлов трения выполнен на основе математической модели, которая изложена в теории расчета и конструирования винтоканавочных узлов трения.*

В гідравлічній частині сучасних електронасосних агрегатів для розвантаження гвинтів від осьових зусиль використовуються опорно-упорні вузли тертя, які представляють собою гідростатичні підшипники ковзання з гладкими поверхнями тертя [1]. Вони мають невелику вантажопідйомність. Тому при експлуатації можуть виходити з ладу внаслідок відмов тертьових тіл. За деякими даними число цих відмов складає біля 30-40 %.

Аналіз відмов показав, що головною причиною пошкодження тертьових тіл є підвищений знос їх поверхонь тертя. Крім того, підвищений знос призводить до порівняно великих витрат енергії на подолання втрат потужності на тертя.

Таким чином, опорно-упорні вузли гідравлічної частини електронасосних агрегатів потребують модернізації, направленої на підвищення їх вантажопідйомності, суттєвого зниження зносу робочих тіл і втрат потужності на тертя.

В даному повідомленні запропоновано способи зменшення втрат потужності на тертя в опорно-упорних вузлах електронасосних агрегатів за рахунок використання гвинтоканавочних вузлів тертя, теорія розрахунку і конструювання яких викладена в роботах [2-6].

Розрахунки продовжувались для гвинтоканавочного вузла тертя, який встановлено в гідравлічній частині електронасосного агрегату (тригвинтовий насос) з наступними вихідними даними: довжина конусної п'яти  $L=55$  мм; радіус більшої основи конуса п'яти  $R=30$  мм; кут конусності  $\lambda=7^\circ$ ; кут підйому гвинтової нарізки на п'яті  $\varphi=10^\circ$ ; глибина канавки  $h_k=0,3$  мм; ширина канавки  $a=1$  мм; ширина виступу  $b=3$  мм; радіус меншої основи конуса п'яти  $r_1=24$  мм; радіус центральної камери  $r_3=14$  мм; радіус осьового каналу гвинта  $r_2=1$  мм; глибина центральної



камери  $H=5$  мм; коефіцієнт динамічної в'язкості мастильної рідини  $\mu_0=0,0225$  Па·с при температурі мастила на вході  $\Theta_0=20$  °С; добуток густини на питому теплоємність мастила  $\rho c=0,176 \cdot 10^7$  Дж/(м<sup>3</sup>·°С); температурний коефіцієнт в'язкості  $\alpha=0,026$  1/°С; коефіцієнт місцевого гідравлічного опору  $k=1$ ; число заходів гвинтової нарізки  $z_n=5$ ; частота обертання ведучого вала тригвинтового насоса  $n=1500$  об/мин; тиск мастила в центрі п'яти  $p_2=0,6$  МПа; атмосферний тиск  $p_{\text{атм}}=0,101$  МПа.

В результаті встановлено, що збільшення ширини канавки  $a$  до 4 мм в гвинтоканавочному вузлі тертя призводить до зниження втрат потужності на тертя близько 30 Вт. При цьому, ККД електронасосного агрегату в цілому зростає не менше ніж на 0,42 %.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Балденко Д.Ф. Винтовые насосы / Д.Ф. Балденко, М.Г. Бидман, В.Л. Калишевский и др. – М.: Машиностроение, 1982. – 224 с.
2. Хлопенко Н.Я. Статические характеристики винтоканавочного подпятника / Н.Я. Хлопенко, А.С. Кириченко // Судовые энергетические установки: научно-технический сборник. Вып. 26. – Одесса: ОНМА, 2010. – С. 20-29.
3. Кириченко А.С. Сравнительный анализ характеристик гидростатических подпятников с гладкой цилиндрической пятой и с винтовой нарезкой на ее поверхности / А.С. Кириченко // Проблемы трибологии (Problems of tribology). – Хмельницький, 2011. – № 2(60). – С. 96-102.
4. Кириченко О. С. Підвищення енергоефективності роботи електронасосних агрегатів / О. С. Кириченко // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Проблеми удосконалення електричних машин і агрегатів. Теорія і практика. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2013. – № 51 (1024). – С. 28-35.
5. Oleksandr Kyrychenko Анализ коэффициента полезного действия электронасосных агрегатов для электротехнологий при использовании винтоканавочных узлов трения / Oleksandr Kyrychenko // Motrol Motorization and power industry in agriculture. – Volume 16. No 2. – Lublin, 2014. – С. 67-73.
6. Кириченко О.С. Статичні характеристики гвинтоканавочних вузлів тертя електронасосних агрегатів для електротехнологій / О.С. Кириченко//Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету [Електронний ресурс] – Мелітополь: ТДАТУ, 2014. – Вип.4. – Т.1. - С. 61 - 68.

# REDUCTION METHODS OF POWER LOSSES OF FRICTION FOR THRUST BEARING UNITS OF ELECTRIC MOTOR HYDRAULIC PUMP PACKAGE

O.S. Kyrychenko

*In this report reduction methods of power losses of friction for thrust bearing units of electric motor hydraulic pump package are proposed. The mathematical model from the theory of calculation and design of screw thrust bearing units for calculation of modernized screw thrust bearing unit are used.*

## ПЕРЕВАГИ НІТРОЦЕМЕНТАЦІЇ ПЕРЕД ЦЕМЕНТАЦІЄЮ

**Полянський П.М.** канд. екон. наук, доцент

**Іванов Г.О.** канд. техн. наук, доцент

Миколаївський національний аграрний університет

*Нітроцементация істотно підвищують межу витривалості, причому нітроцементация більшою степені, ніж ціанування, а в ряді випадків більшою мірою, ніж цементация.*

*Нитроцементация существенно повышают предел выносливости, причем нитроцементация в большей степени, чем цианирование, а в ряде случаев в большей степени, чем цементация.*

Цементация - найпоширеніший у машинобудуванні спосіб хіміко-термічної обробки сталевих деталей – використовується для отримання високої поверхневої твердості, зносостійкості і втомної міцності деталей. Ці властивості досягаються збагаченням поверхневого шару низьколегованої і нелегованої сталі вуглецем до концентрації евтектоїдної або заевтектоїдної із подальшою термічною обробкою, що надає поверхневому шару структуру мартенситу з тою чи іншою кількістю залишкового аустеніту і карбідів.

Глибина цементованого шару зазвичай знаходиться в межах 0,5-2,0 мм (іноді для дрібних деталей в межах 0,1-0,3 мм, а для великих - більше 2,0 мм). Цементацию сталевих деталей здійснюють в твердих, газових і рідких карбюризаторів. За останні роки все більший розвиток отримує газова цементация.

Оптимальний вміст вуглецю в поверхневій зоні цементованого шару більшості сталей 0,8-0,9%; при такому його кількості сталь має високу зносостійкість. Подальше збільшення вмісту вуглецю зменшує межі витривалості і міцності сталі при статичних і динамічних випробуваннях. Однак найбільш зносостійкий цементований шар при кілька підвищеному вмісті в ньому вуглецю (за деякими даними до 1,2%). При цьому після термічної обробки цементований шар повинен мати структуру дрібногольчастого мартенситу з дрібними сферичними карбідами і невеликою кількістю залишкового аустеніту.

Механічні властивості деталей значно підвищуються, якщо вміст вуглецю в поверхневій зоні шару не перевищує 0,75-0,85%. При цьому в шарі не утворюється надлишкових карбідів, а вміст залишкового аустеніту мінімальне. Такий зміст вуглецю в поверхневій зоні шару може бути досягнуто лише при автоматичному регулюванні складу газу і застосуванні газу-розріджувача, наприклад ендогаз. Цей газ отримують в ендотермічному генераторі. Світільний газ, пропан, бутан або пропан-бутанова суміші і повітря подаються в певній пропорції у вертикальну реторту, що нагрівається до 950-1050 °С і наповнену каталізатором. Верхня частина реторти охолоджується за допомогою водяної сорочки, що необхідно для запобігання реакції  $2\text{CO}=\text{CO}_2+\text{C}$  і отримання газу, що містить близько 20% CO і менше 1%  $\text{CH}_4$ .

Найбільш швидко газова цементація протікає в печах з обертовими ретортами: при 910 °С протягом 2 год 45 хв глибина шару досягає 0,8-0,9 мм, а протягом 3 год 30 хв 1,0-1,15 мм. В шахтній печі Ц-105 з вентилятором при садінні 0,8-1,2 г, температурі 930 °С і застосуванні природного газу шар глибиною 1,0-1,2 мм виходить протягом 8-9 год (нагрівання триває 3 год).

Цементация підвищує межу витривалості сталі. Найбільше підвищення межі витривалості досягається при цементації на порівняно невелику глибину, коли цементований шар набуває після гарту мартенситну структуру з мінімальною кількістю залишкового аустеніту, в результаті чого в шарі виникають максимальні стискаючі напруги.

Нітроцементация конструкційної сталі завдяки присутності азоту більш зносостійка, ніж цементована.

Поверхнєве насичення стали одночасно вуглецем і азотом в газовому середовищі називається нітроцементация. Нітроцементация піддають при температурі 820-950 °С конструкційну низковуглецеву сталь, середньовуглецеву (леговану та нелеговану), а також нержавіючу для підвищення їх поверхнєвої твердості, зносостійкості і межі витривалості. Поліпшену середньовуглецеву (леговану та нелеговану) сталь обробляють при 570-600 °С («м'яке азотування») для підвищення зносостійкості і межі витривалості, а швидкорізальної при 550-560 °С для підвищення поверхнєвої твердості, зносостійкості і теплостійкості.

В якості газового середовища при нітроцементация застосовують суміш, що складається з 2-10% аміаку і 90-98% вуглецевих газів, зазвичай використовуються при газовій цементация. У муфельні печі безперервної дії вуглецевий газ і аміак зазвичай подають окремо. Процес зазвичай протікає при 850-870 °С, а потім деталі піддаються безпосередньо загартуванню та низькому відпусканні.

Нітроцементация істотно підвищують межу витривалості, причому нітроцементация більшою степені, ніж ціанування, а в ряді випадків більшою мірою, ніж цементация.

Межа витривалості сталі 25ХГМ після цементация на глибину 1 мм (950 °С, підстуживають до 820 °С, гарт в маслі, відпуск при 200 °С)

становить 65-75 кг/мм<sup>2</sup> ( $64 \cdot 10^7$ - $73 \cdot 10^7$  н/м<sup>2</sup>), а після нітроцементзації на глибину 0,7-0,8 мм (850 °С, підстуживають до 830 °С, гарт в маслі з температурою 160 °С, відпустка при 200 °С) - 90 кг/мм<sup>2</sup> ( $88 \text{XHXЮ7}$  н/м<sup>2</sup>).

Нітроцементация деталей із сталей 25ХГТ і 25ХГМ при 840-830 °С застосовують газову суміш, що складається з 80-90% ендогаз, 5-8% природного газу і 2,5-5% аміаку, при 850 °С дифузійний шар глибиною 0,5-0,7 мм утворюється в протягом 5 год 15 хв, а глибиною 0,8-1,0 мм протягом 9 год. Деталі підстуживають до 820-830 °С і гартують в маслі з температурою 170-190 °С. Відпустку проводять при 160-180 °С. Структура серцевини зуба зубчастого колеса після обробки при зазначеному режимі - сорбіт або троостит (HRC 35-45), твердість поверхні стали більш HRC 60; жолоблення зубчастих коліс незначне.

Переваги нітроцементация перед цементациєю:

- 1) нижче температура процесу (820-870 °С замість 900-930 °С) при тій же швидкості або більше швидкість процесу при тій же температурі (рис 1);
- 2) не виділяється сажа на поверхні нітроцементуючих деталей, стінках печі та нагрівачах;
- 3) вище зносостійкість деталей внаслідок додаткового насичення стали азотом;
- 4) менше жолоблення деталей.

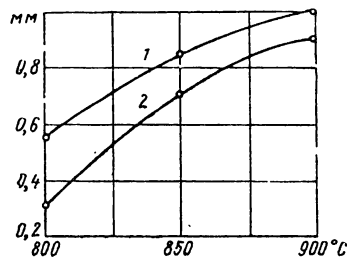


Рис. 1. Вплив температури на глибину цементованого і нітроцементованого шару сталі 10 (витримка 3 год) 1 - гас і 25 % розчин аміаку; 2 - гас

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.

## ADVANTAGES CARBONITRIDING BEFORE CEMENTATION

Polansky P. M. Ivanov, G. A.

*Nitrocarburizing significantly increase the endurance limit, and nitrocarburizing to a greater extent than cyanidation, and in some cases more than cementation.*

## ПРО ТРИ ПРОЕКТОРИ

Самойленко Є. Є., асистент.

Миколаївський національний аграрний університет

*У роботі досліджується проблема існування конфігурацій підпросторів гільбертового простору з фіксованими кутами між ними.*

*В работе исследуется проблема существования конфигураций подпросторів гильбертового пространства с фиксированными углами между ними.*

Досліджено  $C^*$ -алгебру породжену сім'єю трійок проекторів таких, що кути між кожним з двох ортогональних між собою підпросторів, що відповідають цим проекторам та третім відповідним підпростором гільбертового простору рівні.

Нехай  $H$  – гільбертовий простір, а  $H_1, H_2, H_3$  – такі підпростори цього простору, для яких задано сім'єю  $\tilde{P}(A_3)$  трійок проекторів  $(P_i = P_i^2 = P_i^*, i = \overline{1,3})$   $P_i: H \rightarrow H_i$ , зі співвідношеннями:

$$\begin{aligned} P_k P_h P_k &= \tau^2 P_k, (k, h) \in I_0, \\ P_k P_h &= P_h P_k, (k, h) \in I \setminus I_0, \\ I_0 &= \{(k_0, k_0 + 1) | k_0 = 1, 2\} \cup \{(h_0 - 1, h_0) | h_0 = 2, 3\}, \\ I &= \{(k_1, h_1) | k_1, h_1 = 1, 2, 3\}. \end{aligned} \quad (1)$$

де  $\tau \in \sigma \subseteq \left[0, \frac{1}{\sqrt{2}}\right]$ , підмножина  $\sigma$  – компакт. Позначимо  $I: H \rightarrow H$  – тотожний оператор. Позначимо таку  $C^*$ -алгебру  $C^*(\tilde{P}(A_3))$ . Графом Динкіна  $A_3$  називається зображений на рисисунку 1 граф. Вершини цього графа відповідають трьом проекторам.

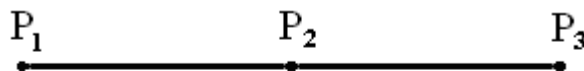


Рис.1.

Наявність ребра між  $P_k$  та  $P_h$  означає виконання умов:  $P_k P_h P_k = \tau^2 P_k$ ,  $P_h P_k P_h = \tau^2 P_h$ , де  $\tau = \cos \varphi$ ,  $\varphi$  – кут між підпросторами  $H_k$  та  $H_h$  відповідно. Відсутність ребра між  $P_k$  та  $P_h$  означає виконання умови:  $P_k P_h = P_h P_k = 0$  – ортогональність підпросторів  $H_k$  та  $H_h$ . В роботі [1] описано усі конфігурації двох підпросторів гільбертового простору. У роботах [2,3,6,7] досліджується проблема існування конфігурацій підпросторів гільбертового простору з фіксованими кутами між ними. В [6,7] сформульовано і доведено теореми існування та єдиності для зображень алгебр пов'язаних з різними графами, зокрема для графів-дерев.

Знайдено у явному вигляді сім'ю зображень для сім'ї трійок проекторів  $\tilde{P}(A_3)$  зв'язаних графом  $A_3$  та описана породжена цією сім'єю  $C^*$ -алгебра. Нехай

$$S_{\sigma}(P_1, P_2, P_3) = I + P_1 \left( P_3 + P_2 \left( I + \frac{1}{2} P_1 - P_3 \right) - I \right) + P_3 \left( P_1 + P_2 \left( I + \frac{1}{2} P_3 - P_1 \right) - I \right) + P_2 (P_1 + P_3 - I).$$

**Теорема.**  $C^*$ -алгебра породжена проекторами  $P_i = P_i^2 = P_i^*$ ,  $i = \overline{1,3}$  з додатковими умовами (1) ізометрично ізоморфна алгебрі неперервних матриць-функцій  $3 \times 3$  заданих на множині  $\Omega = \{ \sqrt{\lambda} | \lambda \in \sigma(S_{\sigma}(P_1, P_2, P_3)) \} \cap \left[ 0, \frac{1}{\sqrt{2}} \right]$  з додатковими обмеженнями (крайовими умовами):

$$C^*(P_1, P_2, P_3 | (1)) \cong \tilde{C} := \{ f = (f_{ij}(t))_{i,j=1}^3 \in M_3(C(\Omega)) | f_{11}, f_{22}, f_{33} \in C_1 := C(\Omega),$$

$$f_{21}, f_{12} \in C_2 := \{ f | f \in C(\Omega), f(0) = 0 \},$$

$$f_{31}, f_{32}, f_{23}, f_{13} \in C_3 := \{ f | f \in C(\Omega), f(0) = 0, f(1/\sqrt{2}) = 0 \},$$

де  $\sigma(S_{\sigma}(P_1, P_2, P_3))$  – спектр оператора  $S_{\sigma}(P_1, P_2, P_3)$ , а умови  $f(0) = 0$ , або  $f\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right) = 0$  мають сенс, якщо  $\{0\}$  або  $\left\{\frac{1}{\sqrt{2}}\right\}$  містяться у  $\Omega$  відповідно.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Halmos P.R.* Two subspaces // Trans. of the Amer. Math. Soc. – 1969. – **144**. – P. 381–389.
2. *Popova N.D., Samoilenko Yu. S.* On the existence of configurations of subspaces in a Hilbert space with fixed angles // Sigma Symmetry Integrability Geom. Methods Appl. – 2006. – **2**, № 055. – P. 1–5.
3. *Albeverio S., Ostrovskiy V., Samoilenko Y.* On functions on graphs and representations of a certain class of  $*$ -algebras // J. Algebra. – 2007. – **308**, № 2. – P. 567–582.
4. *Samoilenko Ye.Ye.*, On Spectrum of Matrix-Valued Continuous Functions of a Family of Commuting Operators. // Proceedings of Institute of Mathematics of NAS of Ukraine, – 2004. – **50**, №3. – P. 1192–1194.
5. *Москалёва Ю.П., Самойленко Ю.С.* Введение в спектральную теорию графов: Учебное пособие. – Киев: “Центр учебной литературы”, 2007.
6. *Власенко М.А., Попова Н.Д.* О конфигурациях подпространств гильбертова пространства с фиксированными углами между ними. // Укр. мат. журн. – 2004. – **56**, №5. – С. 606–615.
7. *Самойленко Ю.С., Стрелец А.В.* О простых  $n$ -ках подпространств гильбертова пространства. // Укр. мат. журн. – 2009. – **61**, №12. – С. 1668–1706.

## ABOUT THREE PROJECTORS

*Samoilenko. E.E.*

*This paper studies the problem of existence of configurations of Hilbert space with fixed angles between them.*

# МЕТОД ГЕНЕРАЦІЇ РЕАЛІЗАЦІЙ ВИПАДКОВОЇ ПОСЛІДОВНОСТІ НА ОСНОВІ ПОЛІНОМІАЛЬНОГО КАНОНІЧНОГО РОЗКЛАДАННЯ

**І.П. Атаманюк** д.т.н., доцент

Миколаївський національний аграрний університет.

*Метод генерації реалізацій випадкової послідовності також як і модель покладена в його основу не накладаються ніяких суттєвих обмежень на клас послідовностей, що досліджуються.*

*Метод генерации реализаций случайной последовательности также как и модель положена в его основу не накладываются никаких существенных ограничений на класс последовательностей, которые исследуются.*

Нехай випадкова послідовність  $\{X\} = X(i), i=\overline{1, I}$  координат об'єкту з випадково змінними умовами функціонування в деякому ряді точок  $t_i, i=\overline{1, I}$  повністю задана дискретизованими моментними функціями  $M[X^\lambda(\nu)], M[X^\lambda(\nu)X^h(i)], \lambda, h=\overline{1, N}, \nu, i=\overline{1, I}$ , які обчислені по відомим формулам математичної статистики на основі результатів попередніх експериментальних досліджень. Необхідно розробити метод генерації реалізацій випадкової послідовності  $\{X\} = X(i), i=\overline{1, I}$  с заданими стохастичними властивостями  $(f(x_i), i=\overline{1, I}; M[X^\lambda(\nu)], M[X^\lambda(\nu)X^h(i)], \lambda, h=\overline{1, N}, \nu, i=\overline{1, I})$ .

Найбільш універсальною з точки зору обмежень, що накладаються на випадкову послідовність, є модель у вигляді канонічного розкладання [1-4]:

$$X(i) = M[X(i)] + \sum_{\nu=1}^i \sum_{\lambda=1}^N W_\nu^{(\lambda)} \beta_{1\nu}^{(\lambda)}(i), i=\overline{1, I}, \quad (1)$$

де елементи  $W_\nu^{(\lambda)}, \beta_{h\nu}^{(\lambda)}(i)$  визначаються рекурентними співвідношеннями:

$$W_\nu^{(\lambda)} = X^\lambda(\nu) - M[X^\lambda(\nu)] - \sum_{\mu=1}^{\nu-1} \sum_{j=1}^N W_\mu^{(j)} \beta_{\lambda\mu}^{(j)}(\nu) - \sum_{j=1}^{\lambda-1} W_\nu^{(j)} \beta_{\lambda\nu}^{(j)}(\nu), \lambda=\overline{1, N}, \nu=\overline{1, I}; \quad (2)$$

$$\beta_{h\nu}^{(\lambda)}(i) = \frac{M[W_\nu^{(\lambda)}(X^h(i) - M[X^h(i)])]}{M[\{W_\nu^{(\lambda)}\}^2]} = \frac{1}{D_\lambda(\nu)} \{M[X^\lambda(\nu)X^h(i)] - \quad (3)$$

$$\begin{aligned}
& -M[X^\lambda(\nu)]M[X^h(i)] - \sum_{\mu=1}^{\nu-1} \sum_{j=1}^N D_j(\mu) \beta_{\lambda\mu}^{(j)}(\nu) \beta_{h\mu}^{(j)}(i) - \\
& - \sum_{j=1}^{\lambda-1} D_j(\nu) \beta_{\lambda\nu}^{(j)}(\nu) \beta_{h\nu}^{(j)}(i) \}, \lambda = \overline{1, h}, \nu = \overline{1, i}, h = \overline{1, N}, i = \overline{1, I}. \\
& D_\lambda(\nu) = M\left[\left\{W_\nu^{(\lambda)}\right\}^2\right] = M[X^{2\lambda}(\nu)] - M^2[X^\lambda(\nu)] - \\
& - \sum_{\mu=1}^{\nu-1} \sum_{j=1}^N D_j(\mu) \left\{\beta_{\lambda\mu}^{(j)}(\nu)\right\}^2 - \sum_{j=1}^{\lambda-1} D_j(\nu) \left\{\beta_{\lambda\nu}^{(j)}(\nu)\right\}^2, \lambda = \overline{1, N}, \nu = \overline{1, I};
\end{aligned} \tag{3}$$

Метод генерації реалізацій випадкової послідовності з заданими характеристиками на основі моделі (1) полягає в реалізації наступних етапів:

Етап 1. Збір статистичних даних та визначення на їх основі дискретних моментних функцій  $M[X^\lambda(\nu)X^h(i)]$ ;

Етап 2. Побудова відповідного канонічного розкладання (1) випадкової послідовності, що досліджується;

Етап 3. Оцінка щільності розподілу випадкових коефіцієнтів  $W_1(i)$ ,  $i = \overline{1, I}$  за статистичними даними;

Етап 4. Генерація значень випадкових коефіцієнтів  $W_1(i)$ ,  $i = \overline{1, I}$ , що задовольняють необхідному закону розподілу, та формування на основі отриманих значень за допомогою канонічного розкладання (1) реалізацій випадкової послідовності, що досліджується.

Метод генерації реалізацій випадкової послідовності також як і модель покладена в його основу не накладаються ніяких суттєвих обмежень на клас послідовностей, що досліджуються (лінійність, марковість, монотонність, стаціонарність і т.д.)

## ЛІТЕРАТУРА

1. Атаманюк И.П. Алгоритм экстраполяции нелинейного случайного процесса на базе его канонического разложения / И.П.Атаманюк // Кибернетика и системный анализ. – 2005. – №2. – С. 131-139.
2. Атаманюк И.П. Оптимальная полиномиальная экстраполяция реализации случайного процесса с фильтрацией погрешностей измерений / И.П.Атаманюк // Проблемы управления и информатики. – 2009. – №4. – С.96-105.
3. Атаманюк И.П. Алгоритм моделирования реализаций нелинейной векторной случайной последовательности на базе аппарата канонических разложений / И.П.Атаманюк. // Кибернетика и вычислительная техника. – 2010. Выпуск 162. – С. 82-91.
4. Атаманюк И.П. Алгоритм оптимальной нелинейной экстраполяции реализации случайного процесса с фильтрацией погрешностей измерений /



## **METHOD OF GENERATING REALIZATIONS OF A RANDOM SEQUENCE ON THE BASIS OF POLNOPRAVNOGO CANONICAL ROZKRADANY**

*I. P. Atamanyuk*

*Method of generating realizations of a random sequence as well as the model is put in its basis not imposed any major restriction on the class of sequences that are investigated.*

**УДК 624.072.014**

## **МІЦНІСТЬ СТАЛЕВИХ СТЕРЖНІВ ЗА МЕЖЕЮ ПРУЖНОСТІ В ОБЛАСТІ ОБМЕЖЕНИХ ПЛАСТИЧНИХ ДЕФОРМАЦІЙ**

**О.В. Ценурім, старший викладач**

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Практична методика розрахунку міцності моно-та бісталевих стержнів реалізує принцип зберігання традиційного виду розрахункових формул пружної стадії роботи з доповненням системою корегування розрахункових коефіцієнтів при взаємодії різних комбінацій згинального моменту та поздовжнього зусилля.*

*Практическая методика расчета прочности моно-и бисталевых стержней реализует принцип хранения традиционного вида расчетных формул упругой стадии работы с дополнением системой корректировки расчетных коэффициентов при взаимодействии различных комбинаций изгибающего момента и продольного усилия.*

Метою досліджень є розрахунок міцності стиснуто-зігнутих та розтягнуто-зігнутих сталевих стержнів з урахуванням деформованої схеми за критерієм обмежених пластичних деформацій, а також розробка для використання у практиці проектування методики розрахунку стержневих елементів моно-і бісталевих конструкцій при дії повторно-змінних навантажувальних.

Для реалізації поставленої мети проводилось теоретичне дослідження напружено-деформованого стану перерізів сталевих та бісталевих стержнів при повторно-змінному навантаженні при складному опорі та пружно-пластичній роботі.

При вивченні та аналізі предмета дослідження проводилась класифікація можливих видів напружено-деформованого стану моно-та бісталевих перерізів, а також розв'язок прямої та оберненої задач. Обернена задача розв'язується за допомогою вибору відповідного випадку напружено-деформованого стану у залежності від текучості або пружної роботи окремих елементів перерізів та використанням метода поновлення обмежених пластичних деформацій. Розв'язок прямої задачі потребує

організації ітераційного процесу з використанням метода поновлення обмежених пластичних деформацій на кожному кроці для знаходження напружено-деформованого стану перерізів стержнів з урахуванням залишкових напружень.

З урахуванням теореми про пружний характер розвантаження розглянуто характерні випадки залишкового напружено-деформованого стану перерізу при дії різних комбінацій зовнішніх зусиль та наступному розвантаженні.

Для дослідження міцності стержневих елементів використовувалась методика врахування фізичної та геометричної нелінійності та побудова матриць жорсткості моно-і бісталевих стержнів з використанням метода змінних параметрів, а також методи апроксимації при знаходженні аналітичних залежностей, які характеризують величину прогинів відповідно до точки прикладення зосередженої сили. Як відомо, для практичного розрахунку стержнів, які працюють з поздовжньою силою та згинальним моментом, потрібно виконання перевірки міцності та стійкості.

Перша умова перевірялась згідно нерівності

$$\frac{N}{A} \pm \frac{Mv}{C_N I} \leq R_y \gamma_c, \text{ де}$$

$C_N$  - коефіцієнт врахування обмеженого розвитку пластичних деформацій,

$\gamma_c$  - коефіцієнт умов роботи стержня,

$$v = \frac{M_{d \lim}}{M_{\max}}, \text{ де}$$

$M_{d \lim}$  - максимальне значення моменту, знайдене за деформованою схемою,

$M_{\max}$  - максимальне значення моменту, знайдене без урахування деформованої схеми.

Для виконання ітераційним методом розрахунку значень прогинів у стержні при дії заданої поздовжньої сили  $N$  та граничного згинального моменту  $M_{\lim}$  за вихідні дані взято:

- довжину стержня  $l$  та число  $m = 2n$  розбиття вісі стержня на відрізки,
- висоту стінки стержня  $h$ ,
- площини стінки  $A_2$ , більшої (верхньої) полки  $A_1$  і меншої (нижньої) полки  $A_3$ ,
- розрахунковий опір матеріалу стінки і полок,
- схему навантаження з визначенням величини навантаження  $N$  і  $F$ ,
- величину обмеженої пластичної деформації  $\varepsilon_{ip, \lim}$ .

З урахуванням теореми про пружний характер розвантаження розглянуто характерні випадки залишкового напружено-деформованого стану перерізу при дії різних комбінацій зовнішніх зусиль та наступному розвантаженні.

При знаходженні залишкових прогинів у стержні після розвантаження використовувались значення прогинів, які було обчислено за припущенням

досягнення у найбільш навантаженому перерізі стержня граничної пластичної деформації  $\varepsilon_{ip,lim}$ , а також відомі формули знаходження прогинів при пружній роботі, які використано за припущенням необмежено пружної роботи матеріалу.

Практична методика розрахунку міцності моно-та бісталевих стержнів реалізує принцип зберігання традиційного виду розрахункових формул пружної стадії роботи з доповненням системою корегування розрахункових коефіцієнтів при взаємодії різних комбінацій згинального моменту та поздовжнього зусилля. Здійснюється також перевірка умовних напружень у певних точках моно - та бісталевих перерізів, що забезпечує побудування точних кривих взаємодії. Розрахунок міцності стержневих елементів конструкцій при роботі в області обмежених пластичних деформацій потребує розв'язку питання про пристосування перерізів до навантаження різними комбінаціями згинального моменту та поздовжньої сили. Границі змінення зовнішніх зусиль, до яких пристосовується найбільш навантажений переріз при повторному прикладенні зусиль можуть бути знайденими за умовою, що деформації у перерізі не перевищують граничних. За обмеження величини граничної пластичної деформації на першому етапі навантаження прийнято значення  $\varepsilon_{ip,lim} = 0,002$  за наступними твердженнями: пластичні складові деформації не більше 0,002 не впливають помітно на ударну в'язкість та не погіршують властивості тривкості сталі; незначна величина пластичної складової деформації  $\varepsilon_{ip,lim}$  забезпечує можливість пристосування конструкцій при рухомих та змінних навантаженнях, величина пластичної складової деформації 0,002 дає підвищення тривалої тримкості, яке наближається до підвищення при пластичному шарнірі.

Область взаємодії поздовжньої сили  $N$  та згинального моменту  $M$ , які забезпечують пристосування переріза відображаються нерівностями  $N_{gp}^S \leq N \leq N_{gp}^R$ ,  $0 \leq M \leq M_{gp}$ , де  $N_{gp}^S, N_{gp}^R$  - гранична стискувальна та гранична розтягувальна поздовжні сили,  $M_{gp}$  - граничний згинальний момент.

Як найбільш типовий розглядався випадок, коли на першому етапі навантаження задана величина пластичної деформації досягається у верхніх волокнах найбільш навантаженого перерізу і викликана дією стискуючої поздовжньої сили та зосередженою силою. При розрахунку для першого етапу навантаження значень граничних стискувальної та розтягувальної сил знаходились безпосередньо за заданими площами верхньої полки, стінки та нижньої полки, розрахунковий опором матеріалу полку та стінки перерізу, при цьому розглядались окремо як сталеві, так і бісталеві перерізи. Значення граничного моменту  $M_{gp}$  на першому етапі навантаження визначається за епюрою напружено-деформованого стану перерізу з урахуванням можливих випадків перевищення меж пружності у різних точках перерізу. На відміну від області взаємодії, яка забезпечує

пружну роботу і має лінійний вигляд, область взаємодії за припущенням досягнення граничної пластичної деформації має криволінійні межі та поширюється відповідно збільшення допустимого граничного моменту. Значення  $M_{гр}$  визначались за епюрами напружено-деформованого стану, які будувались для значень поздовжньої сили  $N$ , де  $N/N_{гр} = 0; \pm 0,1; \pm 0,2; \dots; \pm 0,9$ . При прикладенні на другому етапі навантаження заданої стискуючої ( розтягуючої ) поздовжньої сили  $N_2$  та згинального моменту  $M_2$  для пристосування перерізу необхідно, щоб відповідно статичній теоремі про пристосування сумарні напруження у волокнах перерізу не перевищували різниці між розрахунковим опором та залишковими напруженнями, тому для визначення значень граничних зовнішніх зусиль попередньо було побудовано епюри залишкових напружень .

Для перевірки та удосконалення методики розрахунку міцності стержневих елементів металевих конструкцій при повторно-змінних навантаженнях у області обмежених пластичних деформацій з урахуванням деформованої схеми виконано експериментальні дослідження дійсної роботи стержнів за межею пружності з метою з'ясування можливості підвищення навантажень, які сприймаються і зниження витрати сталі при використанні методики, яка пропонується.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Перельмутер А.В. Избранные проблемы надежности и безопасности строительных конструкций. — Киев: Изд-во УкрНИИПроектстальконструкция, 2000. — 215С.
2. Шебанин В.С, Веремеенко Н.А. Прочность стальных стержней при изгибе с продольной силой при учете деформированной схемы и ограничении пластических деформаций. - Известия вузов. Строительство и архитектура, 1986, №4. — С13-17.
3. Рекомендации по расчету стальных конструкций на прочность по критериям ограниченных пластических деформаций. — 2-е изд. — М.: ЦНИИПроектстальконструкция им. Н.П. Мельникова, 1985. — 48С.
4. Стрелецкий Н.Н., Бельский Г.Е., Любаров Б.И., Чернов Н.Л. Расчет элементов стальных конструкции по критерию предельных пластических деформаций (на прочность) // Промышленное строительство, 1978, №6. — С16-18.

## THE STRENGTH OF STEEL RODS BEYOND THE LIMIT OF ELASTICITY IN THE AREA OF LIMITED PLASTIC DEFORMATIONS

O. V. Cepurit

*A practical method of calculating the strength of mono-and blalala rods implements the principle of storage of a traditional design formulas elastic stage with the addition of system of adjustment of the estimated coefficients in the interaction of different combinations of bending moment and longitudinal force.*

**УДК 378.146**

**ТЕСТОВА МЕТОДИКА КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ОСВІТИ.  
МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ СТВОРЕННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ  
ПРОГРАМ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЗНАНЬ**

*Євстрат'єв С.В. асистент*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Запропонований підхід у створенні комп'ютерних програм для перевірки якості знань на нашу думку дозволить автоматизувати процес перевірки знань з мінімальними втратами валідності.*

*Предложенный подход в создании компьютерных программ для проверки качества знаний по нашему мнению, позволит автоматизировать процесс проверки знаний с минимальными потерями валидности.*

**Елементи специфіки в комп'ютерних програмах перевірки якості  
знань для точних наук.**

**Індикатор правильності проміжної відповіді.**

Вивчення і відбір існуючих сучасних комп'ютерних засобів: інструментальних програмних засобів, математичних пакетів програм, текстових редакторів для здійснення контролю знань студентів з вищої математики у вищій школі дав зрозуміти, що реалізувати перевірку знань студентів з точних наук на різних рівнях компетентності неможливо, в одному програмному продукті, причому реалізовувати перехід між методами перевірки в залежності від відповіді студента на конкретному завданні і таким чином формувати уявлення про рівень знання студента в цілому по певній темі або курсом дисципліни, ефективно визначати прогалини знань або реальний рівень цих знань. Тобто для ефективної перевірки знань з точних наук принципово важливо розвивати напрямок комп'ютерних програм які орієнтуються на відповіді студента та відповідно цих відповідей оперуючи певною кількістю методик для перевірки знань імітують сценарій усного опитування. Простим прикладом необхідності такого підходу може бути елементарна помилка при розрахунках в задачі де треба вказати числову відповідь, викладач, враховуючи схвильованість студента, відреагує питанням яке наштовхне студента на виправлення розрахункової помилки, а машина, яка не оперує такою по суті людської здатністю, видасть результат «задача вирішена невірно».

Розглянемо рішення задачі з вищої математики на певну кількість дій де при вирішенні можлива варіативність відповіді в певному інтервалі і точність розрахунків залежить від методів розрахунку (арифметичні розрахунки в простих дробах або використання калькулятора з певним округленням результату в кожній дії) відповіддю потрібно вказати число

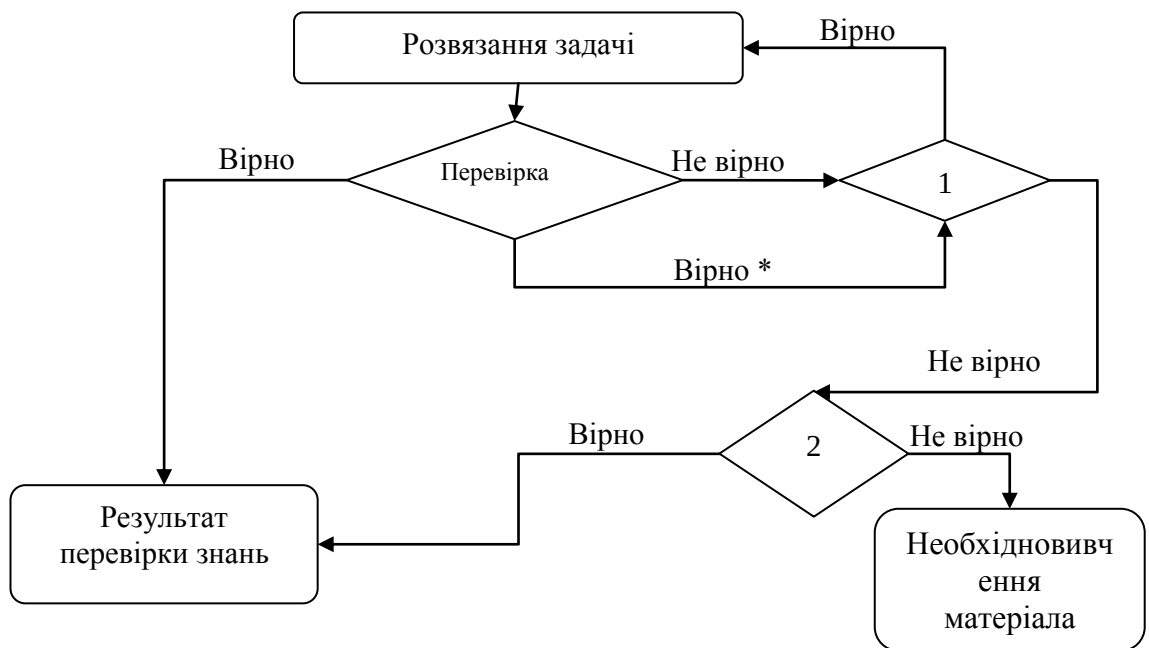


Рис. 1. Блок-схема розрахунків

1 - початкова перевірка на знання ходу рішення (порядку виконання дій враховуючи всі можливі раціональні методи рішення), дану перевірку можна реалізувати вказуючи правильний порядок виконання дій при вирішенні. Така перевірка дозволить зрозуміти характер помилки яку допустив студент (в арифметичних розрахунках або студент не орієнтується у вирішенні поставленого завдання).

Вірно \* - Відповідь правильна, але на рішення задачі було витрачено аномально мало часу (підозра на заготовлену відповідь, час на вирішення найменше та найбільше вказує викладач на основі досвіду)

2 - перевірка на впізнавання навчального матеріалу.

Використовуючи підхід описаний вище за допомогою блок-схеми важливо зауважити що при проходженні такої перевірки для студента важливо знати чи не займається він зараз марною роботою, під час складання іспиту не рідкими бувають випадки коли студент плутає певні визначення (наприклад метод розв'язання системи лінійних рівнянь або дослідження збіжності ряду), але це не пов'язано з рівнем знання, а швидше пов'язане з психологічним станом схвильованості під час іспиту. В таких випадках викладач просто поправляє студента, або на основі того що студент взагалі не орієнтується в означеннях робить висновок про якість знань. Описану ситуацію можна також змодельовати в комп'ютерній програмі, використовуючи індикатори правильних відповідей на етапах проходження перевірки якості знань. Необхідність такого підходу стала очевидною під час проведення експерименту, не маючи змоги бути впевненим в правильності своїх проміжних результатів ступінь відповідальності за розв'язок зменшується, іншими словами маючи змогу за відведений час спробувати розв'язати задачу знову і таким чином отримати кращий результат, це саме та специфіка точних наук, зокрема і

вищої математики. Зі свого викладацького досвіду можна пригадати випадки коли студенти знаючи хід або метод розв'язання раз за разом допускали дрібні механічні помилки, що не являється підставою для абсолютно негативного результату перевірки якості знань.

### **Правила ведення розрахунків.**

#### **Допустимий інтервал результату розв'язання.**

Правила ведення розрахунків це питання яке виникає на етапі створення комп'ютерної програми для перевірки якості знань. Воно виникає на перехресті методичних підходів формування бази задач. З одного боку це якість умови для одержання розв'язків у цілих числах, що являється іноді не можливо при розрахунках в практичних задачах і дуже важко з точки зору кількості затраченого часу для формування бази задач. З іншого боку це вибір точності числової відповіді і точність якої треба додержуватися при проведенні математичних розрахунків. Похибка яка виникає в розрахунках може бути на стільки значимою що використовуючи під час програмування тільки оператори порівняння не можна реалізувати комфортне проходження такої комп'ютерної перевірки якості знань, адже різниця в 0,01 (одну соту) для людини незначна помилка, а для комп'ютерної програми ця відповідь невірна.

Ця проблема створює цілий ряд нарікань на сам факт створення комп'ютерних програм перевірки якості знань і на шляху створення таких програм її не можна ігнорувати, адже вона зменшує мотивацію при роботі що дуже впливає на сам результат і може привести до відмови використовувати таку форму перевірки якості знань. З точки зору програмування питання точності і комфорту роботи з програмою можна вирішити задекларувавши правила ведення розрахунків (наприклад проводити наближення до четвертого знаку після коми, числову відповідь вводити з точністю до другого знаку після коми). Але виходячи з досвіду запровадження таких комп'ютерних програм у навчальний процес цього виявляється не достатньо. Реалізуючи роботу програми на основі змінної умови яка може залежати від одного чи більше параметрів правильна відповідь розраховується по загальній формулі, яка є складним арифметичним розрахунком. Результат такого розрахунку може відрізнятися від фактично отриманого по причині наближень проміжних результатів при розв'язанні і чим більше таких наближень і самих проміжних результатів тим більша різниця може з'явитися в результаті порівняння розрахункових значень. Програмно проблема вирішується вводячи інтервал точності для розрахункової відповіді і похибка для кожної розрахункової задачі повинна буди визначена індивідуально саме для цієї задачі. Коефіцієнт похибки також може залежати від величини початкового параметра(-ів), адже зі збільшенням або зменшенням певних елементів в умові задачі похибка розрахунків також може змінитися.

Важливо при програмуванні застосовувати спосіб запрограмованого розв'язання по діям, інакше кажучи використовувати не загальну формулу

для отримання відповіді, а розбити її на етапи і застосовувати до таких проміжних результатів задекларовані правила ведення розрахунків.

### **Супутні програмні інструменти.**

Комп'ютерні програми перевірки якості знань доцільно використовувати з певними програмними продуктами використання яких збільшить ефективність роботи. Комп'ютерна програма калькулятора, доступ до довідкового матеріалу, програма побудови графіків, доступ до теоретичного матеріалу, прикладів розв'язання.

Якщо використання швидкого доступу до калькулятора виглядає очевидним, то стосовно інших перерахованих елементів їхнє використання здається навіть недоцільним при перевірці якості знань. Але їхнє використання все ж таки можна реалізувати і для доведення можна навести кілька прикладів такого використання:

*Доступ до довідкового, теоретичного матеріалу і до прикладів розв'язання.* Перевірку якості знань можна виконувати в два етапи. Перший - перевірка початкового рівня знань на якому можна користуватися перерахованим матеріалом. Другий – у випадку успішного виконання першого етапу, виконання роботи на оцінку де перерахований матеріал вже буде не доступним. Такий підхід збільшує мотивацію і може вирішувати проблеми з можливими пробілами в знаннях.

*Використання комп'ютерних програм побудови графіків функцій.* В деяких задачах побудова графіка це проміжний етап розв'язання (заміна порядку інтегрування, обчислення площі і т.д.) тому сама побудова графіка не являється тим знанням рівень якого треба перевірити, тому програма яка побудує графік суттєво підвищить комфорт роботи студента.

### **Висновки**

Запропонований підхід у створенні комп'ютерних програм для перевірки якості знань на нашу думку дозволить автоматизувати процес перевірки знань з мінімальними втратами валідності. Дасть можливість своєчасно скорегувати навчальний матеріал індивідуально до кожного студента, якщо проводити усні опитування в більшості випадків опитати всіх без винятку не можливо. Такі програми можуть розширити навчальні можливості предмета так як проходячи тестування неодноразово за сценарієм опитування студент може отримувати знання і глибше проникати в логіку рішення. Запропонована нами схема відображає мінімальну реалізацію сценарного підходу в перевірці знань. Елементи специфіки розглянуті в роботі експериментально перевірені і дають можливість більш ефективно використовувати тестові і комп'ютерні технології в навчальному процесі, що також буде сприяти розвитку таких важливих якостей як уважність і відповідальне ставлення до своєї роботи, адже на відміну від людської перевірки розв'язання, де основна увага приділяється самому ходу розв'язання, комп'ютерна програма принципово перевіряє правильність відповіді, а запропоновані нами елементи специфіки забезпечать комфортну роботу в комп'ютерній програмі.



## ЛІТЕРАТУРА

1. Аванесов Б.Ц. 1996Композиция тестовых заданий. - М.Д. -191.
2. Беспалко В.П. 1989. Слагаемые педагогические технологии М.: Педагогика, - 192.
3. Ваграменко Я.А. 2000. Информационные технологии и модернизация образованияУ/Материалы Всероссийской научно-практической конференции 16-18 мая 2000г. Хабаровск - 2000 - 3 - 8.
4. Карпов Ю.Г. 2010. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с АниЛогис. – СПб.:БХВ- Петербург, 2009. 400с.
5. Королев\_А.Л. Компьютерное моделирование. – М.: ЛБЗ-БИНОМ,– 230.
6. Киктенко А. 2011. Место инженера-педагога в современном мире, – МОТРОЛ, 13А.
7. Литвинчук С. 2011. Модульно-компетентнісний підхід до навчання студентів у вищій школі, – МОТРОЛ, 13А.
8. Андреев А.Л. 2003. Педагогика высшей школы. Новый курс / Андреев А.Л. – М.
9. Биков В.Ю. 2002. Іноваційні освітні проекти. Якісна підготовка і перепідготовка максимальної кількості фахівців за мінімальні кошти / В.Ю. Биков// Освіта України. — №30(326).
10. Кухаренко В.М. 2002. Дистанційне навчання: Умови застосування. Дистанційний курс: Навчальний посібник / Кухаренко В.М., Рибалко О.В., Сиротенко Н.Г.; за ред. В.М.Кухаренко. – [3-є вид.]. – Харків: НТУ «ХП», «Торсінг»,– 320.
11. Морзе Н.В. 2004. Інформаційні технології в навчанні / під ред. Морзе Н.В. – К.: Видавнича група БХВ,– 240.
12. Олійник В.В. 2001. Організаційно-педагогічні основи дистанційної освіти і навчання: Організаційно-педагогічне дослідження / Олійник В.В. – К.:ЦППО, 20.
13. Корсунська Н.О. 2000. Дистанційне навчання: підходи до реалізації [Електронний ресурс] / Н.О. Корсунська // Сучасні інформаційні технології та іноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: Збірник наукових праць. – Київ-Вінниця: ДОВ Вінниця,– Режим доступу:  
[http://conferens.sumdu.edu.ua/dl2004/ua/date/seminar/2004\\_10/doc/Balovsyak.rtf](http://conferens.sumdu.edu.ua/dl2004/ua/date/seminar/2004_10/doc/Balovsyak.rtf)
14. Петрук В.А. 2006. Теоретико-методичні засади формування професійної компетентності майбутніх фахівців технічних спеціальностей у процесі вивчення фундаментальних дисциплін. Монографія / Петрук В.А. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця,– 292.
15. Про невідкладні заходи щодо прискорення реформування аграрного сектора економіки: Указ Президента України №1529/99

**TEST METHODS OF QUALITY CONTROL OF EDUCATION.  
METHODOLOGICAL APPROACHES CREATING SOFTWARE TEST  
QUALITY CONTROL KNOWLEDGE**

*Evstratiev S.V.*

*The proposed approach in the creation of computer programs for checking the quality of knowledge in our opinion, will allow to automate the process of testing with minimal loss of validity.*

**УДК 532.528**

**ОБЛЕГЧЁННЫЕ АРКИ КРИВОЛИНЕЙНОГО КОНТУРА**

**Богданов С.И.** *го. преподаватель*

*Николаевский национальный аграрный университет*

*Такое конструктивное решение позволяет за счет изменения углов изгиба увеличить высоту сечения по сравнению с конструкцией, которая имеет контур, состоящий из прямолинейных элементов. Такое решение приводит к повышению жесткости конструкции и снижению металлоемкости.*

**Ключевые слова:** *Лёгкая арка, листовая заготовка, пояс арки, пролёт арки, толщина решетки арки, сечение арки.*

Из строительной практики известно использования балочных, рамных, складчатых и арочных схем зданий.

Для решения проблемы существенного уменьшения числа вариантов конструкций арок без превышения расхода материалов при сохранении оптимальных объемно-планировочных габаритов предлагается путь использования системы открытой типизации. Открытая система типизации базируется не на разработке типовых проектов зданий с унифицированной габаритной схемой, а на использовании унифицированных элементов, обеспечивающих реализацию различных габаритных схем. Относительно несущих конструкций зданий, рекомендуются варианты унифицированных элементов, предусматривающих заводской уровень унификации, то есть базовый элемент, а путем применения сборно – разборных монтажных соединений устанавливаются необходимые пролет и контур каркаса. В этом случае заказчик может, варьируя числом элементов, реализовать каркасы различного сечения и высоты.

В НИИ новых агропромышленных объектов Николаевского национального аграрного университета разрабатываются и исследуются подобные здания с многовариантными схемами несущих конструкций. Использование таких схем имеет преимущества: требуются меньшие затраты металла на несущие конструкции, поскольку высота пересечения этих зданий близка к оптимальному значению для арок; за счет более

рациональной аэродинамической формы обеспечивается уменьшение интенсивности атмосферных нагрузок, создается дополнительный резерв экономии конструкционных материалов ; достигается однотипность конструкционных элементов, поскольку исключает общеприемлемое распределение их на элементы стеновые и перекрытия; при одном и том же сечении можно использовать меньший параметр ограждающих конструкций. Вопрос же наличия в зданиях « мертвых пространств» решается путем выбора рациональных сечений несущих конструкций.

В пересечении лёгких арок (Рис.1) находится треугольник, который образован криволинейными поясами – верхним 1 и нижним 2. Эти треугольники в свою очередь объединены пространственной решеткой 3. Решетка может быть выполнена из листовой заготовки (Рис.2) путем последовательного изгиба. При этом угол изгиба  $\varphi_1$ , т.е. это двугранный угол, образованный пластинами решетки, против верхнего пояса решетки был больше угла изгиба против нижнего пояса решетки  $\varphi_2$ .

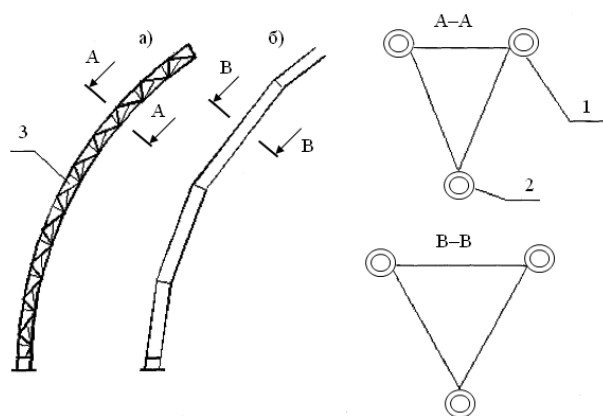


Рис.1 Построение легких арок 1.Верхний криволинейный пояс. 2. Нижний криволинейный пояс. 3. Пространственная решетка легкой арки.

Такое конструктивное решение позволяет за счет изменения углов изгиба увеличить высоту сечения по сравнению с конструкцией, которая имеет контур, состоящий из прямолинейных элементов. Такое решение приводит к повышению жесткости конструкции и снижению металлоемкости.

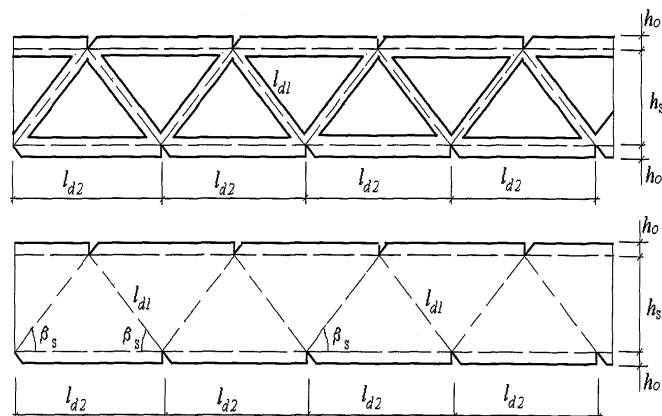


Рис. 2 Пространственная решетка выполненная из листовой стали.

Толщина решетки арки  $t_0$  принимается равной 3 мм. Длина листовой заготовки  $l_s$  определяется по формуле:

$$l_s = 3h_s \operatorname{ctg} \beta_s \frac{l_1}{l_2} \quad (1)$$

где:  $h_s$  - ширина листовой заготовки без учета сгибов;  $\beta_s$  - угол изгиба;

$l_2 = \frac{2\pi r d_2}{360}$  - длина дуги панели нижнего пояса;

$l_1 = \frac{2\pi r d_1}{360}$  - длина дуги панели нижнего пояса арки (Рис.3).

Приближенно эти значения подсчитываются:

$$l_1 \approx \sqrt{l_\alpha^2 + \frac{16h_1^2}{3}} ; l_2 \approx \sqrt{l_{ml}^2 + \frac{16h_2^2}{3}} \quad (2)$$

где:  $\alpha, \alpha_2$  - центральный угол;  $h_1, h_2$  - стрела сегмента;  $l_\alpha$  - пролет арки;  $l_{ml}$  - свободная длина нижнего пояса;  $r$  - радиус изгиба.

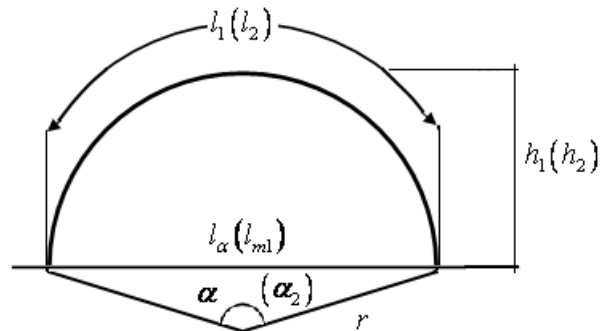
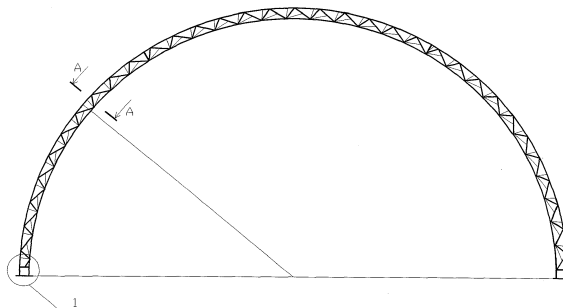


Рис. 3 Схема длины верхнего и нижнего пояса арки.

Пояса выполняются из прокатных профилей различных видов толщиной  $t = 6$  мм. Соединение стенки с полками осуществляется автоматической сваркой.

Арки из легких пространственных решеток могут применяться в безкрановых сельскохозяйственных помещениях, (Рис.4) которые могут быть оборудованы подвесными кранами грузоподъемностью до 3 т.



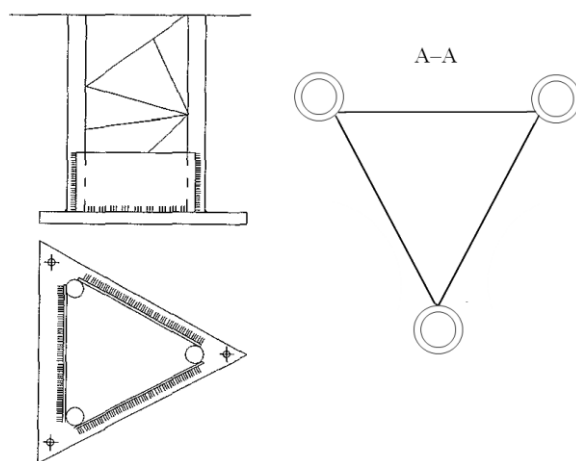


Рис. 4 Арка из пространственной решетке для бескрановых сельскохозяйственных сооружений.

Fig. 4 Arch of spatial lattice without crane for agricultural structures.

В помещениях, оборудованных подвесными кранами, балки опираются на нижний пояс арки. (Рис.5) Крановая подвеска имеет сечение в виде сварного двутавра и соединяется с аркой..с..помощью..сварки.

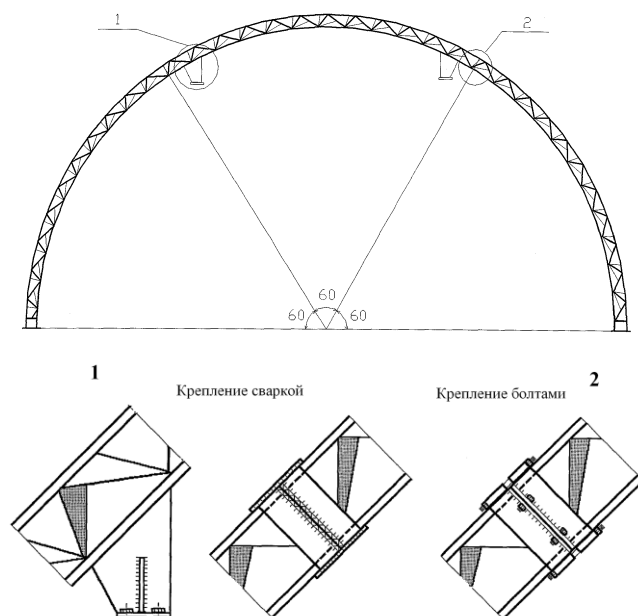


Рис. 5 Арка из пространственной решетке для сельскохозяйственных сооружений оборудованных подвесным краном.

В самой арке на месте крепления подвески при кранах грузоподъемностью 3 т. Решетка может быть усилена.

В случае большой разницы усилий, возникающих в сечениях арок, возможно использование элементов с разным поперечным сечением с усиленной решеткой в наиболее нагруженных местах или возможно изменение толщины листовой заготовки элемента.

Появление таких арок обусловлено необходимостью получения высокотехнологичной арочной конструкции, которая имеет все

преимущества сплошностенчатых (небольшое количество сборочных арок, которые собираются, возможность применения листового проката) и решетчатых конструкций (рациональное использование металла, малая длина сварных швов).

Применение решетки из тонких листов, изготовление арок на текущих автоматизированных линиях обеспечивает экономию металла и снижение стоимости конструкции на 15-20% и определяет перспективность применения таких конструкций в зданиях и сельскохозяйственных сооружениях.

Арки из легких пространственных решеток целесообразно применять в зданиях-модулях комплектной поставки с пролетом 15-24 м, что позволяет снизить расход металла на здания и сократить срок строительства. Возможно применение таких арок для помещений отапливаемых или неотапливаемых зданий с неагрессивной или слабо агрессивной средой при относительной влажности воздуха не более 60%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Bakiev M. 1978. K voprosu o nagruzkah, dejstvujushhij na konstrukcii pokrytija. / M. Bakiev, I. Kuznezov, R. Safin. Mezhvuzovskij sbornik. Vyp. 2, Kazan. — 28- 31.
2. Baranenko V, 2002. Genetichni algoritmi v optimalnomu proektuvanni konstrukcij. Ogljad. / V.O. Baranenko. // Pridniprovska DABIA Visnik akademii, — № 10. — 4-9.
3. Bogza V. 1998. Principy sozdanija konstruktivnyh form stalnyh karkasov oblegchennogo tipa iz universalnyh elementov. /V. G. Bogza // Metallicheskie konstrukcii,- №1. — 61-64
4. Bogza V. 2005. Novi tipi silskogospodarskih sporud / V. Bogza, S. Bogdanov Sovremennye stroitelnye konstrukcii iz metalla i drevesiny: Sbornik nauch. Tr. – Odessa, ООО «Vneshreklamaservis». – 4.2. — 4-8.
5. Vinogradov A. 1973. Problema optimalnogo proektirovanija v stroitelnoj mehanike. /A. I. Vinogradov. Harkov, — 167.
6. Gemmerling A. 1974. Optimalnoe proektirovanie metalo konstrukcij. / A. Gemmerling // Stroifelnaja mehanika I raschet sooruzhenij, — №4. — 10-13
7. Gnitko O. 1976. Rozrahnok nadijnosti stalevih statichno neviznachenih konstrukcij. Zbirnik naukovih prac (galuzeve mashi- nobuduvannja, budivnictvo) / O. Gnitko; Vip. 1 Polt. Derzh.tehn. un-t im. Jurija Kondratjuka; - Poltava.: PDTU im. Jurija Kondratjuka, 1998.
8. Goldenshtejn Ju. B. Racionalnoe ochertanie arochnyh konstrukcij pri podvizhnoj nagruzke. / J. Goldenshtejn, M. Solomeshh // Izvestie vuzov, — №6. — 44-50.
9. Zaripov I. 2005. Legkie metallicheskie konstrukcii angarov iz gnutyh profilej prokata. / I. Zaripov Sovremennye problem sovershenstvovaniya i razvitija metalicheskikh, derevjannyh, plastmassovyh konstrukcij v stroitelstve i na transporter Sbornik nauchnyh trudov. – Samara.: ООО «SamLJuKS», — 370.

10. Klimanov V. 1982. Ustojchivost dvuhshamimyh arok s nadarochnym stroeniem. / V. Klimanov // Stroitel'naja mehanika I raschet sooruzhenij, — №2. — 24-30.
11. Kuznecov I. 1979. Stalnye arochnye konstrukcii zdaniya mnogocelevogo naznachenija. /I. Kuznecov. — Stroitel'naja fizika. Vyp. 7. — M., — 23-25.
12. Kuznecov I. 1980. Opredelenie massy metallicheskih arok na roble proektirovanija. /I. Kuznecov. — Mezhvuzovskij sbomik. — Kazan.
13. Kunickij L. 1965. Zakonomernosti vesa i optimal'naja komponovka sploshnyh izgi- baemyh metallicheskih jelementov. / L. Kunickij // Izvestija vuzov. Stroitelstvo i arhitektura — №5. — 33-45.
14. Legkie metallicheskie konstrukcii odno- jetazhnyh proizvodstvennyh zdaniy. — Sprav. Posobie pod. Red. I. I. Ishhenko. — M.: Stro- izdat, 1979. — 200.
15. Lukjanenko // Sovremennye roblem stroitelstva. — Doneck: OOO «Lebed», 2002 — 80- 86.
16. Nabokov I. 2002. Raschet I osobennosti kon-struirovaniya stvolov dvutavrovych balok sostavnogo sechenija s maksimalnymi gaba- ritami / I. Nabokov, E. Lukjanenko // Sovremennye roblem stroitelstva. — Doneck: OOO «Lebed», — 80-86.
17. Panovko J. 1984. K voprosu o vybore podema svodov. / J. Panovko. — Sbornik trudov MADI, — 129- 133.
18. Patent Rossijskoj federacii № 20676 96 ot 10.10.96. 6A 16 B 7/20. Razyemnoe soedinenie. / Bogza V.
19. Perelmutter A. 1995. Ob ocenke zhivuchesti nesushhih konstrukcij. Metallicheskie konstrukcii. Raboty shkoly roblem r N. Streleckogo / A. Perelmutter. — M.: MGSU.
20. Permjakov V. 2004. Stijkist ram iz viko- ristannjam dvotavriv zi zminnim pererizom / V. Permjakov, S. Bilik Sb. Dokl. VIII Ukr. Nauchno-tehn. Konf. — 41. K. : «Stal», - 498- 503.
21. Permjakov V. 2005. Sovershenstvovanie rascheta na ustojchivost i prochnost dvutavrov s peremennoj vysotoj stenki kak jelementov stalnyh karkasov zdaniy universalnogo naznachenija / V. Permjakov, S. Bilyk. Sovremennye roblem sovershenstvovaniya I razvitija metallicheskih, derevjannyh, plastmassovyh konstrukcij v stroitelstve I na transporte: Sbornik nauchnyh trudov. — Samara: OOO « SamLJuKS», — 370.
22. Pichugin S. 1997. Ocinka nadijnosti statichno neviznachenih konstrukcij/ S. Pichugin, O. Gnitko // Problemi teorii I praktiki zalizobetonu. — Poltava.
23. Pichugin S. 1994. Metod rascheta nadezhnosti metallicheskih konstrukcij. XL Konferencia Naukova Komitetu Inzynierii Ladoweh I Wodneh Pan I Komitetu Nauki PZITB. — Warszawa: Rzeszow Krynica.
24. Rudnev V. 1990. O racionalnoj forme sploshnoj uprugoj arki v svjazi s sovremennymi metodami vozvedenija. / V. Rudnev. — Trudy MIITa Vyp. 15. — M.

25. Filin A. 1973. Ob otyskanii optimalnoj osi trehshamimoy sistemy pri rabote ee na neskolkih variantah nagruzki. / A. P. Filin, E. S. Filalaeva. – Kazan.: Izd. KGU, □ 210-219.

26. Viacheslav Shebanin, Vladimir Bogza, Sergei Bogdanov, Ivan Hilko 2013. Chislovoj metod opredeleniya napryazhonnogo-deformirovannogo sostoyaniya I kriticheskikh nagruzok poteri ustojchivosti arok. / MOTROL Vol 15, No 2 / Lublin – Rzeszow 2013. □ 129-132

### **LIGHTWEIGHT ARCH CURVED CONTOUR**

*S. I. Bogdanov*

*This design allows for the change of bending angles increase the height of the cross section compared to the design, which has a contour composed of straight elements. This solution leads to increased stiffness and reduction of metal consumption.*

**УДК 331.462**

### **ФОРМУВАННЯ КУЛЬТУРИ БЕЗПЕКИ У СТУДЕНТІВ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ**

***Петров І.В., старший викладач***

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Забезпечення знань студентів щодо організації цивільного захисту на об'єктах різного класу небезпеки є основою формування практичних навичок майбутніх управлінців, керівників підприємств, організацій та інших об'єктів.*

*Обеспечение знаний студентов по организации гражданской защиты на объектах различного класса опасности является основой формирования практических навыков будущих управленцев, руководителей предприятий, организаций и других объектов*

На території України зберігається високий ризик виникнення надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру. Так, зараз в країні функціонують біля 23 тис. потенційно небезпечних підприємств та інших об'єктів, аварії на кожному з яких можуть призвести до виникнення надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру різних рівнів. Щороку реєструється до 200 надзвичайних ситуацій (НС) природного і техногенного характеру, внаслідок яких гинуть люди, завдаються великі економічні збитки [1].

Варто зауважити, що, відповідно до статистичних даних, понад 70 % нещасних випадків і аварій на виробництві є наслідком низки організаційних причин (серед яких домінують порушення трудової і виробничої дисципліни, порушення технологічного процесу, недоліки під час навчання безпечним умовам праці тощо), і тільки 19 % – технічних, близько 10 % психофізіологічних [2].



Більшість населення (понад 58 %) не обізнана з правилами поведінки в надзвичайних ситуаціях, не має навичок практичної допомоги в екстремальних умовах.

Пріоритетним завданням вищих навчальних закладів є підготовка висококваліфікованого фахівця, органічно адаптованого до взаємодії з навколишнім світом, спроможного до вирішення завдань як специфічно технологічного характеру, так і глобальних проблем, що виникають в процесі життєдіяльності людства загалом.

Варто звернути увагу на той факт, що в нашому суспільстві не сформоване розуміння активних дій для побудови безпечного середовища проживання, зокрема захисту від природних і техногенних небезпек, впливу їх наслідків на подальший розвиток нації та держави.

Однією з дисциплін, що забезпечує навчання населення правилам та практичним навичкам поведінки в умовах надзвичайних ситуацій є «Цивільний захист». Метою вивчення цієї дисципліни є формування у студентів елементів техногенно-екологічного світогляду щодо запобігання виникнення надзвичайних ситуацій та ліквідації їх наслідків.

Забезпечення знань студентів щодо організації цивільного захисту на об'єктах різного класу небезпеки є основою формування практичних навичок майбутніх управлінців, керівників підприємств, організацій та інших об'єктів, оскільки, незалежно від профілю спеціальності вони повинні бути підготовлені до вирішення завдань цивільного захисту у випадку виникнення надзвичайних ситуацій місцевого й об'єктового рівнів.

Таким чином, майбутній керівник повинен уміти організувати і забезпечити не тільки індивідуальну безпеку, але й безпеку колективу людей, прийняти правильні рішення щодо їх захисту від можливих наслідків аварій.

Одним із переломних моментів у нормативному та методичному забезпеченні формування культури безпеки стало введення у дію Кодексу цивільного захисту України, який набрав чинності 1 липня 2013 року, а також Постанов КМУ «Про затвердження Порядку проведення евакуації у разі загрози виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру» № 841 від 2013р., «Про єдину державну систему цивільного захисту» № 11 від 2014 р.

Проте не можна не зауважити, що наразі до певного часу спостерігалася низька мотивація до вивчення зазначеної дисципліни, що пов'язано, в першу чергу, зі зменшенням рівня освітніх пріоритетів в цій галузі. Сучасне становище в Україні, коли на сході країни ведеться антитерористична операція, питання захисту населення, забезпечення життєдіяльності територій постає найбільш гостро і необхідне.

Цивільний захист на сучасному етапі набуває все більшого соціального значення і спрямований на захист та збереження життя і здоров'я кожного громадянина нашого суспільства в умовах НС.

Такі зміни повинні стосуватися, в тому числі, й системи освіти в галузі безпеки. При цьому мають бути переглянуті як мета навчання з цивільного захисту, так і зміст навчання (понятійний апарат, закони і теорії, практичне застосування здобутих знань і умінь). Становлення нової культури безпеки, що ґрунтується на підвищенні ступеня розвитку особистості і суспільства, можливе лише в результаті перетворення свідомості всіх прошарків суспільства. Освіта при цьому повинна носити випереджувальний характер, що дозволяє суспільству перейти від пріоритету захисту в складних ситуаціях до пріоритету попередження цих ситуацій, інактивації причин загроз, створення цілісної системи безпеки життєдіяльності.

Формування структури дисципліни повинно ґрунтуватися на гармонійному поєднанні головних тем і питань та охоплювати всі важливі аспекти безпечного існування людини в сучасному світі. Вся складність дисципліни в тому, що педагогічні засоби мають бути зорієнтованими не стільки на передачу знань, скільки на формування ставлення особистості до проблеми, а також особистісних якостей студента.

Ключовим завданням навчальної дисципліни «Цивільний захист» в сучасних умовах повинно стати опанування студентською молоддю вмінь і навичок поведінки в екстремальних умовах, знань і вмінь у сфері виявлення негативного впливу на життєдіяльність та здоров'я людини зовнішніх та внутрішніх факторів ураження, визначення рівня ризику і обґрунтування комплексу заходів, спрямованих на відвернення НС, захисту персоналу та населення, зменшення втрат матеріальних та культурних цінностей.

Інтенсивний розвиток соціальних систем, інтеграція фахівців у різні сфери життя і діяльності суспільства вимагають зміни традиційних елементів освіти з врахуванням психофізіологічних, особистісних і професійних якостей студента. Процес навчання не повинен бути автоматичним викладанням навчального матеріалу.

Для забезпечення продуктивної праці викладача та студента необхідно використовувати різні форми, прийоми та методи навчальної діяльності. Варто використовувати інноваційну методiku навчання, яка передбачає не тільки доведення змісту предмета (тобто його мети і завдань), але і має на меті активізувати організацію навчального процесу і пізнавальну діяльність студентів. У навчальний процес необхідно вводити елементи моделювання можливих надзвичайних ситуацій, прогнозування їх наслідків, вирішення ситуаційних завдань, розроблення планів ліквідації і локалізації аварійних ситуацій, а також практичного навчання студентів способам захисту, тренування у виконанні прийомів і практичних дій в умовах можливих надзвичайних ситуацій.

Таким чином, перебудова вітчизняної вищої школи на шляху її входження до єдиного Європейського та Світового освітнього простору вимагає удосконалення й розвитку навчальної дисципліни «Цивільний

захист», набуття нею атрибутів соціально-орієнтованої навчальної дисципліни, що органічно поєднувала б теоретичні знання та практичні вміння студентів.

Такі зміни сприятимуть зміцненню, удосконаленню і розвитку Цивільного захисту України, адже, як свідчить вітчизняний і зарубіжний досвід, уміння розробляти необхідні заходи щодо попередження надзвичайних ситуацій, кваліфіковані дії щодо їх локалізації і ліквідації наслідків разом з іншими діями по захисту населення є надійною запорукою безпеки як окремих об'єктів, так і економіки держави загалом.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» від 21 грудня 2010 року N 2818-VI.
2. Кобилянський О. В. Проблеми підготовки спеціалістів з безпеки життєдіяльності у вищих навчальних закладах [Електронний ресурс] / О. В. Кобилянський // Електронне наукове видання матеріалів міжнародної науково-практичної конференції «Гуманізм та освіта». – Режим доступу : <http://conf.vstu.vinnica.ua>.
3. «Безпека життя і діяльності людини» / [Кузнецов В. О., Мухін В. В., Буров О. Ю. та ін.] // Інформаційний вісник «Вища освіта». – К. : Видавництво науково-методичного центру вищої освіти МОНУ, 2001. – № 6. – С. 6–17.
4. Щодо необхідності перегляду навчальних програм з дисципліни «Безпека життєдіяльності» / [Волненко Н. Б., Богатов О. І., Кулявець Ю. В., Литвиненко В. М.] // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – 2009. – № 9. – С. 54–59.
5. Питання державного регулювання викладання у ВНЗ дисципліни «Безпека життєдіяльності», «Охорона праці» та «Цивільний захист» / [Запорожець О. І., Русаловський А. В., Заплатинський В. М., Халмурадов Б. Д.] // Безпека життєдіяльності. – 2007. – № 11. – С. 11–13.

## **BUILDING A CULTURE OF SAFETY AMONG STUDENTS OF HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS**

*Petrov I. V.*

*Ensuring students ' knowledge of the organization of civil protection on objects of different class is the basis of formation of practical skills of future managers, heads of enterprises, organizations and other objects.*

## ДИСТАНЦІЙНИЙ КУРС ЯК ЗАСІБ ВДОСКОНАЛЕННЯ ОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ

**Бацуровська І.В.** асистент

Миколаївський національний аграрний університет,

**Андрющенко Я.Є** аспірант,

Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського

*У дистанційному курсі є ряд інструментів для моніторингу діяльності студентів. Для контролю можна використовувати тестові завдання з різними варіантами побудови тестових відповідей, есе для розгорнутої відповіді, або просто короткі відповіді на запитання.*

*В дистанционном курсе есть ряд инструментов для мониторинга деятельности студентов. Для контроля можно использовать тестовые задания с различными вариантами построения тестовых ответов, эссе для развернутого ответа, или просто короткие ответы на вопросы.*

Інформатизація освіти в Україні – один з найважливіших механізмів, що визначає основні напрямки модернізації освітньої системи. Сучасні інформаційні технології відкривають нові перспективи для підвищення ефективності освітнього процесу. Змінюється парадигма освіти. Велика роль надається методам активного пізнання, самоосвіті, дистанційним освітнім програмам. Розвиток новітніх інформаційних технологій стимулює процес реформування системи вищої освіти з метою підвищення рівня її якості, доступності та ефективності. Покращення якості підготовки висококваліфікованих фахівців неможливе без комп'ютеризації навчального процесу, впровадження Інтернет-технологій. Дистанційний курс допомагає інтегрувати новітні технології і очну форму навчання. Такий спосіб поєднання є найбільш оптимальним та ефективним для розвитку вищої освіти у Україні.

Поняття дистанційного курсу досліджують вчені багатьох країн. Одне з визначень дистанційного курсу подають В.Ю. Биков та В.М. Кухаренко. Дистанційний курс – це комплекс навчально-методичних матеріалів та освітніх послуг, створених у віртуальному навчальному середовищі для організації дистанційного навчання на основі інформаційних і комунікаційних технологій [1,3].

Ми будемо дотримуватись визначення дистанційного курсу – це путівник навчальної дисципліни зі всіма властивими для нього елементами. Дистанційний курс – це розроблена покрокова інструкція для засвоєння курсу, тобто для досягнення цілей, зазначених на початку цього курсу. Процес створення дистанційного курсу ділиться на дві частини: розробка методичного наповнення та дизайн курсу. Дизайн курсу означає структурування текстів, логічну побудову його частин, проектування структури понятійно-категоріального апарату і інструментальної частини курсу – контролю, критеріїв оцінки, обговорень, тощо. Крім того дизайн

курсу – це реалізація кольорового оформлення курсу, підбір ілюстрацій, розробка способів візуалізації. Дистанційний курс – це сконструйований веб-сайт, що складається зі сторінок-розділів.

Вчений Кухаренко В.М. досліджуючи питання розробки та впровадження дистанційних курсів виділяє обов'язкові елементи у структурі дистанційного курсу: передмову, інформацію про авторів курсу, новини курсу, програму курсу, головну сторінку тижневого заняття [2].

Проаналізувавши ряд дистанційних курсів, можна стверджувати, що кожен дистанційний курс містить обов'язкові блоки. Серед них можна виділити методичний блок та організаційний блок. Методичний блок містить загальну інформацію про курс, інформацію про компоненти дистанційного курсу, новини, базові поняття курсу, тощо. Цей блок є навігаційним подистанційному курсу. Організаційний блок – це додаткові сторінки, що допомагають керувати курсом. У блоці адміністрування розміщені елементи для моніторингу діяльності студентів дистанційного курсу. Це надає можливість викладачу керувати оцінками та курсом. Оцінка – це важливий елемент дистанційного курсу. Кожен вид роботи в курсі має бути оцінений викладачем. Система дистанційного курсу може формувати журнал оцінок для студента. В процесі моніторингу це дозволяє отримати інформацію як по кожному користувачу курсу окремо, так і по курсу взагалі. Саме завдяки такому інструменту викладач контролює та впливає на діяльність студента в курсі, а студент в свій час також може самостійно відслідковувати динаміку самонавчання.

Розглянемо детальніше елементи дистанційного курсу на прикладі платформи Moodle, які можуть доповнити очний навчальний процес. На головній сторінці курсу обов'язково є відеозвернення викладача до студентів перед початком вивчення курсу та представлено презентацію дистанційного курсу. У відеозверненні чи мультимедійній презентації подається інформація про зміст та структуру курсу, основні завдання та цілі. Форум новин – це невід'ємний елемент дистанційного курсу, що дає змогу висвітлювати основні зміни чи корисну інформацію для студентів. Елемент «Знайомство» допомагає краще дізнатись про наукові інтереси слухачів та їхні напрямки роботи. Кожен дистанційний курс містить такий елемент як «Глосарій», який містить базові поняття у вигляді систематизованої термінології з дисципліни.

Весь навчальний матеріал структуровано. Викладач використовує різні інструменти для подачі теоретичного матеріалу та практичних завдань. Це можуть бути інтерактивні лекції, практичні та лабораторні роботи, тощо. В дистанційному курсі, як і під час очного навчання, зворотний зв'язок має важливу функцію – надання своєчасної допомоги та консультації. Прикладом зворотного зв'язку можуть бути форуми, чати, контрольні питання в лекції тощо. Контроль та моніторинг у дистанційному курсі мають першочергове значення. Якщо дистанційний курс не передбачає контроль, оцінювання та моніторинг, то виникає питання щодо доцільності його використання.

У дистанційному курсі є ряд інструментів для моніторингу діяльності студентів. Для контролю можна використовувати тестові завдання з різними варіантами побудови тестових відповідей, есе для розгорнутої відповіді, або просто короткі відповіді на запитання. В дистанційному курсі можна виставити параметри та критерії оцінок, що значно спрощує систему перевірки студентських робіт та робить її об'єктивною. Для самоконтролю слухачі можуть вести власні електронні щоденники, де фіксуватимуться звіти після виконання ними певного виду завдань. Блок «Адміністрування» дає змогу відслідковувати діяльність кожного слухача. Дистанційний курс фіксує час та тривалість перебування в курсі і зміни, які були внесені до нього. Звіт по користувачу у курсі містить інформацію про елементи курсу, які винесені для оцінювання, оцінки, які отримав слухач, діапазон можливих оцінок по кожному виду роботи, відсотковий результат отриманої оцінки та коментар викладача. Такі засоби електронного відслідковування успішності слухачів курсу сприяють інтерактивності між студентами та викладачами.

Таким чином, використання дистанційного курсу може органічно доповнити очний навчальний процес шляхом використання додаткових навчальних матеріалів та оцінювання самостійної діяльності студентів. По суті це запланована діяльність викладача, що сприяє засвоєнню структурованої інформації студентами. Дистанційний курс є важливим елементом, що вдосконалює очну форму навчання і розширює можливості моніторингу діяльності студентів з метою покращення якості їх освіти.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Дистанційне навчання – від теорії до практики, актуальний мережевий семінар. [Електронний ресурс]. Режим доступу - <http://www.osvita.org.ua/distance/articles/15/>
2. Кухаренко В. М. Навчально-методичний комплекс підготовки викладача дистанційного навчання. [Електронний ресурс]. Режим доступу - <http://www.kpi.kharkov.ua/archive/Articles/krio/UDK-371.pdf>
3. Структура дистанційного курсу. [Електронний ресурс]. Режим доступу - <http://bcoreanda.com/ShowObject.aspx?ID=192>

## **DISTANCE LEARNING COURSE AS A MEANS OF IMPROVING THE INTERNAL FORM OF TRAINING**

*Buzarovska I. V. Andryushchenko YA. E.*

*In the distance course includes a number of tools for monitoring the activity of students. For control you can use the test tasks with different options for constructing test answers, essay for a detailed answer, or just short answers to questions.*

## **NUMERICAL ANALYSIS OF ELECTRICAL DISCHARGE IN LIQUID MEDIA**

*Dubovenko K.V. d.t.s.*

*Mykolayiv National Agrarian University*

Pulsed release of preliminarily stored amount of energy under electrical discharges in liquids results in obtaining high values of pressure and temperature in the media involved in the process of rapid energy conversion [1]. This fact explains the interest in the electrical discharge wide-spread industrial application [2, 3].

The aims of this presentation are to determine the main trends of R&D in the field of numerical simulation of electrical discharges in liquids, to work out a mathematical model for numerical space and temporal simulation of electrical discharge in liquid media, to show the achieved results, and to expose some new problems for electrical discharge modeling.

Numerical simulation of spark discharges formed along the axis of a cylindrical chamber filled with two different liquids has been carried out in the magnetohydrodynamic (MHD) approximation. The simulation results are compared with the data known from the literature [1]. The analysis of the spatiotemporal distribution of the pressure and temperature in the discharge chamber has been performed with due account for the interaction between the shock waves excited by the spark discharge and reflected from the chamber's wall and the plasma channel.

Wide-range quantitative information on these phenomena was analyzed and systematized. The closed mathematical model for quantitative description of electrical discharges in liquids was proposed.

The closed model for description of electrical discharges in liquids was worked out and used which included equations of state for non-ideal plasmas, took into account irradiative losses as well as energy balance in the plasma channel and transient phenomena description in the PFN.

Under conditions of plasma channel interaction with shock waves, as well as of intensive irradiative heat transfer, that is, when the knowledge on space-time distributions of plasma characteristics across the channel is of importance, it is necessary to consider the all region of the gap spacing including the plasma channel as continuum and taking into account interaction of the electrical dynamic, hydrodynamic and thermodynamic phenomena. The development and results of investigations carried out on the base of various MHD-approaches are discussed. Some prospects for further theoretical study aimed at extension of the electrical discharge application in pulsed power are considered.

## LITERATURE

1. Dubovenko K.V. Allowance for the Interaction between the Underwater Discharge Channel Plasma and the Shock Wave Reflected from the Chamber's Wall // Surface Engineering and Applied Electrochemistry, 2013, Vol.49, N1. – PP.30 -38.
2. Kuskova N.I. Electrodischarge Technology and Equipment to Produce New Carbon Nanomaterials /N.I. Kuskova, K.V. Dubovenko, S.V. Petrichenko, P.L. Tsolin, S.O. Chaban // Surface Engineering and Applied Electrochemistry, 2013, Vol.49, N1. – PP.30 -38.
3. Dubovenko K.V. Improvement of Power Conditioning for a Pulsed Plasma Source Applying the Storage Inductor with Variable Inductance // IEEE Intl Pulsed Power Plasma Science 2001 Conf. Digest of Tech. Papers. Las Vegas, Nevada, USA. – 2002. – Vol. 2. – PP. 1477 – 1480.

## UDC 621.3

### ANALYSIS OF INDUCTION MOTOR FOR ELECTRICAL TECHNOLOGIES USING ANSYS MAXWELL RMXprt

**Kyrychenko O. c.t.s**

*Mykolayiv national agrarian university*

*The induction motor for electrical technologies using software module Ansys Maxwell RMXprt is analyzed. Main dependences of 15 k W induction motor with 1460 rpm are obtained.*

The software module Ansys Maxwell RMXprt is intended for development and optimization of rotating electrical machinery [1-3]. Engineers and scientists can evaluate the productivity of induction motor and make a tentative decision on motor efficiency.

Ansys Maxwell RMXprt allows to make the analysis of "what, if" using the classical analytical motor theory and equivalent magnetic circuit methods. The parameter input interface of the software module Ansys Maxwell RMXprt is shown in Fig. 1.



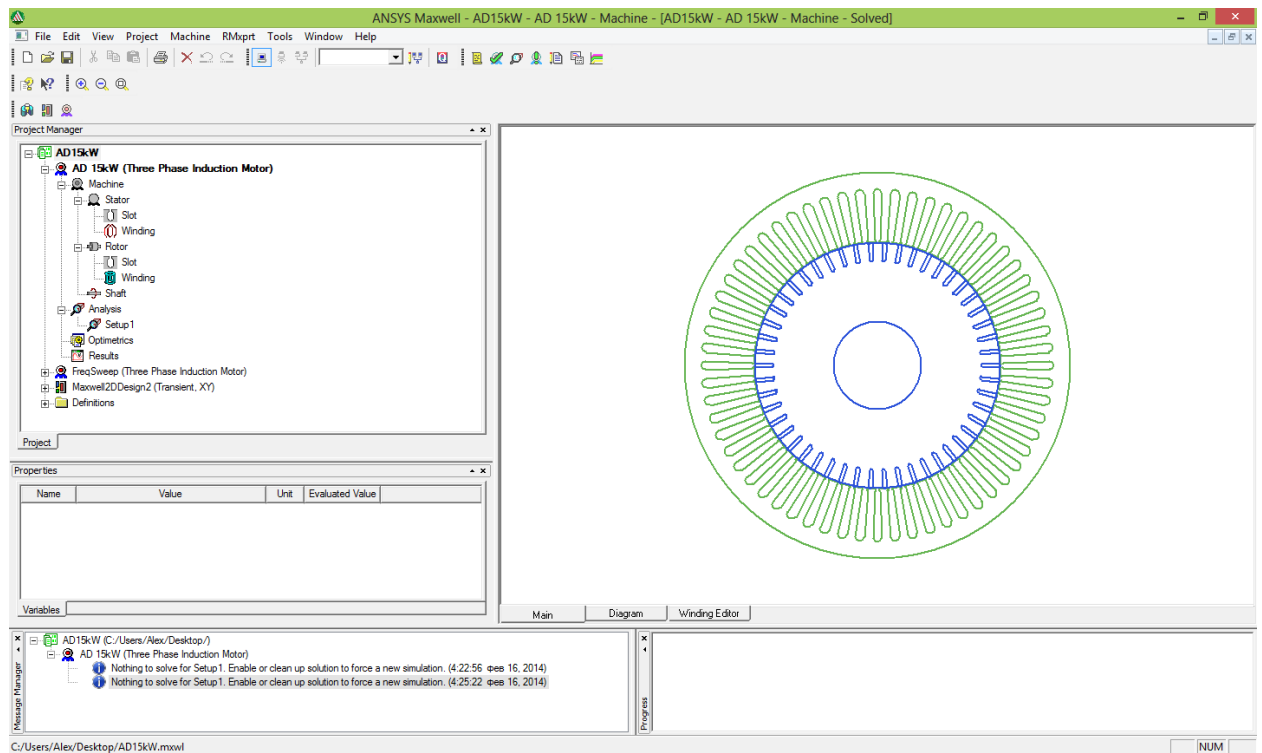


Fig. 1 – Interface of software module Ansys Maxwell RMxprt

The design stages of parameters for stator, rotor and motor generally are shown in Fig. 2. Geometric dimensions of the stator and rotor and their slots, winding type, material type are entered in real time. General parameters of induction motor, such as power, voltage, operating temperature, number of poles, nominal speed, power losses are entered separately.

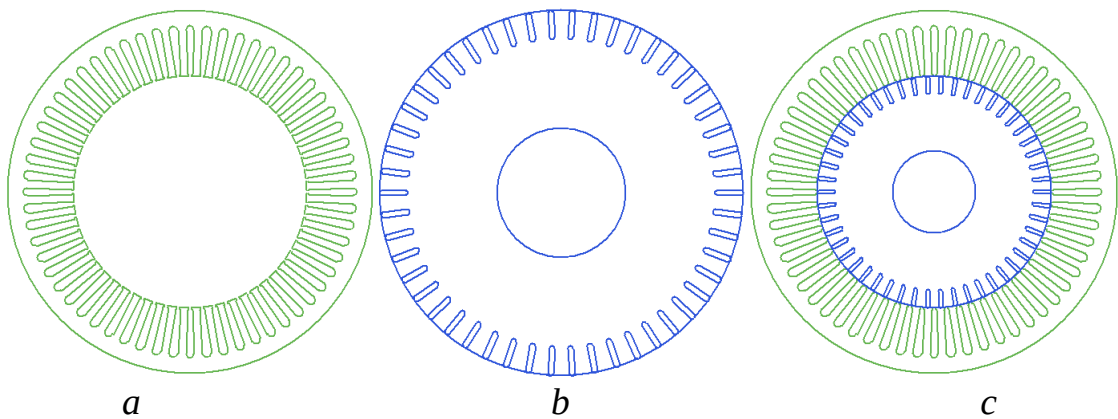


Fig. 2 – Design stages of parameters for stator (a), rotor (b) and motor generally (c)

Main dependences of 15 kW induction motor with 1460 rpm are obtained [4]. The curves of mechanical characteristics and efficiency of the motor are shown in Fig. 3-4.

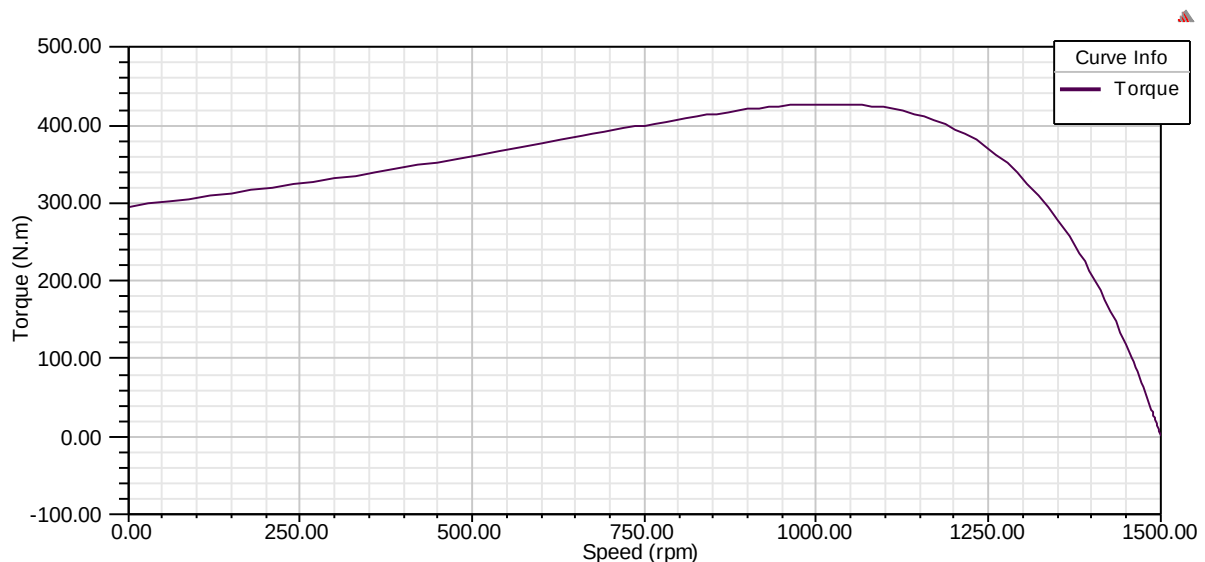


Fig. 3 – Dependence  $M = f(n)$  of motor torque  $M$  and rotary speed  $n$

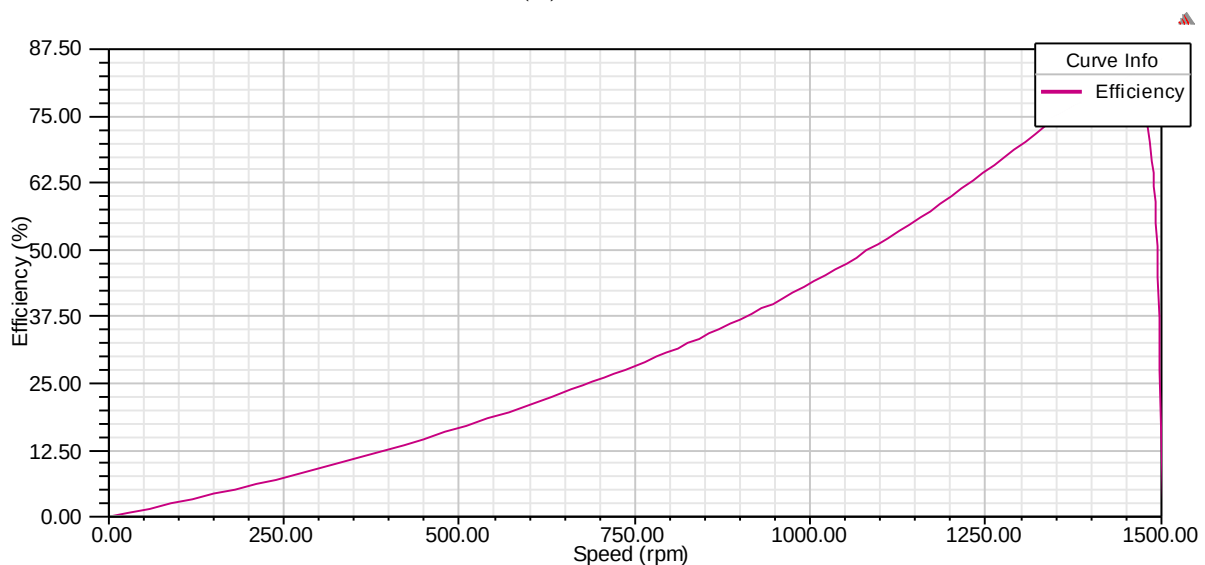


Fig. 4 – Dependence  $\eta = f(n)$  of motor efficiency  $\eta$  and rotary speed  $n$

At the nominal motor speed in 1460 rpm nominal torque is approximately 80 N·m. The efficiency of the designed induction motor is 87,5 %.

## LITERATURE

1. Басов К.А. Графический интерфейс комплекса ANSYS / К.А. Басов. – М.: ДМК Пресс, 2006. – 248 с.
2. Басов К.А. ANSYS в примерах и задачах / К.А. Басов. – М.: КомпьютерПресс, 2002. – 224 с.
3. Буль О.Б. Методы расчета магнитных систем электрических аппаратов. Программа ANSYS / О.Б. Буль. – М.: Академия, 2006. – 288 с.
4. Кириченко О. С. Дослідження робочих характеристик асинхронного двигуна електронасосного агрегату для електротехнологій з використанням програмного модуля AnsysMaxwellRMxpert / О. С. Кириченко // Наукові праці : науково-методичний журнал. – Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2014. – Вип. 225. Т. 237. Комп'ютерні технології. – С. 25-30.

## **АНАЛІЗ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ДЛЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ANSYS MAXWELL RMXprt**

**Kyrychenko O.**

*Проаналізовано асинхронний двигун для електротехнологій з використанням програмного модуля AnsysMaxwellRMxprt. Отримано основні залежності для двигуна потужністю 15 кВт з частотою обертання 1460 об/хв.*

*Проанализирован асинхронный двигатель для электротехнологий и использованием программного модуля AnsysMaxwellRMxprt. Получены основные зависимости для двигателя мощностью 15 кВт с частотой вращения 1460 об/мин.*

**УДК 621.37**

## **РОЗРОБКА МІКРОПРОЦЕСОРНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ РЕЄСТРАЦІЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ ОЗОНУ**

**Захаров Д.О.** асистент

*Миколаївський національний аграрний університет*

*На базі мікроконтролера PIC16 розроблено схему для збору та обробки інформації з датчиків концентрації озону в діапазоні від 0 до 10 ppm.*

*Ключові слова: датчик озону, концентрація озону, мікропроцесорний пристрій*

*На базі мікроконтролера PIC16 розроблена схема для збору та обробки інформації з датчиків концентрації озону в діапазоні від 0 до 10 ppm.*

*Ключевые слова: датчик озона, концентрация озона, микропроцессорное устройство.*

Під час проектування та розробки електротехнологічного обладнання для знезараження сільськогосподарської продукції [1] виникає необхідність моніторингу ефективності роботи устаткування. Одним з найважливіших показників ефективності роботи генератора озону є концентрація озону в робочій камері. Слід також зауважити, що перевищення норми концентрації озону в приміщеннях де знаходиться персонал є недопустимим так як може призвести до отруєння та погіршення самопочуття персоналу. Виходячи з вищесказаного слід зазначити, що системи моніторингу технологічного процесу знезараження озоном повинні проводити аналіз концентрації озону як безпосередньо в робочій камері так і в приміщенні де встановлене обладнання.

Для реалізації поставленого завдання прийнято рішення розробити пристрій для моніторингу концентрації озону на базі мікроконтролера PIC16C71 виробництва Microchip Technology Incorporated. На рис. 1 показано схему розробленого пристрою.

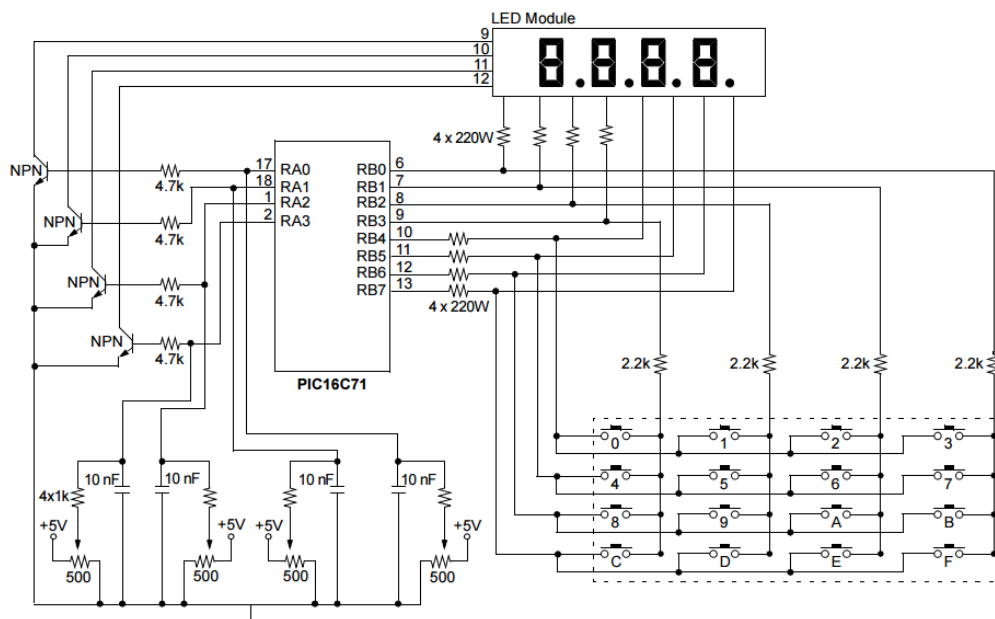


Рис. 1 – Схема підключення датчиків до мікроконтролера PIC16C71 та виводу інформації на LEDіндикатори

Дана схема дозволяє підключати до мікроконтролера чотири датчика озону MS-2610 або його аналогів. Датчики підключено через потенціометри до аналогових входів та опитуються по черзі кожні 20 мс. При необхідності досить просто збільшити кількість датчиків до необхідного значення за рахунок використання мультиплексорів, що дозволить вести більш детальний моніторинг зміни концентрації озону як в об'ємі робочої камери так і в приміщенні.

Слід зазначити, що запропонована схема потребує налаштувань під певний тип датчиків, а її подальше використання у виробництві можливе після проходження перевірки та сертифікації в установах, що мають відповідне обладнання та дозволи.

## ЛІТЕРАТУРА

1. 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.

## DEVELOPMENT OF A MICROPROCESSOR DEVICE FOR RECORDING THE CONCENTRATION OF OZONE

Zakharov A. D.

*On the basis of microcontroller PIC16 developed a scheme for the collection and processing of information from sensors of ozone concentration in the range from 0 to 10 ppm.  
Keywords: ozone sensor, ozone concentrations, the microprocessor.*

## ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ МОЛОТКОВОЇ КОРМОДРОБАРКИ

*Кошкін Д.Л., кандидат технічних наук,  
Миколаївський національний аграрний університет*

*Стаття присвячена питанню впровадження енергоефективних технологій в сільському господарстві. З метою покращення енергетичних показників технологічного процесу дроблення запропоновано використання системи екстремального керування електроприводом дробарки з кроковим пошуком екстремуму по двох координатах: швидкість обертання робочого органу дробарки та подача матеріалу. Наведені структурна та функціональна схеми системи керування, розглянуті алгоритми роботи.*

**Ключові слова:** кормодробарка, керований електропривод, система екстремального керування.

*Статья посвящена вопросу внедрения энергоэффективных технологий в сельском хозяйстве. Для улучшения энергетических показателей технологического процесса дробления предлагается применение системы экстремального управления электроприводом дробилки с шаговым поиском экстремума по двум координатам: скорость вращения рабочего органа дробилки и подача материала. Приведены структурная и функциональная схемы системы управления, рассмотрены алгоритмы работы.*

**Ключевые слова:** кормодробилка, управляемый электропривод, система экстремального управления.

**Постановка проблеми.** Кормоприготування в сільськогосподарському виробництві відноситься до енергоємних технологічних процесів. Операція подрібнення є основною при готуванні комбікормів, в процесі якої подрібнюється зерно, стеблові соковиті і грубі корми, коренеплоди тощо. Кількість енергії, необхідна для подрібнення якого-небудь матеріалу до певних розмірів, залежить від багатьох факторів: розміру, вологості, форми, взаємного розташування часток, міцності, крихкості, однорідності вхідного матеріалу, виду і стану робочих поверхонь машини. Тому встановлення аналітичної залежності між витратою енергії на здрібнювання, фізико-механічними властивостями матеріалу, що подрібнюється, і результатом процесу можливе лише в загальному виді. В такому випадку, при проектуванні керованого електроприводу дробарки є доцільним використання адаптивних систем екстремального керування (СЕК), які використовують пошукові методи для настроювання системи на оптимальний режим роботи за певним критерієм, наприклад за енергетичними показниками процесу.

**Аналіз останніх досліджень.** Дослідженням адаптивних екстремальних електроприводів займалися як вітчизняні С.М. Меєрков, І.Я. Браславський, Р.Т. Шрейнер, В.Н. Поляков [2, 5], так і закордонні вчені К. J. Astrom, В. Wittenmark, Wang, M. Krstic [7, 9]. В оглядовій роботі Y. Tan і співавторів [9] виконана систематизація знань по екстремальним

електроприводам і наведені результати останніх досліджень, що засвідчують перспективність використання таких електроприводів та визначають цей напрям як один з багатообіцяючих в розвитку адаптивних систем керування.

Дослідження Андропова А. Л. [1] та публікація Р. Hofer [8] показують можливості підвищення енергоефективності технологічних процесів в сільському господарстві за допомогою екстремальних електроприводів. Однак досі недостатньо уваги приділено питанню застосування адаптивних СЕК електроприводом молоткової дробарки.

Мета дослідження. Пропонується для керування автоматизованим електроприводом дробарки використати систему екстремального керування з кроковим пошуком екстремуму за критерієм енергоефективності процесу дроблення по двох координатах: швидкість обертання робочого органу дробарки  $\omega$  та подача матеріалу  $Q$ .

**Викладення основного матеріалу.** Енергетичні характеристики кормоприготувальних подрібнювальних машин оцінюються питомою витратою енергії на одиницю маси готової продукції або енергоємністю  $W_{\text{пит}}$ . Як показують дослідження, залежності енергоємності процесу подрібнення в молотковій дробарці від швидкості обертання та від подачі матеріалу (рис. 1) мають явно виражений екстремальний характер [3].

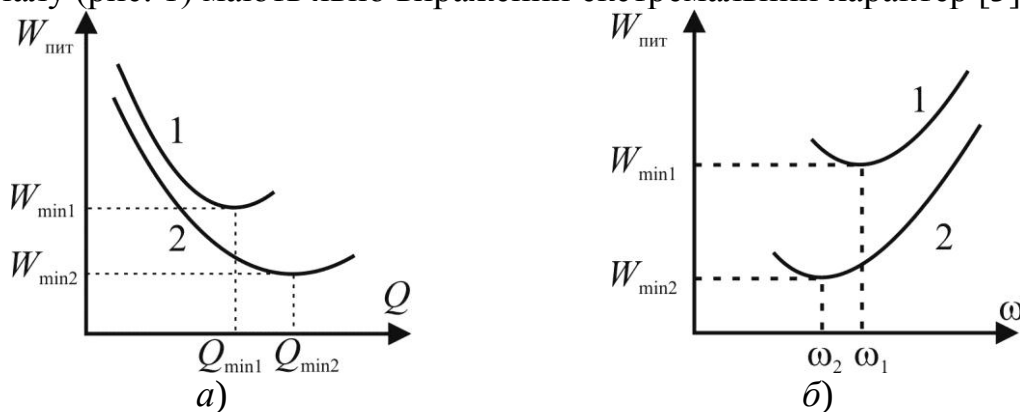


Рис. 1. Залежності питомої енергоємності подрібнення від подачі продукту (а) та від швидкості обертання дробарки (б): 1 – більш жорсткий продукт; 2 – менш жорсткий продукт

Електропривод молоткових дробарок здебільшого будується на базі короткозамкнених асинхронних двигунів, тому очевидним напрямком розвитку представляється використання регульованих електроприводів в приводних механізмах, оскільки енергетична оптимізація технологічного процесу дроблення приводить до необхідності регулювання подачі сировини та швидкості робочих органів.

Електродвигун приводу робочих органів дробарок повинен мати досить жорсткі механічні характеристики, значну перевантажувальну здатність (до трьох і більше), гарні пускові властивості, можливість економічного регулювання швидкості з діапазоном  $D = 2 \div 3$ .

Зазначеним вимогам найбільшою мірою відповідає автоматизований частотно-регульований асинхронний електропривод, що працює в режимі стабілізації швидкості. При цьому вирішуються питання пуску, перевантажувальної здатності і плавного регулювання швидкості [6].

Зниження енергоємності продукції також вимагає регулювання подачі, що досягається впровадженням систем керування завантаженням. Найбільш ефективно це реалізується в замкненій системі керування.

Для задовільнення всіх наведених вище вимог пропонується наступна структура СЕК електроприводом молоткової дробарки (рис. 2), яка складається з крокової екстремальної системи керування, що обчислює енергетичний показник – питому енергоємність процесу, та двох контурів регулювання подачі  $Q$  та кутової швидкості обертання  $\omega$ .

У локальних контурах стабілізації значень подачі  $Q$  та кутової швидкості обертання  $\omega$ , для керування виконавчими механізмами використовуються ПІД-регулятори. Завдання по кутовій швидкості обертання і подачі матеріалу формуються в двоканальному кроковому екстремальному регуляторі.

Особливістю запропонованої системи екстремального керування є інтелектуальна надбудова, яка, використовуючи статистичні дані, що знімаються з об'єкта керування в процесі функціонування, може визначати найбільш оптимальний режим роботи дробарки і коректувати роботу системи у випадку відходу від екстремального режиму.

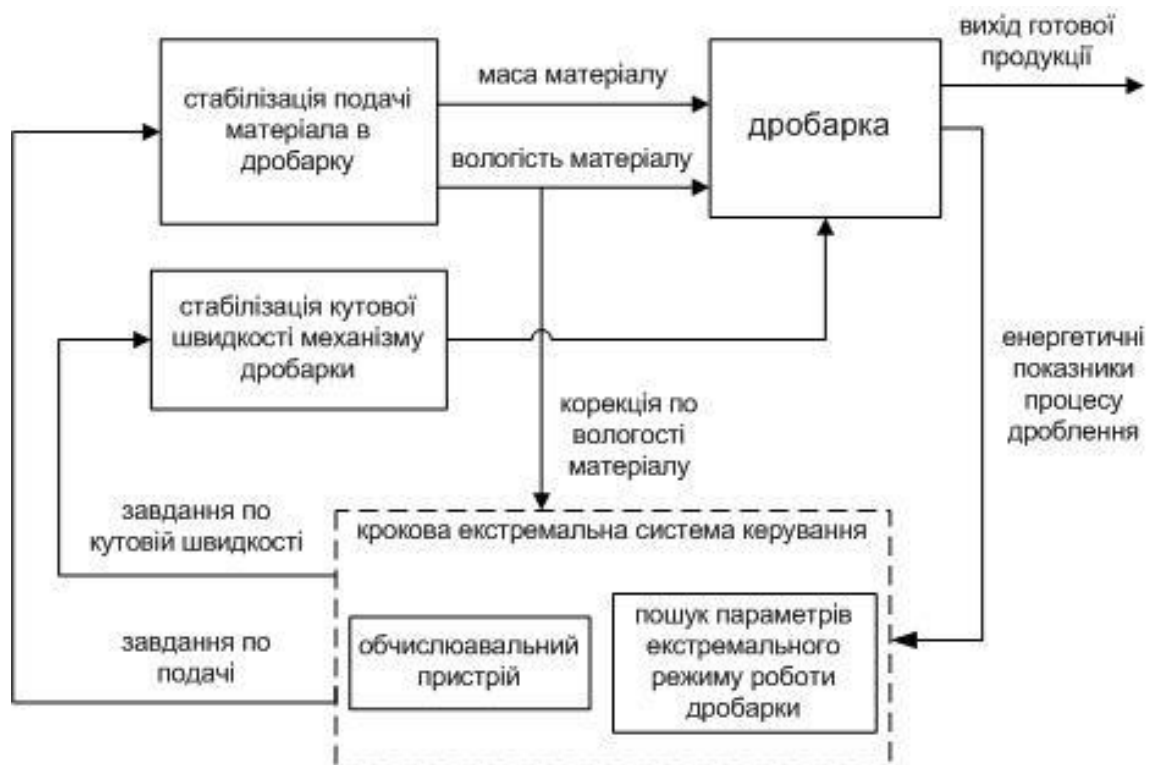


Рис. 2. Функціональна схема СЕК процесом дроблення

Робота інтелектуальної надбудови крокової екстремальної системи керування, за своїм змістом, нагадує проведення активного експерименту.

Використовуються дані функціонування СЕК для створення бази даних станів, в яких може перебувати об'єкт, з урахуванням вхідного сигналу вологості сировини для корегування «оптимальних поверхонь». Під станом об'єкту або «оптимальною поверхнею» розуміється сукупність вхідного сигналу, що складається зі швидкості обертання робочого органу дробарки та подачі матеріалу, і відповідного йому вихідного сигналу – показника енергоємності процесу.

В ході дослідження була розроблена імітаційна модель СЕК електроприводом дробарки на базі асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором з живленням від частотного перетворювача (рис. 3). Для визначення показника енергоефективності технологічного процесу дроблення на вхід системи керування подаються сигнали подачі вхідного продукту та корисної потужності електродвигуна. Останній обчислюється наступним чином: в блоці множення (квадратор) сигнал датчика напруги збільшується квадратично; далі помножений сигнал напруги надходить на блок множення з постійним коефіцієнтом  $k$ , де відбувається множення квадратичного сигналу  $U^2$  напруги на коефіцієнт  $k$ , а в наступному блоці множення на вихідний сигнал датчика швидкості  $\omega$ .

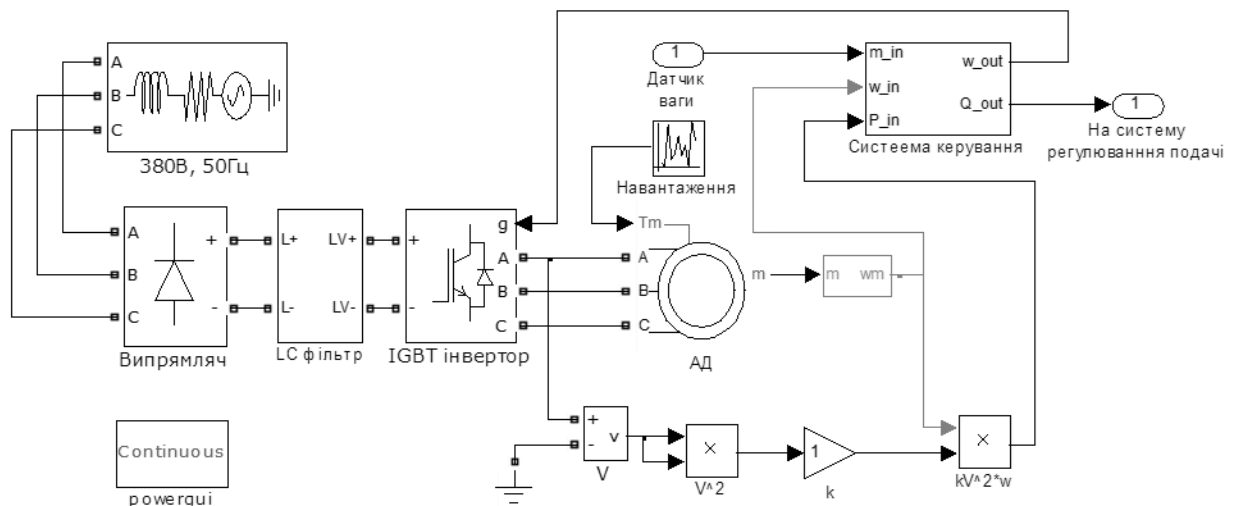


Рис. 3. Імітаційна Matlab/Simulink-модель СЕК електроприводом дробарки

Система керування обчислює показник енергоємності процесу, та його похідну, яка дозволяє здійснювати пошуковий процес для підтримки мінімуму втрат при зміні подачі продукту і частоти обертання робочого органу дробарки. Значення похідної може мати різнополярні значення в залежності від величини навантаження. При зміні навантаження на валу двигуна від нуля до номінального знак сигналу позитивний, а при збільшенні навантаження вище номінального – негативний.

**Висновки.** 1. Внаслідок використання СЕК електроприводом молоткової дробарки мінімізуються втрати електричної енергії в технологічному процесі дроблення в залежності від навантаження на валу



двигуна і підвищується енергоефективність всього процесу. 2. Використання статистичної інформації в інтелектуальній надбудові СЕК електроприводом дробарки дозволяє прискорити процес виходу системи на екстремальний режим роботи. Наступні дослідження будуть присвячені більш детальній розробці структури та алгоритмів роботи пошукової системи.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Андронов А.Л. Обоснование энергоэффективных режимов частотно-регулируемых электроприводов в агропромышленном комплексе : автореф. дис. канд. техн. наук: 05.20.02 / А.Л. Андронов: Алт. гос. техн. ун-т. им. И.И. Ползунова, Барнаул, 2005.-24 с.
2. Браславский И.Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / И.Я. Браславский, З.Ш. Ишматов, В.Н. Поляков; под ред. И.Я. Браславского. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 256 с.
3. Епифанов А.П. Электропривод в сельском хозяйстве: Учебное пособие / Епифанов А.П., Гущинский А.Г., Малайчук Л.М. — СПб.: Издательство «Лань», 2010. — 224 с.
4. Пат. 2069032 Российская Федерация, МКП H02P7/36. Асинхронный электропривод с экстремальным управлением / Хашимов А.А. Имамназаров А.Т.; Сабиров Ш.М., заявитель Ташкентский технический государственный университет им. А.Р. Бируни., патентообладатель Хашимов А.А. - № 5037926/07; заявл. 16.04.1992; опубл. 10.11.1996.
5. Поляков В.Н. Экстремальное управление электрическими двигателями / В.Н. Поляков, Р.Т. Шрейнер; под общей ред. д-ра техн. наук, проф. Р.Т. Шрейнера. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2006. 420 с.
6. Терехов В. М. Современные способы управления и их применение в электроприводе / В.М. Терехов // Электротехника. 2000. - № 2. - С. 25-28.
7. Astrom K.J. Adaptive control (2nd ed.) / K.J. Astrom, B. Wittenmark. — Reading, MA: Addison-Wesley, 1995. P. 580.
8. Hofer P. Measures for increasing the energy efficiency of UFA feed mills in Switzerland / Peter Hofer, Viktor Borner, – Feed Compounder. — ISSN 0950-771X, March/April 2013, Vol.33 № 2. – Pentlands Publishing Ltd.: Bakewell. — Page 52-54.
9. Tan Y. Extremum Seeking From 1922 To 2010 / Y. Tan, W.H. Moase, C. Manzie, D. Nesic, I.M.Y. Mareels. — Proceedings of the 29th Chinese Control Conference July 29-31, 2010, Beijing, China, pp. 14-26.

# EXTREME CONTROL SYSTEM OF HAMMER FEED GRINDER ELECTRIC DRIVE

*Koshkin D.L.*

*The article focuses on the implementation of energy-efficient technologies in agriculture. The use of feed grinder's electric drive extreme control system with extremum step search by two coordinates: the grinder rotational speed and the material feed is proposed to improve the energy performance of the crushing process. The structural and functional schemes of the control system are given.*

**Keywords:** feed grinder, electric drive, extreme control system.

УДК 621.314:536.74

## ВИКОРИСТАННЯ ЛАНЦЮГОВИХ СХЕМ ЗАМІЩЕННЯ ДОВГИХ ЛІНІЙ ПРИ РОЗРАХУНКУ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ

*Хвоцан О. В., канд. техн. наук, старший викладач  
Миколаївський національний аграрний університет*

*Одержано аналітичні залежності, що дозволяють однозначно визначити необхідне число ланок ланцюгової схеми заміщення довгої лінії для виконання розрахунків із заданою точністю.*

**Ключові слова:** довга лінія, ланцюгова схема заміщення, перехідний процес.

*Получены аналитические зависимости, позволяющие однозначно определить необходимое число звеньев цепной схемы замещения длинной линии для выполнения расчетов с заданной точностью.*

**Ключевые слова:** длинная линия, цепная схема замещения, переходный процесс.

**Постановка проблеми.** Аналіз процесів в довгих лініях, інакше званих колами з розподіленими параметрами (КРП) є хоч і вивченим, але досить складним завданням. Загальний курс теоретичних основ електротехніки [1] дає уявлення про теоретичний розрахунок ланцюгів за допомогою системи телеграфних рівнянь з початковими і граничними умовами, проте в ряді випадків її аналітичне рішення представляє труднощі. Досить часто при складанні фізичних моделей і використанні спеціалізованих програм за розрахунками перехідних процесів доцільно використовувати ланцюгові схеми заміщення кіл з розподіленими параметрами. Оскільки наявні залежності з обліку похибки подібної заміни досить складні для аналізу, **метою** даної роботи є отримання більш простих у застосуванні формул.

**Загальні відомості.** У періодичних і перехідних режимах КРП характеризуються первинними і вторинними параметрами. Розглядаючи найпростіший випадок - двопровідну довгу лінію (рис. 1), виділяють наступні первинні параметри:

-  $C_0$  - поперечна ємність між прямим і зворотним проводами, Ф/м;

- $L_0$  - розподілена індуктивність петлі, утвореної прямим і зворотним проводами, Гн/м;
- $R_0$  - поздовжній активний опір проводів, Ом/м;
- $G_0$  - поперечна активна провідність витoku ізоляції між прямим і зворотним проводами, См/м.

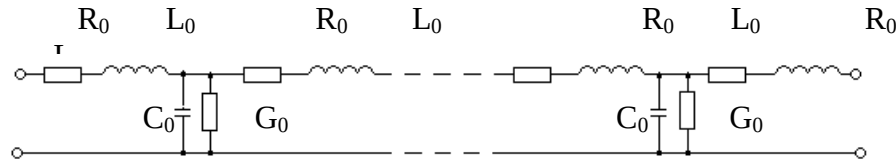


Рис. 1. Ланцюгова схема заміщення двопровідної довгої лінії

Розрахунок похибки заміни довгої лінії її ланцюговою схемою проводився в [2]. Так, замінивши лінію довжиною  $l$  ланцюговою схемою, що складається з  $n$  ланок, було визначено трансцендентне рівняння:

$$n \approx |\gamma l| / \sqrt{2[ch(\alpha l / n) - \cos(\beta l / n)]} = f(n), \quad (1)$$

где  $n$  – число ланцюгів;

$l$  – довжина лінії, м;

$\gamma = \sqrt{(R_0 + j\omega L_0)(G_0 + j\omega C_0)} = \alpha + j\beta$  - коефіцієнт розповсюдження, Ом<sup>1/2</sup>;

$$\alpha = \text{Re}(\gamma) = \sqrt{\frac{1}{2} [R_0 G_0 - \omega^2 L_0 C_0 + \sqrt{(R_0^2 + \omega^2 L_0^2)(G_0^2 + \omega^2 C_0^2)}]}, \quad (2)$$

$\alpha$  - коефіцієнт послаблення, Ом<sup>1/2</sup>;

$$\beta = \text{Im}(\gamma) = \sqrt{\frac{1}{2} [\omega^2 L_0 C_0 - R_0 G_0 + \sqrt{(R_0^2 + \omega^2 L_0^2)(G_0^2 + \omega^2 C_0^2)}]}, \quad (3)$$

$\beta$  - коефіцієнт фази, Ом<sup>1/2</sup>;

$\omega = 2\pi f$  – кругова частота, рад/с;

$f$  – частота струму в лінії, Гц.

**Результати.** Шляхом розкладення функції  $\text{ch}(x)$  і  $\cos(x)$  в ряд Маклорена до другого члена після алгебраїчних перетворень було визначено число ланок  $n$  ланцюгової схеми заміщення довгої лінії, маючи її параметри і задавшись похибкою заміни  $K$ :

$$n = l \cdot \frac{\sqrt{|R_0 G_0 - \omega_0^2 L_0 C_0|}}{\sqrt{12 \cdot \left( \frac{1}{K^2} - 1 \right)}} \quad (4)$$

Досить зручно використовувати ланцюгові схеми заміщення кабельної лінії в машинних розрахунках зарядного кола заглибних свердловинних комплексів, в яких використовується передача змінної напруги з наземної частини в заглибну по сполучній лінії [3]. При використанні в якості лінії каротажного геофізичного кабелю типу КГЗ-67-180 [4] довжиною  $l = 5$  км з параметрами:  $R_0 = 48$  Ом/км;  $C_0 = 0,09$  мкФ/км;  $L_0 = 3,6$  мГн/км;  $G_0 = 10^{-10}$  См/м залежність необхідного числа ланок

схеми заміщення кабелю від необхідної точності обчислень для різних довжин з'єднувального кабелю і частот напруги представлена на рис. 2.

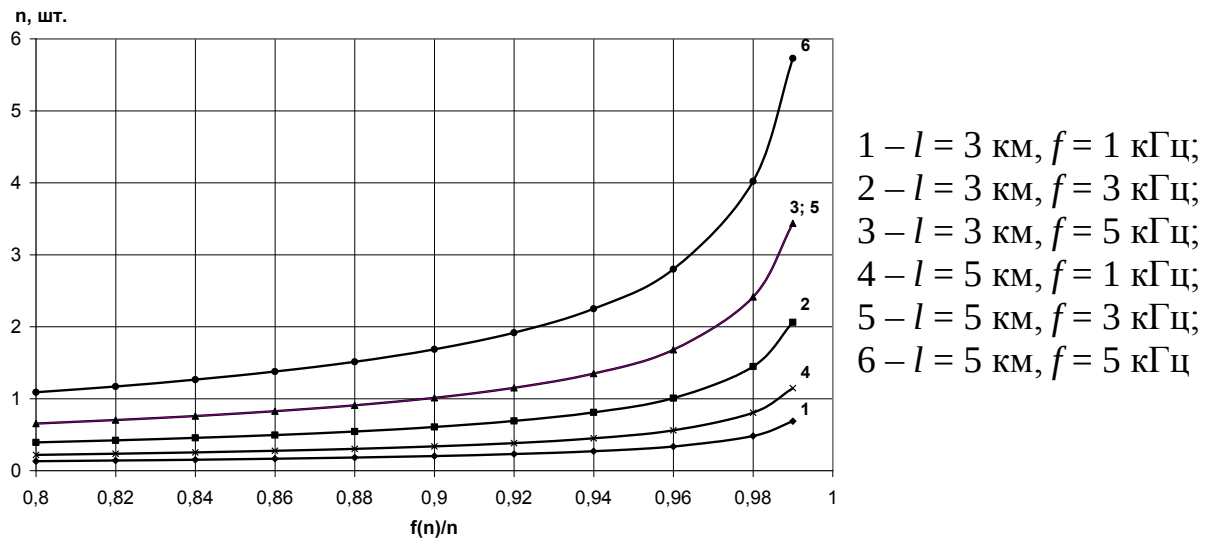


Рис. 2. Залежність необхідного числа ланок схеми заміщення кабелю КГЗ-67-180 від необхідної точності обчислень перехідних процесів в зарядному колі заглибних свердловинних комплексів

**Висновок.** Як видно з рис. 2, у більшості розглянутих варіантів похибку заміни менше 1% ( $f(n)/n > 0,99$ ) можна отримати при з'єднанні двох і більше ланок. Таким чином, виконані в роботі дослідження дозволили отримати прості та зручні аналітичні залежності, за якими можна однозначно визначити число ланок ланцюгової схеми заміщення довгої лінії згідно її параметрів і необхідної похибки.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники: Электрические цепи / Л. А. Бессонов.- М.: Высш. школа, 1978.- 528 с.;
2. Каганов З.Г. Электрические цепи с распределенными параметрами и цепные схемы / З. Г. Каганов.- М.: ЭАИ, 1990.- 248 с.;
3. Щерба А. А. Оптимизация режимов в зарядных цепях высоковольтных электроразрядных погружных систем для электроимпульсной обработки нефтяных скважин / А. А. Щерба, О. В. Хвоцан, Ю. И. Курашко [и др.] // Технічна електродинаміка: Тематичний випуск "Проблеми сучасної електротехніки".- 2006.- Ч.5.- С. 98-101;
4. Геофизические методы исследования скважин: [справочник / под ред. В. М. Запорожца].- М.: Недра, 1983.- 591 с.

## THE USING OF A CHAIN EQUIVALENT CIRCUIT OF LONG LINES AT CALCULATION OF TRANSIENTS

Khvoshan O.V.

*The analytical dependences to determine the required number of chain links of a long line equivalent circuit to perform calculations with a given accuracy are received.*

**Keywords:** long line, chain replacement scheme, transient process.

УДК 621.314:329.584

## СТАТИЧЕСКИЕ ИНДУКЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ВСТРАИВАНИЯ В ОБОЛОЧКИ ОГРАНИЧЕННОГО ДИАМЕТРА ОБЪЕКТОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Садовой А.С., ассистент

Николаевский национальный аграрный университет

*Виконано аналіз об'єктів використання, а також конструктивно – технологічних особливостей однофазних і трифазних трансформаторів компактного виконання систем підводно-технічного та іншого спеціального електрообладнання, визначено задачі і можливості удосконалення подібних трансформаторів перетворенням твірних контурів елементів та структурною оптимізацією електромагнітних систем.*

*Выполнен анализ объектов использования, а также конструктивно – технологических особенностей однофазных и трехфазных трансформаторов компактного исполнения систем подводно-технического и другого специального электрооборудования, определены задачи и возможности усовершенствования подобных трансформаторов преобразованием образующих контуров элементов и структурной оптимизацией электромагнитных систем.*

Современное состояние технического прогресса характеризуется интенсификацией работ по подводным исследованиям, разведке и освоению шельфа, а также расширением исследований внеземного пространства. Важнейшими стратегическими целями, связанными с возможностями дальнейшего развития и существования человечества, являются будущее освоение, в дополнение к шельфу, значительных глубин земного океана, солнечной системы и дальнего космоса. Итенсифицируется также потребление наземных и подземных природных ресурсов, в частности жидкостно-газовых топливно-энергетических и водных. В связи с этим в развитых странах мира уделяется серьезное внимание разработке возобновляемых источников энергии, в том числе энергии морских волн, приливов и отливов. Решение названных весьма сложных современных задач и обеспечение предпосылок достижения перспективных значительных целей требует непрерывного усовершенствования и развития соответствующих технических средств,

включающих системы электрооборудования и автоматики со специальными электромеханическими, электронно - микропроцессорными и приборными комплексами. Указанные комплексы содержат габаритные и металлоемкие компоненты – встроенные и погружные трансформаторы. Важными показателями таких трансформаторов являются компактность, конструктивное соответствие блокам электрооборудования и удобство встраивания. В настоящее время в Украине эксплуатируются, а специализированными заводами производятся трансформаторы с «традиционными» техническими решениями электромагнитных систем (ЭМС) [1,2]. При этом, согласно [3], потери электроэнергии в распределительных сетях Украины составляют до 20% мощности, отпущенной генерирующими станциями. Значительную долю этой части составляют потери в трансформаторах I – II габаритов классов напряжения 6 – 35 кВ. Указанное обстоятельство, требования минимальных массогабаритных показателей, компактности и надежности, предъявляемые к специальному электрооборудованию [4,5], показывают важность и актуальность разработки специальных и усовершенствования распределительных трансформаторов различной мощности.

Целью работы является анализ специфики применения, существующих аналогов и технических решений усовершенствования, а также постановка задачи разработки трансформаторов систем электрооборудования объектов специальной техники.

Аппараты и комплексы подводного поискового, подводно-технического [4-10] и авиационно-космического [11, 12] назначений, а также судовые навесные погружные капсулы [13], по типам внешнего корпуса и оболочек размещения элементов технических систем подразделяются на обтекаемые (рис. 1, а и б) и рамные (рис.1, в), а также на содержащие прочные сферические (рис.1, а) и цилиндрические трубчатые (рис.1, б и в) оболочки ограниченного диаметра.

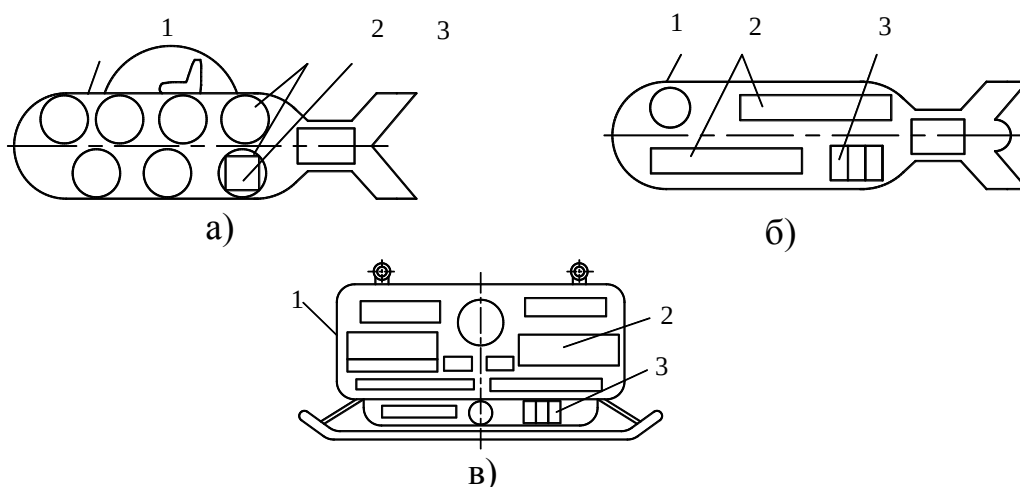


Рис. 1. Конструктивные схемы самоходного обитаемого (а) и необитаемого (б), а также спускаемого (в) подводных аппаратов:

1 – корпус; 2 – оболочка системных блоков и элементов;  
3 – трансформатор

Разработанными в Николаевском кораблестроительном институте (Национальном университете кораблестроения) имени адмирала Макарова подводными техническими объектами [6] с электрооборудованием, заключенным в цилиндрические трубчатые оболочки, являются самоходные аппараты «Атлеш» и «Nhe north star», а также спускаемые рамные аппараты «Агент – 1» (рис. 2) и «Софокл».

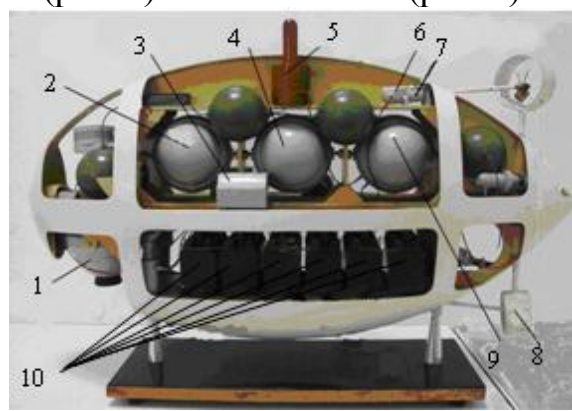


Рис. 2. Спускаемый подводный аппарат рамного исполнения «Агент – 1»

Подводными техническими объектами [7] с внутрикорпусными и внешними сферическими оболочками комплектующего оборудования являются самоходные аппараты «Скарус» (рис. 3) и «МТК – 200» (рис. 4).



а)



б)

Рис. 3. Необитаемый автономный самоходный спускаемый аппарат "Скарус-1":

- 1 – полезный груз; 2 – навигационная и информационно -управляющая системы; 3 – крено-дифференциальная система; 4 – блок трансформатора; 5 – система связи; 6 - гребной электродвигатель; 7 – редуктор; 8 - гребной винт; 9 – регулируемый преобразователь; 10 – аккумуляторная батарея.

Примерами подводных технических объектов, содержащих «навесные» трансформаторы являются спускаемые водолазные камеры («колоколы») глубоководных комплексов «ГВК» [8]. Такие комплексы базируются на судах - носителях и обеспечивают погружение акванавтов на глубины до 500м при морском подводном исполнении и на глубины до

1000м при герметичном исполнении силового электрооборудования. Электроснабжение системы электрооборудования (рис.5, а) водолазного колокола линейным напряжением 27В обеспечивается через кабель – шланг – трос с входным напряжением до 1000В на судне – носителе.

Погружной понижающий трехфазный трансформатор размещен в отдельном корпусе в верхней части колокола (рис.5, б). Пониженное напряжение используется для питания электродвигателей агрегатов подогрева и очистки дыхательно-газовой смеси и цепей внутреннего электрического освещения.



Рис.4. Самоходный (в погружном и доном положениях) спускаемый подводный аппарат "МТК – 200"

Известны также разработки волновых и приливных электростанций [10], которые могут комплектоваться «подвесными» и «обтекаемыми» погружными трансформаторами. Приливные электростанции содержат турбины в туннельных цилиндрических корпусах соединяющих наполнительные бассейны с морем. В процессе чередования приливов и отливов ротор генератора вращается противоположно. Массогабаритные и энергетические характеристики генерирующего агрегата могут быть улучшены, на основе внешнего естественного принудительного водяного охлаждения, при встраивании в цилиндрический корпус турбины генератора и погружного трансформатора. Разработка подобного трансформатора с соответствием конфигурации активно-конструктивной части направленному вдоль оси агрегата потоку охлаждения и погружное исполнение генератора обеспечат максимальные удельные показатели электромеханической системы генерирования энергии [13].

Трехфазные группы с однофазными тороидальными трансформаторами встроенными, совместно с электродвигателями ограниченного диаметра, в конечные трубчатые элементы, являются важными составляющими систем электропривода скваженных насосов и бурового оборудования. Согласно [14], в насосах добычи нефти и в электрических бурах используются асинхронные двигатели с малыми диаметрами и повышенными длинами десяти типоразмеров ПЭД 20... ПЭД 125 мощностью 20...125 кВт с различными рабочими напряжениями



от 700 до 2000 В. Все двигатели ПЭД получают энергию от питающих кабелей с рабочим напряжением 3300 В и внешних трансформаторов соответствующей мощности. Потери напряжения при передаче энергии к погруженному электромеханическому блоку, в зависимости от номинального напряжения и мощности ПЭД, составляет 16...55 В [14].

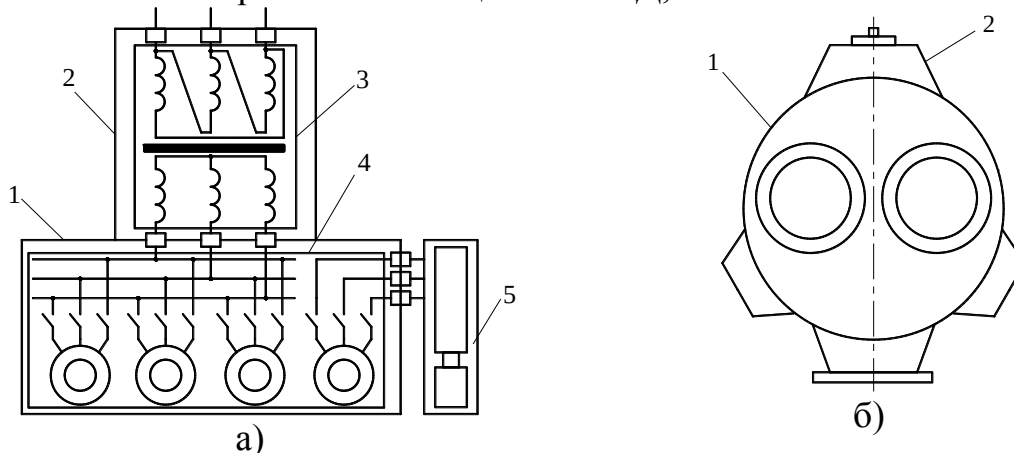


Рис. 5. Упрощенная электрическая схема с составом силового электрооборудования (а) водолазного колокола (б):

1 – корпус колокола; 2 – корпус трансформатора; 3 – трансформатор;  
4 – система электрооборудования агрегатов подогрева и очистки  
дыхательно-газовой смеси, 5 – блок преобразователя и аккумуляторной  
батареи

На массогабаритные и энергетические показатели, а также надежность входящего в объекты подводной, авиационно-космической и погружной насосно-буровой техники [4-14] блочного оборудования в прочных цилиндрических и сферических оболочках существенно влияют трансформаторы. Наиболее востребованные в «традиционном» производстве индукционных статических устройств планарные ЭМС однофазных и трехфазных трансформаторов [1,2] не удовлетворяют условиям компактного встраивания в указанные оболочки и характеризуются массогабаритными показателями, не соответствующими требованиям объектов специальной техники. Конструктивно приспособленными для размещения в ограниченных сферических и цилиндрических объемах являются симметричные пространственные ЭМС [5,8]. Трансформаторы с трехфазными ЭМС размещаются в сферических (рис. 1, а), или подвесных корпусах [5,8,13]. В трубчатые корпуса-оболочки ограниченного диаметра устанавливаются групповые трехфазные преобразователи с однофазными тороидальными трансформаторами (рис.1 б и в) [6].

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Бальян Р.Х. Трансформаторы для радиоэлектрики. – М.: Сов. Радио, 1971.- 720с.

2. Тихомиров П.М. Расчет трансформаторов: Учебное пособие для вузов. – 5-е изд. Перераб. и доп.-М. Энергоатомиздат,1986-528с.
3. Шидловський А.К., Федоренко Г.М. Макроекономічні та електротехнічні тренди в електроенергетиці України 1900-2000р.// Техн. Електродинаміка 2002.– №5 – с.3-12.
4. Блинцов В.С. Проблемы и пути развития электрооборудования и автоматики подводных аппаратов// Проблеми автоматики та електрообладнання транспортних засобів: Матеріали Всеукраїнської наук.-техн. конф. з міжнародною участю. – Миколаїв: НУК, 2007. – с.257-269.
5. Ставинский А.А. Особенности назначения и использования специальных электрических машин //Електротехніка і електромеханіка. – 2008.-№1-с.44-48.
6. Блинцов В.С. Привязные подводные системы. – Київ: Наукова думка, 1998-232с.
7. Блінцов С.В. Автоматичне керування автономними підводними апаратами в умовах невизначеності. – Миколаїв: ТОВ «фірма Іліон», 2008.-204с.
8. Ставинский А.А., Забора И.Г. Усовершенствование оборудования водолазных комплексов на основе специальных исполнений электромеханических устройств// Проблеми автоматики та електрообладнання транспортних засобів: Матеріали Всеукраїнської наук.-техн. конф. з міжнародною участю – Миколаїв: НУК,2006. – с.194-202.
9. Милн П. Подводные инженерные исследования.– Л.: Судостроение,1984.-340с.
10. Коробков В.А. Преобразование энергии океана – Л.: Судостроение,1986.-280с.
11. Куландин А.А., Тимашов С.В., Иванов В.П. Энергетические системы космических аппаратов. – М.: Машиностроение,1972.-427с.
12. Основы электрооборудования летательных аппаратов. ч.1,2/ Под ред Д.Э. Брускина. – М: Высш. школа, 1978.-263с.
13. Ставинский А.А., Шевченко В.В., Чекунов В.К. Возможности усовершенствования судовых электромеханических комплексов на основе нетрадиционных технических решений электрических машин //Електронне видання «Вісник Національного університету корабледування» – Миколаїв: НУК, 2010.-№2.-с.98-105.

## **STATIC INDUCTION APPARATUS FOR EMBEDDING IN A SHELL DIAMETER OF THE OBJECT LIMITED SPECIAL EQUIPMENT**

*Sadovoy A.S.*

*The analysis of the use of objects, as well as constructive - technological features of single-phase and three-phase transformers, compact design of underwater systems, technical and other specialized electrical equipment, identified challenges and opportunities to improve these transformations form a transformer circuit elements and structural optimization of electromagnetic systems.*

**Keywords:** *identified challenges, transformer, electrical equipment.*

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>К.М. Думенко, К.С. Шевченко</i> Визначення впливу сили аеродинамічного опору на швидкість руху насінника                                    | 3  |
| <i>Д.Д. Марченко</i> Аналіз причин зношування канатних блоків та методи підвищення їх зносостійкості обкатуванням роликами                     | 7  |
| <i>О.В.Бондаренко</i> Аналіз сучасного стану механізованого збирання кукурудзи                                                                 | 12 |
| <i>М.В.Завірюха, В.А.Грубань</i> Методика та розрахунок качаноочисного апарату кукурудзозбирального комбайну                                   | 15 |
| <i>О.І.Ракул</i> Доцільність застосування нового качановідокремлювального апарату багатofакторної дії                                          | 18 |
| <i>В.Є.Пилип</i> Доцільність впровадження модульного енергетичного засобу для збирання кукурудзи на зерно                                      | 22 |
| <i>В.І. Гавриш</i> Застосування автомобільних газонаповнювальних компресорних станцій в сільськогосподарських підприємствах                    | 25 |
| <i>О.А. Горбенко</i> Аналіз характеру руху частинов подрібненої маси поверхні решета вібросепаратора                                           | 27 |
| <i>А.С Пастушенко</i> Розробка технологічної лінії та обґрунтування параметрів машини для виділення насіння огірка і дині                      | 29 |
| <i>О.І. Норинський</i> Розробка технологічного процесу зберігання зерна з обґрунтуванням вибору зерноскладища                                  | 33 |
| <i>М.С.Храмов</i> Розробка і обґрунтування параметрів комбінованої ґрунтообробної машини для поверхневого обробітку ґрунту і посіву            | 36 |
| <i>В.В. Стрельцов</i> Дослідження взаємодії робочих органів комбінованого шнекового пресу з матеріалом                                         | 40 |
| <i>Г.О. Іванов, П.М.Полянський</i> Суть селективного складання                                                                                 | 44 |
| <i>О.С. Кириченко</i> Способи зменшення втрат потужності на тертя в опорно-упорних вузлах електронасосних агрегатів                            | 48 |
| <i>Г.О. Іванов, П.М.Полянський</i> Переваги нітроцементациї перед цементациєю                                                                  | 50 |
| <i>Є. Є. Самойленко</i> Про три проектори                                                                                                      | 53 |
| <i>І.П. Атаманюк</i> Метод генерації реалізацій випадкової послідовності на основі поліноміального канонічного розкладання                     | 55 |
| <i>О.В. Цепуріт</i> Міцність сталевих стержнів за межою пружності в області обмежених пластичних деформацій                                    | 57 |
| <i>С.В.Євстрат'єв</i> Тестова методика контролю якості освіти.Методичні підходи створення комп'ютерних програм тестового контролю якості знань | 61 |
| <i>С.И. Богданов</i> Облегчённые арки криволинейного контура                                                                                   | 66 |
| <i>І.В. Петров</i> Формування культури безпеки у студентів вищих навчальних закладів                                                           | 72 |
| <i>І.В Бацуровська, Я.Є. Андрющенко</i> Дистанційний курс як засіб                                                                             | 76 |

|                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| вдосконалення очної форми навчання                                                                                                     |    |
| <i>K.V. Dubovenko</i> Numerical analysis of electrical discharge in liquid media                                                       | 79 |
| <i>O. Kyrychenko</i> Analysis of induction motor for electrical technologies using ansys Maxwell RMXprt                                | 80 |
| <i>Д.О. Захаров</i> Розробка мікропроцесорного пристрою для реєстрації концентрації озону                                              | 83 |
| <i>Д.Л. Кошкін</i> Підвищення енергоефективності електроприводу молоткової кормодробарки.                                              | 85 |
| <i>О.В. Хвоцан</i> Використання ланцюгових схем заміщення довгих ліній при розрахунку перехідних процесів                              | 90 |
| <i>А.С. Садовой</i> Статические индукционные устройства для встраивания в оболочки ограниченного диаметра объектов специальной техники | 93 |

Наукове видання

МАТЕРІАЛИ

ПРИЧОРНОМОРСЬКОЇ РЕГІОНАЛЬНОЇ  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
ПРОФЕРОРСЬКО – ВИКЛАДАЦЬКОГО СКЛАДУ

«РОЗВИТОК УКРАЇНСЬКОГО СЕЛА – ОСНОВА АГРАРНОЇ  
РЕФОРМИ В УКРАЇНІ»

22 - 24 квітня 2015 р

м. Миколаїв

Технічний редактор: Д.Д. Марченко  
Комп'ютерна верстка: Л.Д. Мусакадієва

Формат 60x84/16. Ум. друк арк. 6,3  
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 20.02.2013 р.