



МАТЕРІАЛИ
28-ї СТУДЕНТСЬКОЇ НАУКОВО-ТЕОРЕТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«УЧАСТЬ МОЛОДІ У РОЗБУДОВІ АГРОПРОМИСЛОВОГО
КОМПЛЕКСУ КРАЇНИ»
23-25 березня 2016 р.

Зареєстровано в УкрІНТЕІ,
посвідчення №670
від 16.12.2015 р.

Миколаїв - 2016

УДК 62-1:621:006.4
ББК 34.4+30ц+34.5
670

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради інженерно- енергетичного факультету Миколаївського національного аграрного університету. Протокол № 8 від 28 ” квітня ” 2016 р.

Редакційна колегія:

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

Заступники головного редактора:

В.І. Гавриш, д.е.н., професор
І.П. Атаманюк, д.т.н., доцент
Г.О. Іванов, к.т.н., доцент
О.А. Горбенко, 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., доцент.

МАТЕРІАЛИ

28-ї студентської науково-теоретичної конференції
«Участь молоді у розбудові агропромислового
комплексу країни»
23 - 25 березня 2016 р

670

/ Міністерство освіти і науки України;
Миколаївський національний аграрний університет. –
Миколаїв: МНАУ, 2016. – 188 с.

© Миколаївський національний
аграрний університет, 2016

ЗАСТОСУВАННЯ КРАТНИХ ІНТЕГРАЛІВ ДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ ФІЗИКИ

Багірянц А.Г., студент гр. М2/3

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник ас. Шептилевський О.В.

Анотація

Виконані дослідження з метою оцінки можливостей застосування методів математичного аналізу до розв'язування задач фізики та механіки.

Annotation

The investigation to assess the possibilities of application of mathematical analysis to solve problems of physics and mechanics

Математичний апарат є потужною складовою методів дослідження процесів реального світу. Аналітичні методи математики та фізики дають змогу вирішувати поставлені задачі та одержувати точний розв'язок.

Метою даної роботи є дослідження можливостей застосування кратних інтегралів при розв'язанні практичних задач фізики та механіки. До таких задач відносяться задачі знаходження маси, центру ваги, статичні моменти, моменти інерції та інші.

Нехай функція $z = f(x; y)$ визначена у замкненій обмеженій області D площини xOy . Розіб'ємо область D довільним чином на n елементарних областей, що мають площі $\Delta\sigma_1, \Delta\sigma_2, \dots, \Delta\sigma_n$ і діаметри d_1, d_2, \dots, d_n (діаметром області називається найбільша із відстаней між двома точками контура цієї області). У кожній з областей візьмемо довільну точку $P_k(\varepsilon_k; \eta_k)$ і помножимо значення функції в цій точці на площу елементарної області.

Інтегральною сумою для функції $z = f(x; y)$ по області D називається сума виду:

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^n f(\varepsilon_k; \eta_k) \cdot \Delta\sigma_k &= \\ &= f(\varepsilon_1; \eta_1) \cdot \Delta\sigma_1 + f(\varepsilon_2; \eta_2) \cdot \Delta\sigma_2 + f(\varepsilon_3; \eta_3) \cdot \Delta\sigma_3 + \dots + (\varepsilon_n; \eta_n) \cdot \Delta\sigma_n \end{aligned} \quad (1)$$

Подвійним інтегралом від функції $f(x; y)$ по області D називається границя інтегральної суми при умові, що найбільший із діаметрів елементарних областей прямує до нуля:

$$\iint_D f(x; y) d\sigma = \lim_{\max d_k \rightarrow 0} \sum_{k=1}^n f(\varepsilon_k; \eta_k) \cdot \Delta\sigma_k \quad (2)$$

Якщо функція $f(x; y)$ неперервна в замкненій області D , то границя інтегральної суми існує і не залежить ні від способу розбиття області D на елементарні, ні від вибору точок P_k .

В роботі проведено аналіз, та розглянуто конкретні задачі механіки до яких може бути застосовано апарат математичного аналізу, а саме кратні інтеграли.

Література:

1. Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисление: Т1,2. - м.: Наука, 1985.
2. Шкіль М.І. та ін. Вища математика. У 3-х кн. – К.:Либідь, 1994.
3. Валєєв К.Г., Джалладова І.А. Вища математика: Навч. Посібник: У 2-х ч. – К.:КНЕУ, 2001.

УДК 517.927.6

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ІНТЕГРАЛЬНОГО ЧИСЛЕННЯ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ МЕХАНІКИ ТА ЕНЕРГЕТИКИ

Колб'ягін В.О., студент гр. Ен 1/1, Портян Д.М., студент гр. Ен 1/1

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник ст.викладач Цепуріт О.В.

Анотація

Виконано огляд декількох задач механіки та енергетики, які можна об'єднати в окремі групи незалежно від їх фізичної природи за ознакою узагальнення методів інтегрального числення, що використовуються для їх розв'язання.

Annotation

Completed review of several problems in mechanics and energy, which can be grouped into separate groups, regardless of their physical nature on the basis of synthesis methods of integral calculus that are used for their solution.

Те, що математичні структури не є довільним творінням розуму, а є відбиттям об'єктивного світу у абстрактному вигляді, зумовлює придатність математичних результатів до описування різноманітних навколишніх явищ, успіх того процесу, який ми сьогодні спостерігаємо і який одержав назву математизації знань. Математичний результат має ту властивість, що він застосовний не тільки при вивченні якогось одного явища чи процесу, а може використовуватись і в багатьох інших, які суттєво відрізняються своєю фізичною природою.

1. Якщо дві змінні величини y та x мають загальну властивість: швидкість змінювання однієї з них (y) по відношенню до іншої пропорційна наявній кількості величини x в момент часу, що розглядається, то ця умова призводить до того самого диференціального рівняння

$y' = ky$. До цієї групи відноситься, наприклад, наступна задача. Відомо, що ізолюваний провідник внаслідок недосконалості ізоляції втрачає наданий йому заряд, причому швидкість втрати заряду пропорційна наявному заряду в даний момент. Визначити за який проміжок часу провідник втратить певну кількість втраченого заряду.

2. Задачі, пов'язані з застосуванням визначеного інтегралу в геометрії: знаходження площі, довжини плоскої дуги, об'єм тіла обертання, поверхні тіла обертання, знаходження моменту інерції та центра мас.

3. Розглянемо задачі, що приводять до поняття визначеного інтеграла.

Задача 1. Сила току I є заданою неперервною функцією від часу t : $I=f(t)$. Нехай треба визначити кількість Q електрики, що проходить через поперечний переріз провідника за час T , що відрховується з початку досліду. Поділимо відрізок часу від 0 до T на n частин довільної довжини Δt_i . В кожному з цих частинних проміжків часу виберемо довільний момент часу τ_i .

Сила току є змінною величиною, але будемо вважати, що за достатньо малий проміжок часу Δt_i сила току має постійне значення. Відомо, що для постійного току кількість електрики, що проходить через переріз провідника, дорівнює добутку сили току на час, що витрачається на проходження током цього провідника. Отже, за відрізок часу Δt_i пройде кількість електрики, що

наближено дорівнює $I(\tau_i)\Delta t_i$. За весь період часу від 0 до T : $Q \approx \sum_{i=1}^n I(\tau_i)\Delta t_i$. Ця сума є

інтегральною і коли найбільший з відрізків часу прямує до нуля, приходимо до означення

$$\text{визначеного інтеграла } Q = \int_0^T I(t)dt.$$

Задача 2. Нехай пластинку у вигляді криволінійної трапеції занурено вертикально в рідину з густиною ρ так, що її бічні сторони паралельні поверхні рідини і лежать нижче від її рівня відповідно на відстані a і b . Визначити силу тиску рідини на пластинку.

Якщо пластинка буде в горизонтальному положенні на глибині h від поверхні (рівня) рідини, то сила тиску P рідини в ньютонках на горизонтальну пластинку дорівнюватиме вазі стовпа рідини, основа якого – дана пластинка, а висота – глибина h , тобто

$$P = g\rho hS, \tag{1}$$

де S - площа пластинки.

А якщо пластинку занурено в рідину вертикально, то за формулою (1) тиск рідини на пластинку не можна обчислити, бо в цьому разі тиск рідини на одиницю площі пластинки змінюється із зміною глибини занурення, тобто залежить від відстані пластинки до поверхні рідини.

Розв'язуючи задачу, враховуватимемо те, що за законом Паскаля тиск у рідині передається однаково в усіх напрямках, у тому числі й на вертикальну площадку.

Для розв'язання задачі поділимо пластинку на n частин (малих горизонтальних смужок) прямими, які паралельні поверхні рідини (тобто паралельні осі Oy) і проходять через точки

$$x_0 = a, x_1, \dots, x_{n-1}, x_n = b, \text{ де } x_i = a + \frac{b-a}{n}i, i=0, 1, 2, \dots, n.$$

Виділимо одну із смужок на глибині x_i . Для досить вузької смужки тиск у всіх її частинах можна вважати наближено однаковим, а саму смужку можна взяти за прямокутник з висотою $\Delta x_i = x_i - x_{i-1} = \frac{b-a}{n}$ і основою, яка дорівнює нижній основі смужки. Легко побачити, що довжина основи прямокутника є функцією від x . Позначимо цю функцію через $f(x)$, де $x \in [a; b]$. Отже, силу тиску P_i на i -ту смужку можна обчислити за формулою (1), тобто:

$$P_i \approx g\rho f(x_i)x_i\Delta x_i.$$

Підсумувавши сили тиску на всі смужки, знайдемо наближене значення сили тиску рідини на всю пластинку:

$$P \approx \sum_{i=1}^n g\rho f(x_i)x_i\Delta x_i.$$

Точність наближеної рівності тим більша, чим коротші відрізки $[x_{i-1}; x_i]$, на які поділено відрізок $[a; b]$.

Отже, точне значення сили тиску рідини на пластинку визначають за формулою:

$$P = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n g\rho f(x_i)x_i\Delta x_i.$$

За означенням остання границя – це визначений інтеграл від функції $x f(x)$ на відрізку $[a; b]$, тому силу тиску рідини на пластинку обчислюють за формулою:

$$P = g \int_a^b \rho \cdot x \cdot f(x) dx.$$

Задача 3. Нехай матеріальна точка під дією сили F рухається по прямій. Якщо діюча сила стала, а пройдений шлях дорівнює s , то, як відомо з курсу фізики, роботу A цієї сили F обчислюють за формулою:

$$A = F \cdot s. \quad (2)$$

Перейдемо тепер до розгляду питання про знаходження роботи змінної сили. Нехай матеріальна точка рухається по осі Ox під дією сили, проекція якої на вісь Ox - це функція від x . Позначимо її через $f(x)$ і припустимо, що f – неперервна функція. Нехай під дією сили F матеріальна точка перемістилась з точки $M(a)$ у точку $M(b)$. Доведемо, що робота в цьому разі обчислюється за формулою:

$$A = \int_a^b f(x) dx. \quad (3)$$

Поділимо відрізок $[a; b]$ точками $x_i = a + \frac{b-a}{n}i$ на n частин $[x_{i-1}; x_i]$, однакової довжини $\Delta x_i = \frac{b-a}{n}$. На кожному відрізку $[x_{i-1}; x_i]$ роботу сили можна наближено обчислювати за формулою (1), тобто вважати, що вона дорівнює $f(\xi_i)\Delta x_i$ де ξ_i - деяка точка відрізка $[x_{i-1}; x_i]$.

Тоді робота сили на відрізку $[a; b]$ наближено виражатиметься формулою $A \approx \sum_{i=1}^n f(\xi_i)\Delta x_i$.

Точність наближення буде тим точнішою, чим коротшими є відрізки $[x_{i-1}; x_i]$, на які поділено відрізок $[a; b]$. Тому, переходячи в останній рівності до границі при $n \rightarrow \infty$, дістаємо:

$$A = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n f(\xi_i) \Delta x_i = \int_a^b f(x) dx. \quad (4)$$

Задача 4. Електричний точковий заряд $+e$ рухається в електричному полі, що утворюється точковим зарядом $+e$. Згідно закону Кулона. Сила взаємодії між двома точковими зарядами у порожнині чисельно визначається за формулою $F = \frac{e_1 e}{r^2}$. Визначити роботу при переміщенні заряду e_1 з точки А в точку В, якщо ці точки знаходяться на прямій, що проходить через заряд $+e$.

Розв'язання. Елементарна робота на переміщенні dr дорівнює $\delta A = F dr = \frac{e_1 e}{r^2}$, а повна робота визначиться інтегруванням:

$$A = \int_{r_1}^{r_2} \frac{e_1 e}{r^2} dr = e_1 e \left(-\frac{1}{r} \right) \Big|_{r_1}^{r_2} = e_1 e \left(-\frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_1} \right). \quad A = e_1 e \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right).$$

Література:

1. Валєєв К.Г., Джаладова І.А. Вища математика: Навч. посібник: У 2-х ч. – К.: КНЕУ, 2001.- Ч.1. – 546 с.
2. Натансон И.П. . Краткий курс высшей математики. – СПб.: Издательство Лань, 1999. – 736 с.
3. Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисление. В 2-х т. - т.1. – М.: Наука, 1985. – 560 с.
4. Соколенко О.І. Вища математика: Підручник.- К.: Академія, 2002. – 432 с.
5. Овчинников П.П., Яремчук Ф.П., Михайленко В.М. Вища математика. Підручник для вузів - К.: „Техніка”, 2000. – 592 с.

УДК 629.113.004.67

ІСТОРІЯ МАТЕМАТИКИ

Мудрий О.Ю., студент гр. М 1/2

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник ас. Євстрат'єв С.В

Анотація

Математика – наука про кількісні співвідношення і просторові форми дійсного світу. Виникла в давні часи з практичних потреб людини. До того, як стати абстрактною наукою, математика пройшла довгий шлях розвитку. Проте абстрактність математики не означає її відриву від матеріальної дійсності. В нерозривному зв'язку з запитамі техніки і природознавства запас кількісних відношень і просторових форм, що їх вивчає математика, безперервно розширюється

Annotation

Mathematics - the science of quantitative relations and spatial forms of the real world. Originated in ancient times with practical needs. Before becoming an abstract science, math has come a long way of development. But abstract mathematics does not mean its separation from material reality. In close connection with requests for technology and science stock quantitative relations and spatial forms of studying mathematics, continuously expanding

Математичні результати одержують виключно на базі логічних міркувань. Застосування математики різноманітні: Користуючись математичним апаратом, можна не тільки передбачати небесні явища, а й робити висновки про наявність невидимих оком небесних тіл. Так був відкритий Нептун.

Історію математики можна поділити на чотири періоди.

У перший період (приблизно 6-5 ст. до н.е.) сформувалося поняття цілого числа, раціонального дробу, віддалі, площі, об'єму, створено правила дій з числами, найпростіші правила визначення площ фігур та об'ємів тіл. Так накопичився матеріал, що склався в арифметику. Вимірювання площ і об'ємів сприяло розвитку геометрії. На базі створення методів арифметичних обчислень зародилась алгебра, а в зв'язку з запитамі астрономії – тригонометрія. Однак у цей період математика не була ще дедуктивною наукою, вона складалась переважно з прикладів на розв'язування окремих задач, у кращому разі являла собою збірку правил для їх розв'язування.

У другий період (до серед. XVII ст.) математика стає самостійною наукою з своєрідним, чітко вираженим методом і системою основних понять. В Індії було створено десяткову систему числення, в Китаї – метод розв'язування лінійних рівнянь з двома і трьома невідомими. Велике значення мали праці Піфагора, Гіппократа, Евдокса, Евкліда, Архімеда, Діофанта, Герона, Аріабхати, Дж.Кардано, С.Стевіна, Ф.Вієта та ін. У Київській Русі математична освіта була на рівні найкультурніших країн Європи того часу. У XVII ст. в Росії видатним явищем у галузі математики стала “Арифметика” Л.П. Магницького

Третій період (до початку XX ст.), в який було створено математику змінних величин, – істотно новий період у розвитку математики.

Четвертий – сучасний період характеризується систематичним вивченням можливих типів кількісних відношень і просторових форм. Надзвичайно поширилось застосування математичних методів до задач, що їх висуває природознавство і техніка. Виник і розвивається ряд нових математичних дисциплін і напрямів, як наприклад: теорія множин, функціональний аналіз, математична логіка, теорія ймовірностей, топологія, теорія алгоритмів, теорія ігор, операцій дослідження, теорія графів, теорія оптимального управління, обчислювальна математика, математична статистика та ін.

Геометрія. У Стародавньому Вавилоні, Єгипті, Індії було зібрано багато геометричних відомостей. Пізніше в Стародавній Греції геометрія оформилась як дедуктивна наука, в основі якої лежали визначення, аксіоми і теореми. Найвидатніший твір з математики цього часу – “Початки “ Евкліда (III ст. до н.е.). Геометрія – одна з найдавніших наук. У перекладі з грецької

мови слово “геометрія” означає “землемірство”.. Геометрія виникла на основі практичної діяльності людей і на початку свого розвитку служила переважно практичним цілям.

Становлення геометрії як математичної науки відбулося пізніше і пов’язане з іменами грецьких учених Фалеса, Піфагора, Демокріта, Евкліда та ін. У відомому творі Евкліда “Начала” було систематизовано основні відомі на той час геометричні відомості. У “Началах” було розвинуто аналітичний підхід до побудови геометрії, який полягає в тому, що спочатку формують основні положення (аксіоми), а потім на їх основі за допомогою міркувань доводять інші твердження (теореми). Деякі з аксіом, запропонованих Евклідом, і зараз використовують у курсах геометрії.

Алгебра тривалий час входила до арифметики – однієї з найдавніших математичних дисциплін (поряд з геометрією). У перекладі з грецької мови слово “арифметика” означає “мистецтво чисел”. Алгебру ж тривалий час трактували як мистецтво розв’язувати рівняння. Походження слова “Алгебра” пов’язане саме з рівняннями.

Про стан алгебри в Давньому Єгипті свідчать математичні тексти. Що були написані на особливому папері –папірусі, виготовленому із стебел рослини, яка має таку ж назву. Написання деяких папірусів відносять до XVIII ст. до н.е., хоча описані в них математичні факти були відомі давнім єгиптянам задовго до їхнього написання.

Більш помітні успіхи у створенні початків алгебри були досягнуті в Давньому Вавилоні. До нашого часу збереглися вавилонські глиняні плиточки з комбінаціями клиновидних рисочок – клинописи. Ці плиточки відігравали в Вавилоні таку ж роль, як папіруси в Єгипті.

Уперше алгебраїчну символіку запровадив на початку нової ери давньогрецький математик Діофант з Александрії. Про Діофанта відомо небагато, навіть точно не встановлено роки його життя. У “Началах” Евклід описав спосіб знаходження найбільшого спільного дільника двох чисел,

Протягом 18 століть математики різних країн незалежно один від одного приходили до поняття від’ємного числа, але навіть у XVI-XVII ст. більшість європейських вчених ще не визнавали від’ємних чисел. Сучасне розуміння від’ємних чисел пов’язане з рухом ліворуч від нуля по числовій вісі, прийшло з працями голландського математика А.Жирара (1595-1632) та французького математика і філософа Р.Декарта (1596-1650). І тільки з початку XIX ст. від’ємні числа стали у математиці такими ж звичайними як і додатні.

Слід зазначити, що в наш час математику широко використовують у найрізноманітніших розділах природознавства: у фізиці, хімії, біології і т.д. Неоцінене її значення у прикладних науках: у машинобудуванні, геодезії, картографії. Методи математики широко застосовують практично в усіх розділах науки і техніки.

Література:

1. Ван-дер-Варден Б.Л. Пробуждающееся наука. Математика Стародавнього Єгипту, Вавилону і Греції. М., 2000
2. Юшкевич А.П. Історія математики в середні століття. М., 2002
3. Бурбаки Н. Очерки по истории математики / Пер. И. Г. Башмаковой под ред. К. А. Рыбникова. — М.: КомКнига, 2007. — ISBN 978-5-484-00525-3.
4. Березкина Э. И. Древнекитайская математика. — М.: Физматгиз, 1987.

5. Белл Э. Т. Творцы математики. — М.: Просвещение, 1979. — 256 с.
6. Вейль Г. Полвека математики (1900-1950). — М.: Знание, 1969.
7. Медведев Ф. А. Развитие теории множеств в XIX веке. — М.: Наука, 1965.
8. Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисление. В 2-х т. - т.1. — М.: Наука, 1985. — 560 с.
9. Соколенко О.І. Вища математика: Підручник.- К.: Академія, 2002. — 432 с.

УДК 519.216

ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ АПАРАТУ КАНОНІЧНИХ РОЗКЛАДІВ

Пічкур А.В., студентка гр. М 2/2

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник д.т.н., доц. Атаманюк І.П.

Анотація

Запропоновано алгоритм прогнозування стану технічних об'єктів на основі методу екстраполяції реалізацій випадкових процесів. Алгоритм забезпечує в рамках лінійних зв'язків абсолютний мінімум середнього квадрату похибки екстраполяції. В основу алгоритму покладено канонічний розклад випадкових процесів.

Annotation

The algorithm of forecasting of technical objects on the basis of extrapolation realizations of random processes. The algorithm provides linear connections within the absolute minimum mean square error extrapolation. In the algorithm is based on the canonical decomposition of random processes..

Одним з підходів для вирішення задачі прогнозування параметрі складних систем ймовірнісної природи є представлення процесу зміни значень досліджуваних параметрів в дискретні моменти часу $t_i, i = \overline{1, I}$ у вигляді деякої випадкової послідовності $X(i) = x(i), i = \overline{1, I}$, і застосування доданої послідовності алгоритму прогнозу. Припустимо, що послідовність повністю задана дискретизованими моментними функціями: $M[X(\nu)X(i)], \nu, i = \overline{1, I}$. Необхідно отримати значення послідовності в майбутні моменти часу $t_i, i = \overline{k+1, I}$ за умови, що відомі вимірювання $Z(\mu) = z(\mu), \mu = \overline{1, k}$, з деякою похибкою $Y(\mu) = y(\mu), \mu = \overline{1, k}$: $Z(\mu) = X(\mu) + Y(\mu), \mu = \overline{1, k}$.

Однією найбільш універсальних моделей з точки зору обмежень на клас досліджуваних процесів є його представлення в деякому часовому ряді точок $t_i, i = \overline{1, I}$ канонічним розкладанням:

$$X(i) = M[X(i)] + \sum_{v=1}^i V_v \varphi_v(i), i = \overline{1, I}, \quad (1)$$

де: V_v - випадковий коефіцієнт: $M[V_v] = 0, M[V_v V_\mu] = 0$ для $v \neq \mu, M[V_v^2] = D_v$; $\varphi_v(i)$ - невідповідна координатна функція: $\varphi_v(i) = \frac{M[V_v X(i)]}{M[(V_v)^2]}, \varphi_v(v) = 1, \varphi_v(i) = 0$ при $v > i$.

Розкладання (1) точно визначає досліджуваний випадковий процес $X(t)$ в точках дискретизації $t_i, i = \overline{1, I}$ і забезпечує мінімум середнього квадрату похибки на зближення впрямі між ними.

Алгоритм мекстраполяції на базі розкладання (1) може бути записаний в одній з двох еквівалентних форм:

$$m_x^{(\mu)}(i) = \begin{cases} M[X(i)], \text{ при } \mu = 0, i = \overline{1, I}; \\ m_x^{(\mu-1)}(i) + [x(\mu) - m_x^{(\mu-1)}(\mu)] \varphi_\mu(i), \mu = \overline{1, k}, i = \overline{\mu+1, I}; \end{cases} \quad (2)$$

або

$$m_x^{(k)}(i) = M[X(i)] + \sum_{j=1}^k (x(\mu) - M[x(\mu)]) f_\mu^{(k)}(i), i = \overline{k+1, I}, \quad (3)$$

де:

$$f_\mu^{(k)}(i) = \begin{cases} f_\mu^{(k-1)}(i) - f_\mu^{(k-1)}(k) \phi_k(i), \mu \leq k-1; \\ \phi_k(i), \mu = k. \end{cases} \quad (4)$$

Вирази (2), (3) в рамках лінійного наближення визначають апостеріорне математичне очікування випадкового процесу $X(t)$ за умови $X(\mu) = x(\mu), \mu = \overline{1, k}$, тобто дають незміщену оцінку $m_x^{(k)}(i), i = \overline{k+1, I}$ майбутніх значень $x(i), i = \overline{k+1, I}$ реалізації, що прогнозується, і забезпечують мінімум середнього квадрата похибки екстраполяції:

$$E_x^{(k)}(i) = M[m_x^{(k)}(i) - X(i)]^2 = D_x^{(k)}(i) = \sum_{v=k+1}^i D_v(v) \varphi_v^2(i), i = \overline{k+1, I}, \quad (5)$$

що дорівнює дисперсії апостеріорного випадкового процесу:

$$X^{(k)}(i) = X(i / x(j), j = \overline{1, k}) = m_x^{(k)}(i) + \sum_{v=k+1}^i V_v \varphi_v(i), i = \overline{1, I}. \quad (6)$$

У разі, коли значення випадкового процесу визначаються з похибкою, доцільно для прогнозу використовувати алгоритм лінійної екстраполяції з попередньою фільтрацією вимірювань $z(\mu), \mu = \overline{1, k}$:

$$m_x^{(\mu)}(i) = \begin{cases} 0, \text{ при } \mu = 0, i = \overline{1, I}; \\ m_x^{(\mu-1)}(i) + B_\mu [z(\mu) - m_x^{(\mu-1)}(\mu)] \varphi_\mu(i), \end{cases} \quad (7)$$

$$m_x^{(k)}(i) = \sum_{\mu=1}^k S_\mu^{(k)}(i) z(\mu), k < I, i = \overline{k+1, I}; \quad (8)$$

$$S_\mu^{(k)}(i) = \begin{cases} S_\mu^{(k)}(i) - S_\mu^{(k-1)}(k) B_k \varphi_k(i), \mu < k, \\ B_k \varphi_k(i), \mu = k, \end{cases} \quad (9)$$

де: B_k - визначаються з умови мінімуму середнього квадрата помилки фільтрації.

Суттєвою ознакою алгоритму (7), (8) є те, що задача оптимальної екстраполяції зашумованого процесу вирішується з урахуванням кореляційних зв'язків помилок вимірювань.

Література:

1. Пугачев В.С. Теория случайных функций и ее применение.-М.:Физматгиз, 1962.-720 с.
2. Кудрицкий В.Д. Прогнозирование надежности радиоэлектронных устройств.-К.:Техніка, 1982.- 168 с.
3. Кудрицкий В.Д., Атаманюк И.П., Иващенко Е.Н. Оптимальная линейная экстраполяция реализации случайного процесса с фильтрацией погрешностей коррелированных измерений. // Кибернетика и системный анализ.- 1995.- №1.- С. 99- 107.

УДК 517.55

ВЛАСТИВОСТІ ЧИСЕЛ РЯДУ ФІБОНАЧЧІ

Ященко А.В. студентка гр. Г 1/1

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник ст. викладач Богданов С.І.

Анотація

В статті досліджуються цікаві закономірності чисел ряду Фібоначчі.

Annotation

The article examines a number of interesting patterns Fibonacci numbers.

Розглянемо деякі з цікавих співвідношень між числами ряду Фібоначчі:

$$1, 1, 2, 3, 5, 6, 13, 21 \dots$$

1. Принцип утворення членів цього ряду приводить до такого співвідношення між будь-якими його трьома розташованими поряд членами S_{n-2} , S_{n-1} , і S_n :

$$S_n = S_{n-1} + S_{n-2}.$$

Ця формула дає змогу за першими двома членами ряду встановити його третій член, за другим і третім – четвертий, за третім і четвертим – п'ятий і т.д.

Поставимо собі за завдання дістати будь-який член ряду S_n знаючи лише номер n його місця. Виявляється, це цілком можливо, але тут ми натрапляємо на певну закономірність. Будь-який член ряду Фібоначчі – число ціле, номер місця – теж число ціле. Зрозуміло, що треба сподіватись, що будь-який член ряду S_n утворюється залежно від номера n місця, яке він займає за допомогою дій лише над цілими числами, наприклад, як у прогресіях. Проте це не так.

Не лише цілі числа, а цілі та дробові неспроможні утворити формулу, що нас цікавить. З складного становища допомагають вийти два ірраціональних числа:

$$a_1 = \frac{1+\sqrt{5}}{2}; a_2 = \frac{1-\sqrt{5}}{2}.$$

Отже, коли n - номер місця, то будь-який член S_n ряду Фібоначчі можна дістати за формулою:

$$S_n = \frac{\frac{(1+\sqrt{5})^n}{2} - \frac{(1-\sqrt{5})^n}{2}}{\sqrt{5}} = \frac{a_1^n - a_2^n}{\sqrt{5}}. \quad (1)$$

При $n = 1$

$$S_1 = \frac{\frac{1+\sqrt{5}}{2} - \frac{1-\sqrt{5}}{2}}{\sqrt{5}} = 1;$$

при $n = 2$

$$S_2 = \frac{\frac{(1+\sqrt{5})^2}{2} - \frac{(1-\sqrt{5})^2}{2}}{\sqrt{5}} = 1.$$

Оскільки для двох сусідніх членів ряду ця формула підтверджується, а всякий наступний член ряду Фібоначчі утворюється як сума двох попередніх, то далі послідовно можна утворити всі члени ряду до n - ого.

Напишемо вираз суми для двох сусідніх n :

$$S_{n-2} = \frac{a_1^{n-2} - a_2^{n-2}}{\sqrt{5}}; S_{n-1} = \frac{a_1^{n-1} - a_2^{n-1}}{\sqrt{5}}.$$

Формула (1) буде правильною для будь-якого n , якщо сума цих двох виразів дасть відповідний вираз для S_n :

$$S_{n-2} + S_{n-1} = \frac{a_1^{n-2} - a_2^{n-2}}{\sqrt{5}} + \frac{a_1^{n-1} - a_2^{n-1}}{\sqrt{5}} = \frac{a_1^{n-2}(a_1+1) - a_2^{n-2}(a_2+1)}{\sqrt{5}}.$$

Знаючи, що являють собою a_1, a_2 перевіримо розрахунком, що:

$$a_1 + 1 = a_1^2; a_2 + 1 = a_2^2.$$

Повертаючись до суми $S_{n-2} + S_{n-1}$, підставляючи дістанемо:

$$S_{n-2} + S_{n-1} = \frac{a_1^{n-2} a_1^2 - a_1^{n-2} a_2^2}{\sqrt{5}} = \frac{a_1^n - a_2^n}{\sqrt{5}} = S_n,$$

що і треба було показати.

Ще цікавою властивістю є сума квадратів є сума квадратів ряду Фібоначчі яка виражається через добуток двох сусідніх членів того самого ряду.

$$S_1^2 + S_2^2 + \dots + S_n^2 = S_n \cdot S_{n+1}. \quad (2)$$

Наприклад,

$$1^2 + 1^2 = 1 \cdot 2$$

$$1^2 + 1^2 + 2^2 = 2 \cdot 3$$

$$1^2 + 1^2 + 2^2 + 3^2 = 3 \cdot 5 \text{ \textit{ò.ä.}}$$

Для доведення застосуємо метод повної математичної індукції. Нехай формула (2) правильна для деякого числа членів k :

$$S_1^2 + S_2^2 + \dots + S_k^2 = S_k \cdot S_{k+1}.$$

Додаємо до обох частин рівності по $S_k^2 + 1$:

$$S_1^2 + S_2^2 + \dots + S_k^2 + S_{k+1}^2 =$$

$$S_k \cdot S_{k+1} + S_{k+1}^2 = S_{k+1} (S_k + S_{k+1}) = S_{k+1} \cdot S_{k+2}.$$

Формула, яка є правильною, за припущенням, для k доданків, залишилась правильною і для $k + 1$ доданків.

Як показує безпосередня перевірка формула (2) правильна і для $k = 2$.

Цього досить щоб твердити що вона є правильною для будь-кого цілого числа n .

Література:

1. Лавренчук В.П. Вища математика Ч.1-2 / В.П. Лавренчук – Чернівці: Рута, 2002.
2. М.І. Кованцов. Математична хрестоматія. / Алгебра і початки аналізу, Радянська школа, Київ - 1977.

УДК 621.313

ОСОБЛИВОСТІ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ У ТРИФАЗНИХ ПРОСТОРОВИХ ТРАНСФОРМАТОРАХ З ПАРАЛЕЛЬНИМИ СТІНКАМИ ОБМОТУВАЛЬНИХ ВІКОН

Єрж Д. О., студент гр. Ен 4/1

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник к.т.н., доцент Плахтир О.О., ас. Садовий

Анотація

Одним з основних елементів систем розподілу та передачі електричної енергії є силові трансформатори. Електроенергетика багатьох країн світу налічує велику кількість силових трансформаторів, значна частина яких відпрацювали свій нормативний ресурс, що переважно становить 25 років. Заміна таких трансформаторів потребує значних капіталовкладень і не завжди доцільна, тому нині актуальною проблемою є забезпечення надійності та продовження терміну служби силових трансформаторів.

Annotation

One of the main elements of the distribution and transmission of electricity are power transformers. Electricity in many countries has a large number of power transformers, most of them exhausted their resource preferably 25 years. Replacement of transformers requires considerable investment and is not always feasible, so the actual problem now is to ensure the reliability and extend the life of power transformers.

Електрична енергія, що втрачається в трансформаторі при його роботі, виділяється у вигляді тепла в обмотках, магнітопроводі, деталях конструкції і в інших частинах трансформатора. При цьому трансформатор нагрівається і температура його окремих частин може перевищити допустиму температуру.

Нагрівання трансформатора залежить від втрат енергії та інтенсивності охолодження. Чим інтенсивніше охолодження трансформатора, тим більші допускаються втрати енергії. Для трансформаторів різних потужностей умови охолодження різні.

Нагрівання трансформаторів за методом досвіду короткого замикання є найбільш простим і широко поширеним. При досвіді короткого замикання напруга мало і втрати в сталі магнітопровода також дуже малі. Тому в обмотці встановлюється струм, дещо більший номінального.

Нагрівання трансформатора або перегорання запобіжника вкаже на те, що в ланцюгах, підключених до накальної обмотки трансформатора, мається коротке замикання. Якщо ж в монтажі немає помилок і замикань, а запобіжник перегорає, значить несправність криється всередині самого трансформатора.

Іншим більш простим рішенням задачі зниження температури обмоток є установка у вільний простір по осі трансформатора теплопровідного стрижня з немагнітного матеріалу. Зазначений стрижень повинен бути пов'язаний з корпусними або натяжними елементами, що містять виступи охолодження. На зміну теплопровідного стрижня осьовий простір може бути використано для установки двофазного термосифона, що містить конденсатор і випарник. Конденсатор пов'язаний з корпусними охолоджуючими елементами, а випарник повинен мати безпосередній тепловий зв'язок з обмоткою.

Література:

1. Фишлер Я.Л. Преобразовательные трансформаторы. - Фишлер Я.Л., Урманов Р.Н. – М.: Энергия, 1974. – 224 с.

2. Волков И.В. Пути улучшения качества электроэнергии в корабельных и береговых электрических сетях и электроустановках - Волков И.В., Пентегов И.В., Ларченко Б.Б. // Зб. наук.праць НУК. – Миколаїв: НУК. – 2004. – №3(396). – с. 60 – 70.
3. Хворост Н.В. Сравнительный анализ спектральных и коммутационных характеристик двухфазной и трехфазной схемы частотно-регулируемого электропривода / Хворост Н.В., Чумак В.В. Гончаров Ю.П. и др. // Весник НТУ "ХПИ" "Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика", вып. 10, т. 2. – Харьков: 2003. – с. 460 – 464.
4. Пентегов И.В. Новые конструкции трехфазно-двухфазных трансформаторов - Пентегов И.В., Рымар С.В., Лавренюк А.В. // Електротехніка і електромеханіка. – 2004. – №3. – с. 49 – 55.
5. Григоращ О.В. К вопросу применения трансформаторов с вращающимся магнитным полем в составе преобразователей электроэнергии - Григоращ О.В., Кабанков Ю.А. // Електротехніка. – 2002. – №3. с. 22 – 26. 6. Просторова магнітна система: Патент 52271. Україна, МКВ Н01F 27/28, Н01F27/24 / А.А. Ставинський, О.О. Плахтир, Р.А. Ставинський (Україна). – №2002042582; Заявл. 02.04.02; Опубл. 17.01.05, Бюл. №1. – 3 с.
6. Просторова магнітна система: Патент 51438. Україна, МКВ Н01F 27/24, Н01F 27/28 / А.А. Ставинський, О.О. Плахтир, Р.А. Ставинський (Україна). – №2002042584; Заявл. 02.04.2002; Опубл. 15.02.05, Бюл. №2. – 3 с.
7. Способ изготовления зубчатого магнитопровода торцевой электрической машины: А.с. 788274 СССР, МКИ Н02К1/06/ А.А. Ставинский, А.Д. Сильченко (СССР). – №3768900/24–07; Заявлено 20.07.84; Опубл. 15.01.89. Бюл. №2. – 5 с.

УДК 621.3.042

УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ НОРІЇ НА ОСНОВІ ДОСЯГНЕНЬ СИЛОВОЇ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

Грубань А.В., студентка гр. М 3/1

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник ас. Садовий О.С.

Анотація

Розглядається питання зменшення габаритів електроприводу норії на основі досягнень силової електротехніки та нетрадиційної конструкції двигуна.

Annotation

The question of reducing the size of the electric bucket elevators based on achievements electrical power and non-conventional engine design.

Однією з проблем сільського господарства в Україні є використання застарілого електроприводу з габаритними показниками, яке не задовольняє вимогам сучасного технологічного процесу безперервної подачі зерна.

На основі аналізу технологічного процесу зберігання та перевантаження зернових продуктів було виявлено недоліки в електромеханічній частині норії.

Система приводу, яка використовується на норіях містить силовий редуктор та приводний асинхронний двигун (рис. 1). Редуктор в свою чергу приводить до втрат потужності на передаточному вузлі, що значно зменшує ККД електроприводу.



Рис. 1. Привід норії:
1 - редуктор; 2 - двигун

Одним з методів підвищення ККД електроприводу норії є встановлення асинхронного двигуна із зовнішнім ротором (АДЗР) та частотного перетворювача. При цьому відпадає необхідність використання металоємного редуктора.

Схема АДЗР (рис. 2) забезпечує зниження дії магнітних зубцевих ВОС; максимальну теплову і механічну стабільність зазору; зниження механічних та додаткових утрат, що є більш надійною та забезпечує покращення вольт-амперної характеристики (ВАХ).

Запропонована схема АДЗР має конструкцію, у якій клітка відливається заодно з одним підшипниковим щитом. Для з'єднання з приводом у середину пакета магнітопроводу вставляється пластина, яка збільшена у діаметрі (для кріплення приводного вала). Другий підшипниковий щит з'єднаний із замикаючим кільцем.

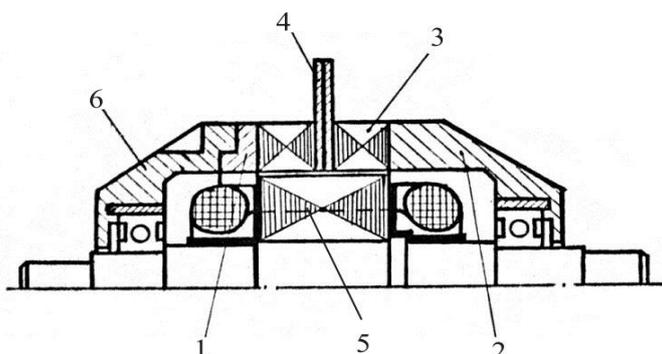


Рис. 2. Конструктивна схема зверненого асинхронного двигуна
з патенту Австралії №411690:

1 – коротко замикаюче кільце; 2 – кільце-підшипниковий щит; 3 – пакет магнітопроводу ротора;
4 – пластини скріплення з приводом; 5 – статор; 6 - підшипниковий щит

Для розрахунку частоти обертання АДЗР визначалась кутова швидкість приводного барабана. З урахуванням швидкості руху пасової стрічки та діаметру приводного вала (1) визначено кутову швидкість обертання

$$U = \frac{D \cdot \omega}{2}, \quad (1)$$

де: D – діаметр приводного барабана;

ω – кутова швидкість;

U – швидкість руху пасової стрічки.

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}, \quad (2)$$

де: n – кількість обертів.

Підставивши (1) в (2) кількість обертів становить:

$$n = \frac{60 \cdot U}{\pi D} \quad (3)$$

Для розрахунку частоти електричного двигуна використано (4):

$$f = \frac{pn}{60}, \quad (4)$$

де: p – число полюсів електричної машини.

Підставивши (3) в (4) отримаємо формулу для розрахунку нестандартної частоти обертання асинхронної машини.

$$f = \frac{pU}{\pi D}; \quad (5)$$

$$f = \frac{6 \cdot 1,5}{3,14 \cdot 0,25} = 11,45 \text{ Гц.}$$

Таким чином нестандартна частота асинхронної машини становитиме 11,45 Гц. Що дозволяє застосовувати у схемі АДЗР-ПЧ станцію керування на основі перетворювача частоти типу LSIndustrialSystems призначена для керування приводом асинхронного двигуна з межею регулювання потужності 0,37...500 кВт.

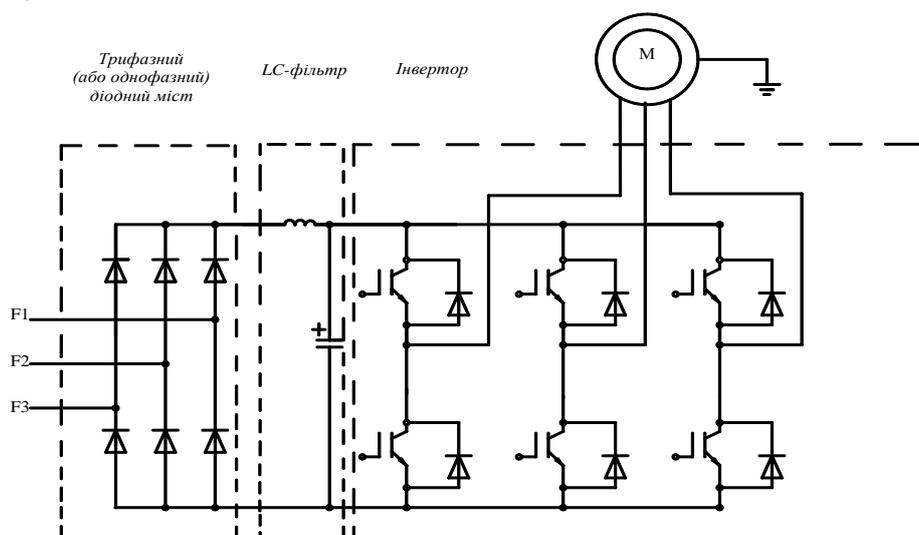


Рис. 3. Принципова схема з частотним перетворювачем

Частотний перетворювач працює на основі ШІМ з подвійним перетворенням напруги. Його принцип дії розподілений на три етапи перетворення.

На першому етапі напруга 220 або 380 В випрямляється вхідним мостом, потім згладжується і фільтрується за допомогою конденсаторів. На другому етапі з постійної напруги, за допомогою мікросхем керування та вихідних мостових ключів, формується ШІМ послідовність певної частоти. На виході частотного перетворювача видається прямокутний імпульс, але за рахунок індуктивності обмоток статора АДЗР вони інтегруються і перетворюються в напругу близьку до синусоїди.

Висновки: Замінивши силовий редуктор на систему АДЗР-ПЧ адаптували швидкість переміщення транспортера до швидкості усього технологічного процесу, яка майже завжди є змінною.

Плавний пуск збільшує ресурс механізмів завдяки зменшенню ударних навантажень у момент пуску, а застосування частотного перетворювача зменшує втрати електроенергії до 30%. Економія досягається за рахунок забезпечення оптимального режиму роботи установки відповідно до коефіцієнту заповнення норії регулюванням швидкості приводного двигуна. А також може проводитись моніторинг стану електроприводу та режимів роботи дистанційно, шляхом передачі інформації до контролера та ПЧ по мережі через радіо- або GSM-модем.

Література:

1. Автоматизація технологічних процесів і систем автоматичного керування: [навчальний посібник] / Барало О.В., Самойленко П.Г., Гралап С.Є., Ковальов В.О – К: Київ 2010.
2. Марченко О.С. Довідник по монтажу і налагодженню електрообладнання в сільському господарстві.- К.; Урожай, 1994.-240с.
3. Вербовой П.Ф., Сьянов А.М. Конструкции асинхронных двигателей с внешним ротором // Киев, 1985(Препринт-417/ ИЭД АН УССР) – 37 с.
4. Блюмин Г.З. Двигатели с внешним ротором для высокоскоростного электропривода. – М.: Энергия, 1977.-152 с.
5. Деро А.Р., Ермолин Н.П. Асинхронные двигатели с внешним ротором // Изв. Ленинградского электротехн. ин-та. – 1971.- Вып.97.- С.3-4.
6. Шубов И.Г. Шум и вибрация электрических машин. – Л.: Энергия, 1974.-200 с.
7. Проведение поисковых исследований по созданию и разработке экспериментального образца торцевого асинхронного электродвигателя для привода электровентилятора судового модульного кондиционера: Отчет о НИР / ВНИЦентр. УО 9029.-1986.-63 с.
8. Петрушин В.С. Асинхронные двигатели в регулируемом электроприводе : Учебное пособие / В.С. Петрушин. – О.: Наука и техника, 2006.-320с.

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ ВОДОНАГРІВУ З ВИКОРИСТАННЯМ РІЗНОВАРТІСНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Кириллов А.І. студент гр. Ен 6/1 маг

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник канд. техн. наук Хвощан О.В.

Анотація

В статті описано алгоритм оптимізації розподілу часу нагріву між нагрівачами, що працюють на енергії різної вартості.

Annotation

The article described algorithm optimization allocation of time between heating heaters that run on different energy value.

Однією з проблем сучасних мереж гарячого водопостачання є високі втрати при зберіганні та транспортуванні, а також нераціональне використання установок для нагріву. Саме тому виникає необхідність створення систем, здатних вдосконалити мережі в даному напрямі, що дозволить зберегти значну кількість ресурсів.

На основі дослідження властивостей елементів мереж та взаємозв'язків між ними, було складено алгоритм оптимізації режиму водонагріву. Пристрій, на якому реалізований вказаний алгоритм, є елементом схеми автоматизації, що включає датчики рівня, температури та електромагнітні клапани.

Робота алгоритму розділена на п'ять етапів, на кожному з яких виконуються операції, що є ключовими для досягнення кінцевого результату.

Першим етапом роботи алгоритму оптимізації є збір даних про поточний стан системи. Він являє собою прийом та перетворення сигналу з кожного датчика рівня та температури з подальшим присвоєнням його чисельної форми змінній, яка пояснює відповідний параметр. Так, сигнал з датчика рівня присвоюється проміжній змінній, на числове значення якої у м³ посилається параметр, відповідний заявний об'єм у відповідній ємності з водою, із масиву, який містить *id* цього датчика. Аналогічно присвоюються параметри, відповідні за температуру води та зовнішнього середовища. Рівень сигналу на вході електромагнітного клапана також зчитується та перетворюється на цифровий.

На другому етапі формуються залежності між параметрами згідно конструкторів залежностей, що являють собою опис їх загального вигляду.

На третьому проводиться коригування вихідних даних перед оптимізацією. Згідно залежностей, створених на попередньому етапі, визначаються величини умовних параметрів на момент початку переключення. Така необхідність обумовлена тим, що за час симуляції вода

встигне перетікти по шляхам з відкритими клапанами, тим самим змінивши об'єми та температури в джерелах нагріву. На четвертому етапі проводиться власне визначення оптимальних значень для дат переключення клапанів.

П'ятим, заключним етапом роботи, є активація режиму переключень, в якому пристрій подає сигнали на контрольовані клапани в послідовності, визначеній на четвертому етапі.

Розрахунок також включає декілька етапів.

Першим його етапом є визначення залежності температури в наступній ємності, від параметрів температури й об'єму в попередній, параметрів мережі труб, які з'єднують їх, об'єму перегонки та часу нагріву.

$$t'_{w.next} = \frac{(t_{w.next} + t_{strheat})V_{source.next} + \sum_{i=1}^n (t''_{w.prev.i} - t_{loss.i}) \cdot \Delta V_i}{V_{source.next} + \sum_{i=1}^n \Delta V_i}, \quad (1)$$

де: $t_{w.next}$ – температура в наступній ємності згідно даних датчика температури; $t_{strheat}$ – величина зростання температури від початкового нагріву; $V_{source.next}$ – об'єм в наступній ємності згідно даних датчика рівня; $t''_{w.prev.i}$ – температура в i -ій попередній ємності на момент переливання; $t_{loss.i}$ – величина втрат температури при транспортуванні із i -ої попередньої ємності; ΔV_i – об'єм, що доставлено із i -ої попередньої ємності.

На другому етапі розрахунку визначається залежність кількості енергії, необхідної для забезпечення режиму користування від решти параметрів мережі.

Режим користування описаний трьома параметрами для кожної ємності, яка є його учасником – встановлені об'єм, температура та дата користування. Вони формують три умови, відповідно по об'єму, температурі та своєчасності.

Умова по об'єму дозволяє визначити об'єм води, який необхідно перекачати з початкової ємності (водоймище або інша ємність великого об'єму), для забезпечення допустимого рівня води в проміжних ємностях, які приймають участь в транспортуванні води до точок користування.

Умова по своєчасності дозволяє визначити скільки можливо виділити часу на нагрів вибраним нагрівачем виходячи з даних по часу нагріву іншими нагрівачами та часу транспортування.

Умова по температурі дозволяє визначити, якої температури повинна бути вода у вибраній ємності, щоб після транспортування і подальшого підігріву, досягнути встановленої температури режиму користування.

На третьому етапі розрахунку починається формування необхідних для оптимізації залежностей, згідно відповідних їм конструкторів.

Четвертим етапом розрахунку є власне оптимізація параметрів. Вона являє собою ітераційний процес – при якому задаються початкові дані, знаходяться нові і повторюють розрахунок доти, доки різниця між наступними та попередніми даними не досягне заданого діапазону (точності).

Параметрами, які проходять оптимізацію, є всі тривалості нагріву та тривалості відкритого стану випускних клапанів. Рівняння, згідно якого проводять ітерацію – умова рівності енергії догрівання та доступної енергії:

$$W_{heat.i.mode} + W_{heat.same.i} - W_{heat.i} = 0, \quad (2)$$

де $W_{heat.i.mode}$ – енергія, необхідна для догрівання води вибраним нагрівачем; $W_{heat.same.i}$ – енергія, що поступає від нагрівачів з такою ж вартістю енергії, як і вибраний; $W_{heat.i}$ – доступна енергія виходячи з умови своєчасності.

Воно сформоване таким чином, що мінімальна різниця між результатами двох послідовних ітерацій відповідає оптимальному значенню критерія оптимізації, а саме – максимуму функції вигоди від застосування комбінованого режиму, в якій враховано різниці між вартостями енергії від різних нагрівачів.

$$combProfit = \frac{CostComb - CostTEH}{CostTEH} \cdot 100 \% ; \quad (3)$$

$$CostComb = CostTEH + CostSolar ; \quad (4)$$

$$CostSolar = P_{heat.solar} (\tau_{set} - \tau_{heat.i}) \cdot solarcost ; \quad (5)$$

$$CostTEH = P_{heat.electro} \sum_{k=1}^3 \tau_{zone.k} \cdot electrocost_k ; \quad (6)$$

$$\tau_{zone1} = endzone1 - dtheaton_i ; \quad (7)$$

$$\tau_{zone2} = endzone2 - endzone1 ; \quad (8)$$

$$\tau_{zone3} = dtheatoff_i - endzone2 , \quad (9)$$

де: $combProfit$ – функція вигоди відносно варіанту з установкою на дорожчій енергії (ТЕНом); $CostComb$ - вартість комбінованого режиму (ТЕН+сонячний колектор); $CostSolar$ – вартість нагріву дешевшою енергією (сонячним колектором); $CostTEH$ – вартість нагріву дорожчою енергією; $P_{heat.solar}$ – потужність установки на дешевшій енергії; $P_{heat.electro}$ – потужність установки на дорожчій енергії; $\tau_{zone.k}$ – тривалість нагріву в k -ій тарифній зоні; $solarcost$ – тариф дешевшої енергії; $electrocost_k$ – тариф дорожчої енергії в k -ій тарифній зоні; $endzone$ - час від точки відліку до дати закінчення тарифної зони; $dtheaton_i$ – дата початку нагріву дорожчою енергією; $dtheatoff_i$ – дата закінчення нагріву дорожчою енергією; τ_{set} – допустима тривалість досягнення режиму; $\tau_{heat.i}$ – тривалість нагріву дорожчою енергією.

Математичну модель алгоритму оптимізації в середовищі MathCAD було протестовано на моделі простої мережі водопостачання. В результаті тестування було побудовано декілька графіків, що пояснюють залежність значення функції вигоди від зовнішніх та внутрішніх параметрів, які наведені на рис. 1 та 2.

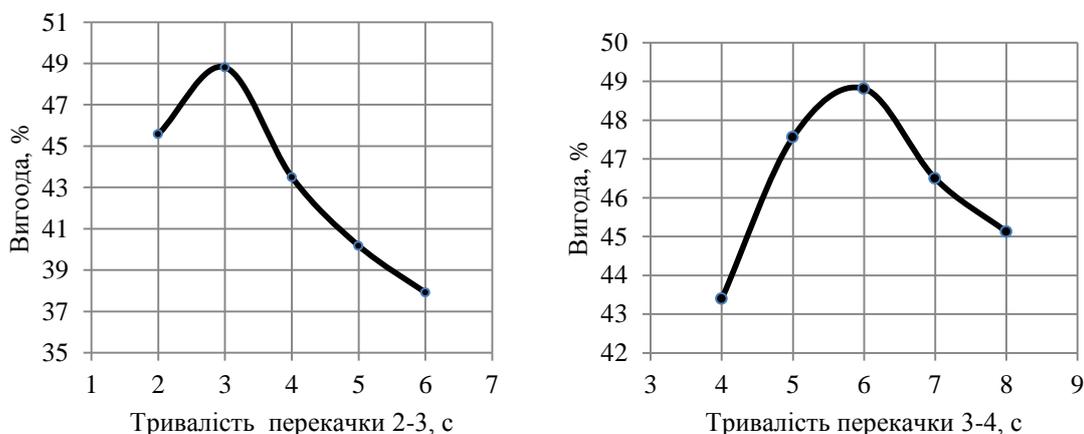


Рис. 1. Залежності вигідності використання сонячних колекторів від кількості перекачаної води з ємності 2 у 3 та з 3 у 4

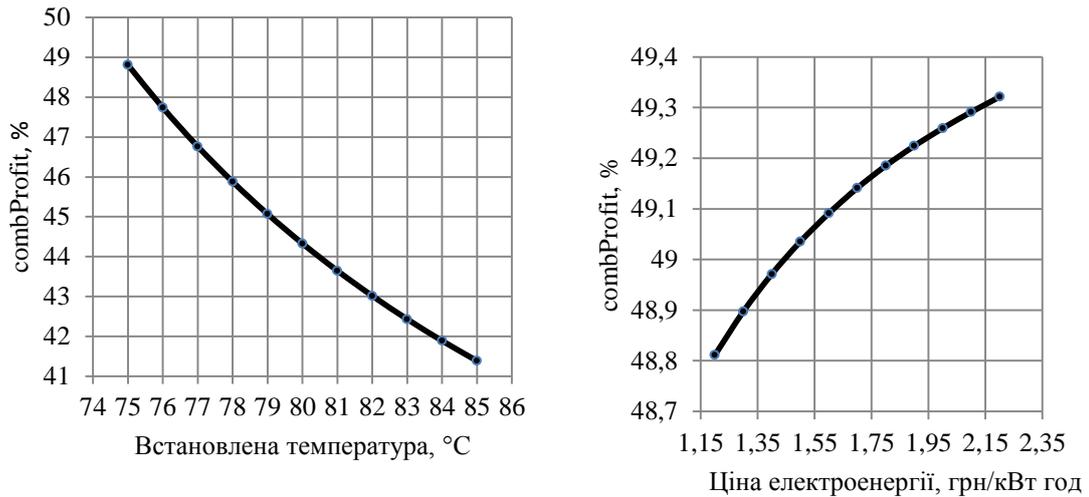


Рис. 2. Залежності вигідності використання алгоритму від зміни зовнішніх факторів

Проаналізувавши графіки на рис. 2, можна сказати, що алгоритм оптимізації приносить більший прибуток при зростанні вартості електроенергії і менший – при зростанні встановлених температур. Також, було з’ясовано, що зростання вартості сонячної енергії на кожні 5 коп., призводить до зниження ефективності для заданої мережі водопостачання на 1,12 %.

Такі результати можна пояснити тим, що на більш інтенсивний нагрів необхідно більше енергії, що, в свою чергу, збільшує частку дорожчої електричної енергії в структурі нагріву, а зростання її вартості при збереженні встановленої температури збільшує кількість коштів, що було збережено за рахунок нагріву більш дешевою тепловою (сонячною) енергією. В свою чергу подорожчання сонячної енергії веде до зменшення впливу різниці цін, завдяки якій власне, і формується економія.

Література:

1. Борисов М.А. Реабілітація ТЕС. Забезпечення сталої роботи об’єднаної енергосистеми України [Текст] / М.А. Борисов. – С.: Энергетика и электрификация, 2004. – № 3.
2. Драганов Б.Х. Теплотехніка [Текст] / Б.Х. Драганов, А.А. Долінський, А.В. Міщенко, Є.М. Письменний. – К.: ТОВ «Астра Пол», 2005. – 503 с.
3. Финнистон Монти. Оксфордская иллюстрированная энциклопедия. – Т. 6. [Текст] / Монти Финнистон. – М.: Весь Мир, 2002. – 406 с.
4. Байерс Т. 20 конструкций с солнечными элементами [Текст] / Т. Байерс / Пер. с англ. под ред. М.М. Колтуна. – М.: Мир, 1988. – 197 с.

ЦІЛЬОВІ ФУНКЦІЇ ЗАЛЕЖНОСЕЙ МАСО-ГАБАРИТНИХ ПОКАЗНИКІВ ВІД ГЕОМЕТРИЧНИХ СПІВВІДНОШЕНЬ ТРИФАЗНОЇ МАГНІТНОЇ СИСТЕМИ ІНДУКЦІЙНОГО ПРИСТРОЮ

Котович М.О., студентка гр. Ен 4/1

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник к. т.н., доцент Плахтир О.О., ас. Садовий

Анотація

Світові тенденції розвитку пристроїв і систем електроустаткування значно підвищують вимоги до трифазних трансформаторів які, будучи габаритними, металосьмними і енергоємними статичними індукційними пристроями роблять істотний вплив на техніко-економічні показники електротехнічних систем і комплексів.

Annotation

Global trends in the development of electrical devices and significantly increase the requirements for three-phase transformers are being overall, and energy-intensive metal-static induction devices have a significant impact on the technical and economic parameters of electrical systems and complexes.

На сучасному етапі вирішальними чинниками розвитку систем і облаштувань електромеханіки є спеціальні виконання і нетрадиційні рішення активної частини і конструктивної частини електромагнітних і електромеханічних перетворювачів.

Нині основу структур активної частини статичних індукційних пристроїв складають планарні магнітні системи, які є переважними при створенні потужних трифазних трансформаторів і реакторів у зв'язку з прямокутним габаритним об'ємом залізничного перевезення. Проте подібні системи по питомій матеріаломісткості не задовольняють сучасним вимогам. При цьому відомо, що підвищення технічного рівня трифазних трансформаторів потужністю до 6300 кВА можливо на основі просторових електромагнітних систем. Такі системи відрізняються видом просторових схем і наявністю багатьох технічних рішень активної частини.

Серед вказаних рішень найбільш поширені системи із стиковими просторовими магнітопроводами. Незважаючи на відмічену наявність, просторові системи базуються на традиційних для планарних магнітопроводів прямокутних і кругових стержнів, що утворюють перерізи.

Це є причиною низького використання контурного об'єму і обмеження потужності просторових систем в габаритах залізничних перевезень. Підвищення використання контурного і активного об'єму можливе на основі компактних магнітних систем з нетрадиційними

конфігураціями активної частини, побудованих на принципі паралельності поверхонь обмотувальних вікон.

Максимальні габарити залізничної платформи для перевезення великотоннажних вантажів в межах допустимих габаритів 4на5на12 (м) залізничних перевезень дозволяють розмістити три трифазні трансформатори або реактори просторової електромагнітної системи із зовнішнім діаметром кожуха або корпусу менше 4 м.

При використанні отриманих і уточнених параметричних коефіцієнтів активної частини і їх залежностей від масо-габаритних, вартісних і енергоефективних показників, а конкретно: коефіцієнт маси активної частини, коефіцієнт вартості активних матеріалів, коефіцієнт основних втрат для системи, розглянутої в цій роботі і при використанні подібних коефіцієнтів, стало можливим зробити визначення залежностей маси стикового магнітопровода з прямокутним перерізом і з'єднанням стержнів за схемою "зірка" від геометричних керованих змінних L_0 і a_m .

Висновки: 1. Запропоновані функціональні залежності дозволяють визначити оптимальні значення геометричних K_3 λ_0 , a_m и a_c для аксіальних ПЕМС з плоскими що перетинаються твірними поверхнями і з'єднанням стержнів за схемою Y . 2. Додатковою (k λ_0 , a_m и a_c) K_3 оптимізації ПЕМС з плоскими що перетинаються твірними поверхнями за критерієм максимуму ККД являється відносним коефіцієнтом k . 3. Оптимальні значення функцій показника технічних умов конструкторсько-технологічних рішень аксіальних ПЕМС з плоскими що перетинаються твірними поверхнями визначає K_3 a_m і a_c .

Література:

1. Плахтир О.О. Енергетична модель порівнювального аналізу просторових електромагнітних систем трифазних статичних індукційних пристроїв // Зб. наук. праць НУК. - Миколаїв: НУК. - 2004. - № 3 (396). - С. 89-96.
2. Плахтир О.О. Трифазні трансформатори з просторовим стиковим магнітопроводом // Матеріали 3-ої міжнародної науково-технічної конференції "Проблеми енергозбереження і екології в суднобудуванні". - Миколаїв: УГМТУ. - 2002. - С. 89-90.
4. Плахтир О.О. Класифікація і удосконалення стикових просторових магнітопроводів трифазних статичних індукційних пристроїв потужністю до 10000 КВ-А // Матеріали 1 - ї міжнародної науково-технічної конференції "Інформаційно-керуючі системи і комплекси". - Миколаїв: НУК - 2004. - С. 247-252.
5. Ставинський А.А., Плахтир О.О., Ставинський Р.А. Показники якості і структурної оптимізації просторових електромагнітних систем трифазних трансформаторів, реакторів і дроселів // Електротехніка і електромеханіка. - 2003. - № 4. - С. 79-82.

ВИКОРИСТАННЯ УСТАНОВОК ЗВОРОТНОГО ОСМОСУ З МЕТОЮ ЗНЕСОЛЕННЯ ВОДИ ДЛЯ ЗРОШЕННЯ

Фігун А.К., студент гр. Ен 6 маг

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник канд. тех. наук Хвощан О.В.

Анотація

Розглянуто особливості установок зворотного осмосу з метою знесолення води для зрошення. Виконано розрахунок установки зворотного осмосу.

Annotation

The features of reverse osmosis desalination for the purpose of irrigation water. The calculation of the installation of reverse osmosis.

Постановка проблеми. Значний вплив на ефективність застосування зрошувальних систем, має якість поливної води.

Одним з ефективних способів підвищення врожайності є застосування зрошувальних систем. Першочергового значення для ефективного, екологічно безпечного використання зрошуваних земель, особливо щодо збереження і відтворення родючості зрошуваних ґрунтів, набувають якість води у джерелах зрошення. Дане питання можна вирішити шляхом застосування обладнання для знесолення води методом зворотного осмосу, що призведе до збільшення врожайності та до зменшення засоленості ґрунтів.

В ході дослідження було розроблено схема технологічного процесу знесолення води, схема наведена на рис. 1.

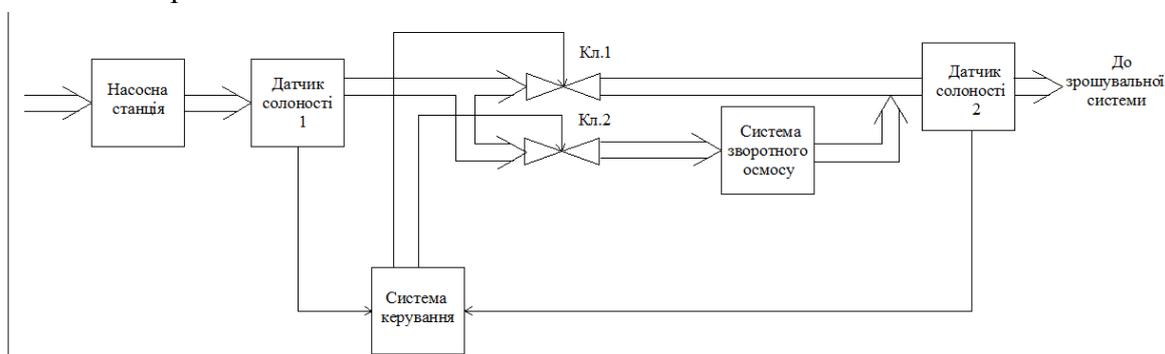


Рис. 1. Технологічна схема процесу знесолення води

Вода насосною станцією забирається з джерела води і прямує на солемір. Дані про солеміст надходять до систему керування. Обробляючи отриманий результат, система керування вирішує подальший напрям проходження технологічного процесу. Якщо солеміст

задовольняє норму, то система керування подає сигнал на відкриття Кл. 1 і вода надходить зрошувальної системи. Якщо навпаки, солеміст перевищує норму солоності для зрошувальної води, система керування подає сигнал на відкриття Кл. 2 і вода поступає на систему зворотного осмосу звідки на зрошувальну систему. Вимірювання солоності виконується і перед подачею на зрошувальну систему.

Система зворотного осмосу – це метод водопідготовки, який полягає у проходженні води 1 під тиском, який створює насос високого 3 тиску через напівпроникну мембрану 5 з метою усунення з води розчинених речовин, органіки і бактерій. Зворотний осмос обернений до природнього процесу осмосу, що полягає у русі води з менш насиченого розчину у більш насичений через напівпроникну мембрану. Система зворотного осмосу створює тиск в насиченій зоні 4 в результаті чого молекули води просочуються через напівпроникну мембрану в зону ненасиченого розчину.

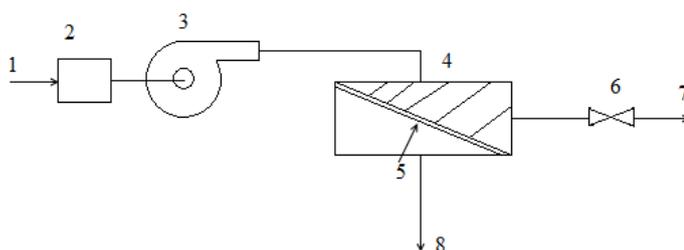


Рис. 2. Принципова схема установки зворотного осмосу

В проведених дослідження розглянуто особливості установок зворотного осмосу і виконано розрахунок необхідної продуктивності і кількості мембранних модулів. З використанням даних компанії «NEREX» запропоновано обрати установку зворотного осмосу Nerex BWRO1284-S.

Література:

1. Доценко В. І. Зрошення сільськогосподарських культур: навч. посіб. для студ. вищ. навч. В.В. Морозов, Д.М. Онопрієнко; Дніпропетр. держ. аграр. ун-т, Херсон. держ. аграр. ун-т. – Херсон : Олді-Плюс, 2014. – 446 с. : іл.300 пр. – Бібліогр.: С. 422-425.
2. Пантелеев А.А. Технологии мембранного разделения в промышленной водоподготовке / А.А. Пантелеев, Б.Е. Рябчиков, О.В. Хоружий, С.Л. Громов, А.Р. Сидоров. – М.: ДеЛи Плюс, 2012. – 429 с.
3. Установки обратного осмоса [Електронний ресурс].- Режим доступу: <http://nerex.ua>.
4. Учебные пособия. Основы проектирования производств, использующих мембранное разделение [Електронний ресурс].- Режим доступу: <http://www.membrane.msk.ru/books>.

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОЇ УСТАНОВКИ УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТУ ЕЛЕКТРИЧНИМ РОЗРЯДОМ В СВЕРДЛОВИНАХ, ЗАЛИТИХ БЕТОНОМ

Мачула О.М., студент гр. Ен 5 спец

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник д.т.н., доц. Дубовенко К.В.

Анотація

Створено модель установки для ущільнення ґрунту в свердловинах, залитих бетоном. Установка містить генератор імпульсних струмів (ГІС), номінальною напругою 50 кВ та частотою перетворення параметрів електроенергії 50...60 Гц. Розглянуто ефективність розрядно-імпульсної технології (РІТ) для ущільнення ґрунту.

Annotation

The model plant for soil compaction in wells filled with concrete. The facility consists of surge-current generator (GIS), rated voltage of 50kV and frequency conversion of an electrical 50 ... 60 Hz. Efficiency Running-pulse technology (RIT) for soil compaction.

Для ущільнення бетонної суміші, зокрема під установку палів для фундаменту, почали використовувати РІТ. Розрядно-імпульсна технологія характеризується значними перевагами в порівнянні з традиційними методами в комплексній механізації і автоматизації технологічних операцій будівельних робіт. Головною задачею установки є створення електричного вибуху в бетонній суміші, під час якого виникає пробій і камуфлетна порожнина розширюється з виконанням роботи ущільнення прилеглого шару ґрунту. Для того, щоб відбувся електровибух, необхідно за короткий час створити високу густину електричної енергії. Коли напруженість електричного поля досягає межі електричної міцності бетонної суміші, відбувається пробій. Між електродами виникає один або відразу декілька плазмових каналів, по яким протікає електричний струм силою десятки тисяч ампер. Весь процес протікає за час 10^{-4} ... 10^{-5} секунди. Для здійснення електровибуху, здатного зробити механічну роботу з ущільнення ґрунту, необхідно протягом зазначеного часу перетворити 20...60 кДж електричної енергії в механічну роботу.

В результаті, для створення установки, здатної реалізувати вище описаний процес, був проведений розрахунок індуктивно-ємнісного перетворювача та розрахунок розширення каналу електричного вибуху в рідині в потенціальному наближенні.

Була розроблена модель установки ГІС з номінальною частотою мережі живлення 50...60 Гц, повною потужністю 18 кВА, номінальною напругою на виході 50 кВ, номінальною частотою проходження імпульсів 2 Гц, та номінальною енергією в імпульсі 2,5...5 кДж.

Література:

1. Еремін В.Я., Еремін А.В., Буданов А.А. К расчету висячих свай, устраиваемых с использованием разрядно-импульсной технологии (расчет свай-РИТ)/ Настоящий сборник докладов. Уфа. 2006.
2. СП 50-102-2003. Проектирование и устройство свайных фундаментов. – М.: Госстрой России, 2004. – 82 с.
3. Ясиевич Г.Н. Исследование способа изготовления буронабивных свай с помощью электрогидравлического эффекта и их работы под вертикальной нагрузкой. Дис. к.т.н., - Л.: ЛИСИ. 1977. - 223 с.
4. Малюшевский П.П. Основы разрядно-импульсной технологии. – Киев: Наук. Думка, 1983. – 272 с.

УДК 621.314

**РОЗРОБКА РОЗРЯДНО-ІМПУЛЬСНОЇ УСТАНОВКИ ОЧИЩЕННЯ ТРУБ
ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ**

Пестрак В.В., студент гр. Ен 5 спец

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник д.т.н., доц. Дубовенко К.В.

Анотація

Тема виконаного аналізу, пов'язана з розробкою електродної системи розрядно-імпульсної установки для очищення труб теплообмінних апаратів і трубопроводів від відкладень, є актуальною з точки зору енергозбереження за рахунок реалізації пристроїв з високими значеннями ККД і зменшення матеріалоемності устаткування за рахунок збільшення частоти перетворення параметрів електроенергії.

Annotation

The theme of the analysis related to the electrode system Running-pulse units for cleaning of heat exchangers tubes and pipes of sediment, is relevant in terms of energy savings through the implementation of devices are high efficiency and reducing material consumption equipment by increasing the frequency converting an electrical .

Відомо, що вже при товщині відкладень на стінках теплообмінних апаратів (ТА) від 1,5 до 2 мм різко знижується коефіцієнт теплопередачі і зростають втрати основного технологічного продукту. Збільшення товщини відкладень призводить до заростання прохідного перетину труб від 20 до 100% і необхідності виведення ТА з технологічного циклу для ремонту.

Вивчення проблеми очищення труб ТА безпосередньо на підприємствах показало, що особливо гостро стоїть питання видалення міцних відкладень з межею міцності на стиск $\sigma_{сж} \geq 40$ МПа. В країнах СНД в цьому випадку одночасно застосовують кілька способів: розм'якшення відкладень хімічним способом (наприклад, за допомогою розчину соляної кислоти або вуглеводневих розчинників) і подальше видалення відкладень (доочищення) механічним способом (бурами, йоржами, шарошками та ін.) Або гідромеханічним способом - струменем води високого тиску (від 15 до 70 МПа).

Іншим перспективним способом є електрогідроімпульсний (ЕГІ), при якому руйнування шару відкладень відбувається під дією електричного розряду в конденсованому середовищі.

Комплекс багатофункціонального електророзрядного технологічного обладнання дозволяє виконати:

- амплітудно-частотне регулювання вихідних параметрів струму;
- регулювати інтенсивність і тривалість імпульсних навантажень. Повне регулювання навантажень дозволяє не руйнувати тонкі стінки труб теплообмінного устаткування товщиною від 1 до 3 мм;

- реалізувати сукупність механізмів впливу на відкладення і забруднення;

Переваги електророзрядної технології і комплексу багатофункціонального електророзрядного технологічного обладнання полягають у наступному:

- досягається стовідсоткове очищення поверхонь труб теплообмінних апаратів;
- стає можливим відмовитися від використання кислот і лугів, що застосовуються при хімічному очищенні труб теплообмінних апаратів, шкідливих для навколишнього середовища;
- повністю виключаються пошкодження труб, яких не можна уникнути при механічному очищенні;
- розрядно-імпульсна технологія є універсальною, тому що дозволяє очищувати труби різних діаметрів;
- розрядно-імпульсна технологія є екологічно нешкідливою.

Застосування запропонованої технології і комплексу багатофункціонального електророзрядного технологічного обладнання при очищенні теплообмінника від карбонатних відкладень полягає у наступному. З одного торця теплообмінника вставляється шланг, по якому подається вода, а з іншого боку, в цей же канал вставляється електрод і подається високовольтний імпульс, внаслідок чого відбувається електричний пробій, що завершується електричним розрядом. Упродовж руху електрода відбувається руйнування відкладень і зустрічним водним потоком виконується їх винесення за межі очищуваного каналу. Залежно від міцності та кількості відкладень швидкість очищення становить 1...7 м/хв.

Література:

1. Кусаинов К.К., Бектурганов Ж.С., Сатыбалдин Н.М. Разрушение отложений теплообменных поверхностей под воздействием электрических разрядов в жидкости// Электрический разряд в жидкости и его применение в промышленности: Тез. докл. IV науч.-техн. конф. Николаев, 1988.
2. Курец В.И., Таракановский Э.Н., Филатов Г.П., Шишкин В.С., Пятничук В.Г. Электрогидроимпульсная установка для очистки трубок теплообменников от накипи//

Электрический разряд в жидкости и его применение в промышленности: Тез. докл. V науч.-техн. конф. Николаев, 1992.

УДК 621.3

РОЗРОБКА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА З ВИКОРИСТАННЯМ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Запорожан М.О., студент гр. Ен 3/1

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник к.т.н., доц. Кириченко О.С.

Анотація

Створено імітаційну модель асинхронного електродвигуна, яка включає геометричну модель з обраними конструктивними параметрами. На конкретному прикладі асинхронного електродвигуна потужністю 15 кВт і номінальною частотою 1460 об/хв. побудовано та проаналізовано його основні робочі характеристики.

Annotation

A simulation model of induction motor, which includes geometric model with selected design parameters. In a specific example of induction motor power of 15 kW and a nominal frequency of 1460 rev / min. constructed and analyzed its basic performance.

При конструюванні асинхронних електродвигунів найбільш поширеними є математичні методи моделювання. Дані методи моделювання є основними для опису роботи електричних машин. Проте, до недоліків математичних моделей слід віднести те, що вони абстрактні. З точки зору наочності, для електромашин зручніше користуватись імітаційними моделями. При імітаційному моделюванні досліджуваній асинхронних електродвигун замінюється моделлю, що з достатньою точністю описує реальний електромеханічний пристрій, з нею проводяться експерименти на ПК з метою одержання основних робочих характеристик. Імітаційна модель асинхронного електродвигуна в спеціалізованому програмному забезпеченні на відміну від математичної моделі дозволяє одразу отримати геометрію розглядуваного електромеханічного пристрою, візуально спостерігати вплив різних конструктивних рішень на робочі характеристики двигуна. Для створення імітаційної моделі можна використати наступне спеціалізоване програмне забезпечення: FEMM, Ansys, AutoCAD, Компас, MathCAD, MatlabSimulink і т.д.

В результаті проведеної роботи створено імітаційну модель досліджуваного електродвигуна, яка включає геометричну модель з обраними конструктивними параметрами. На конкретному прикладі асинхронного електродвигуна потужністю 15 кВт і номінальною частотою 1460 об/хв. побудовано та проаналізовано його основні робочі характеристики, а саме,

залежності моменту двигуна M , фазного струму I та ККД η від швидкості обертання ротора n , а також залежність моменту двигуна M від ковзання s .

Крім того, проведено параметричний аналіз для моменту M та ККД η двигуна при варіаціях частоти в діапазоні від 50 до 400 Гц. Результати аналізу свідчать про правильність прийнятих технічних рішень. ККД спроектованого асинхронного електродвигуна становить приблизно 87,5 %.

Література:

1. Алиев И.И. Асинхронные двигатели в трехфазном и однофазном режимах / И.И. Алиев. – М.: ИП РадиоСофт, 2004. – 128 с.
2. Аристов А.В. Имитационное моделирование электромеханических систем / А.В. Аристов, Л.А. Паюк. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 145 с.
3. Басов К.А. Графический интерфейс комплекса ANSYS / К.А. Басов. – М.: ДМК Пресс, 2006 – 248 с.
4. Басов К.А. ANSYS: справочник пользователя / К.А. Басов. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 640 с.
5. Буль О.Б. Методы расчета магнитных систем электрических аппаратов. Программа ANSYS / О.Б. Буль. – М.: Академия, 2006. – 288 с.
6. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в Matlab 6.0 / С.Г. Герман-Галкин. – СПб: КОРОНА принт, 2001. – 320 с.
7. Гліненко Л.К. Основи моделювання технічних систем / Л.К. Гліненко, О.Г. Сухоносів. – Львів: Бескид Біт, 2003. – 176 с.

УДК 621.3

РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА УСТАНОВКИ СЕПАРАЦІЇ МОЛОКА З АНАЛІЗОМ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ РЕКУПЕРАЦІЇ ЕНЕРГІЇ В МЕРЕЖУ

Коваленко І.І., студент гр. Ен 3/1

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник: к.т.н., доц. Кириченко О.С.

Анотація

Розроблено автоматизований електродвигун установки сепарації молока. Проаналізовано перехідні процеси рекуперації енергії в мережу. Встановлено, що енергія гальмування сепаратора протягом робочого циклу становить 2,2 кВт·с, а середнє значення потужності гальмування протягом робочого циклу – 11,5 кВт.

Annotation

Developed automated electric installation milk separation. Analyzed transient energy recovery into the network. Established that the braking energy separator during the work cycle is $2.2 \text{ kW} \cdot \text{s}$, and the average value of braking power during the working cycle – $11,5 \text{ kW}$.

Серед споживачів електричної енергії значну частку складають електродвигуни різного призначення, що споживають більше половини виробленої енергії. Саме тут закладені найбільші резерви енергозбереження. Недоліком реостатних систем керування асинхронних двигунів є значні витрати енергії під час пуску та гальмування. Частотно-керовані системи мають високі регульовальні властивості та кращі техніко-економічні показники керування. Проте, протягом тривалого часу зайва енергія, яка накопичується в перетворювачах частоти при гальмуванні асинхронних двигунів з високоінерційним навантаженням або в статичному режимі гальмування розсіювалась на спеціальних гальмівних резисторах. Останнє – необхідна умова для обмеження рівня напруги на шинах постійного струму перетворювачів частоти при роботі в цих режимах. Відомо, що це призводить до зайвих витрат. Сучасні технології дають змогу повертати енергію в живлячу мережу в режимах гальмування, використовуючи додатково до перетворювачів модулі рекуперації.

Таки чином, гальмування з поверненням енергії в живлячу мережу більш економічно доцільне, ніж гальмування з підключенням зовнішнього резистора. Воно дозволяє раціонально використовувати енергію гальмування, направляти її потік на інші механізми, знижуючи загальне споживання електроенергії в системах електропостачання.

Метою дослідження є визначення ефективності застосування для електроприводів молочних сепараторів перетворювачів частоти, а також модулів рекуперації. В якості обладнання перетворювача частоти запропоновано використати продукцію італійської компанії Elettronica Santerno. Ефективним рішенням для рекуперації енергії є використання частотних перетворювачів Sinus Penta разом з модулем рекуперації.

Промодельована робота сепаратора молока Westfalia модель MSE 600-01-777 з приводом від асинхронного двигуна потужністю 75 кВт . Запропоновано використати енергоефективну систему векторного керування, побудовано математичну модель даної частотної системи. Використано наступне обладнання: асинхронний електродвигун AIP280S6 з номінальною потужністю 75 кВт та з частотою обертів 985 об/хв , перетворювачі частоти основний та рекуперативний моделі SINUS PENTA 0129 потужністю 75 кВт в режимі Heavy (перевантаження до 175% – для центрифуг).

Встановлено, що енергія гальмування сепаратора протягом робочого циклу становить $W_{\Gamma} = 2,2 \cdot 10^3 \text{ кВт} \cdot \text{с}$, а середнє значення потужності гальмування протягом робочого циклу $P_{\Gamma, \text{cp}} = 11,5 \text{ кВт}$. Цим підтверджується доцільність застосування рекуперації в розглядуваній системі.

Побудовано імітаційну модель системи в програмі MatlabSimulink пакету програм Matlab та отримано перехідні процеси з наступними показниками якості керування: час перехідного

процесу $t_{\text{шт}} = 0,5$ с; час входження в 5 %-трубку становить близько 0,2 с; перегулювання $\sigma = 5$ %.

Література:

1. Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации / [М.П. Белов, О.И. Зементов, А.Е. Козярук и др.]; под. ред. В.А. Новикова, Л.М. Чернигова. – М.: Академия, 2006. – 368 с.
2. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. – М.: Академия, 2006 г. – 259 с.
3. Современное и перспективное алгоритмическое обеспечение частотно-регулируемых электроприводов / под. общ. ред. Народицкого А.Г. – Санкт-Петербург: СПбЭТК, 2004 г.
4. Усольцев А.А. Частотное управление асинхронными двигателями. СПб: СПбГУ ИТМО, 2006, – 94 с.
5. Терехов В.М. Системы управления электроприводов. М.: Академия, 2005 г. – 300 с.

УДК 621.37

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЗОНУВАННЯ ЯЄЦЬ В ПЕРІОД ІНКУБАЦІЇ

Царик В.І., студент гр. Ен 4/1

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник ас. Захаров Д.О.

Анотація

Проведено математичне моделювання розподілу характеристик електричного поля в камері озонатора та обґрунтовано доцільність вибору даної конфігурації камери озонатора.

Annotation

Mathematical modeling of distribution characteristics of electric field in the chamber ozonator expediency and choice of camera configurations ozonator.

Процес інкубації в промисловому птахівництві відіграє важливу роль. Його результати значною мірою визначають показники роботи всього господарства. Велике значення в інкубації мають ветеринарні заходи, оскільки поширення інфекцій через інкубаторій в даний час прийняло широкий розмах. Температурно-вологісний режим в інкубаторі є сприятливим для розмноження мікроорганізмів. Мікроорганізми можуть проникати під шкаралупу і викликати загибель ембріонів і заразити молодняк. Від одного зараженого яйця може загинути вся партія курчат в процесі інкубації.

Передінкубаційна і періодична дезінфекція яєць в процесі інкубації не виключають можливості мікробного забруднення яєць, лотків, поверхонь інкубатора мікроорганізмами, які надходять з припливним повітрям. Тому багато дослідників відзначають необхідність безперервного знезаражування яєць в інкубаційній шафі в процесі інкубації.

Виходячи з вищесказаного можна зробити висновок, що існує необхідність розробки озонаторів для знезараження куриних яєць. Під час розробки озонатора слід враховувати такі особливості як розпад озону на кисень при транспортуванні від генератора озону до яєць, та його вплив на інкубаційні яйця.

В роботі виконано аналіз сучасного стану розробки електротехнологічного обладнання для знезараження яєць сільськогосподарських птахів. Проведено математичне моделювання розподілу характеристик електричного поля в камері озонатора та обґрунтовано доцільність вибору запропонованої конфігурації камери озонатора.

Література:

1. Бутко М., Фролов В., Першин А., Тихомиров А. Применение озонаторов ко- ронного разряда в птицеводстве // Птице- водство. — 2004. — № 2. — С. 38–39.
2. Инкубация яиц сельскохозяйственной птицы: Методические рекомендации. Под общей редакцией В.И. Фисинина. — Сергиев Посад: ВНИТИП, 2008. — 119 с.

УДК 621.37

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ЄМНІСНОГО ДІЛЬНИКА НАПРУГ ДЛЯ РЕЄСТРАЦІЇ ІМПУЛЬСНИХ НАПРУГ

Хохлов С.М., студент гр. Ен 3/1

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник ас. Захаров Д.О.

Анотація

Запропоновано конструкцію дільника напруг та на основі моделювання його роботи обрано оптимальне значення демпферного резистора для забезпечення оптимальних параметрів.

Annotation

A voltage divider design and simulation based on his work selected the optimum damping resistor to ensure optimal parameters.

Слід зазначити, що останнім часом дедалі більше зростає інтерес до впровадження в сільськогосподарське виробництво різноманітних електротехнологічних установок призначених для покращення якості та підвищення ефективності виробництва сільськогосподарської продукції. В такому обладнанні досить часто для виконання технологічного процесу

застосовуються електророзрядні технології, тому постає проблема розробки компактного обладнання для контролю параметрів розрядного кола.

Одним з основних параметрів розрядного кола є параметри імпульсу високої напруги. При цьому слід зазначити, що номінальна напруга установки, для якої розробляється пристрій, 100 кВ. Тому при розрахунку дільника необхідно враховувати вплив предметів розташованих безпосередньо біля дільника напруг на точність вимірювань.

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

Запропоновано конструкцію дільника напруг та на основі моделювання його роботи обрано оптимальне значення демпферного резистора для забезпечення оптимальних параметрів. Розроблено схему восьми каналного вимірювального пристрою з аналоговими оптичними розв'язками для вимірювання імпульсних напруг.

Література:

1. Шваб Адольф. Электромагнитная совместимость / Под ред. И.П. Кужекина; Пер.с нем. В.Д. Мазина, С.А. Спектора М. : Энергоатомиздат, 1998.
2. Дубовенко К.В. Разработка функциональных узлов микропроцессорных систем управления компактных высоковольтных разрядно-импульсных установок // Вестник нац. техн. ун-та «ХПИ». – 2006. – Вып. 38. – С. 25 – 35.

УДК 621.37

РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ЗБЕРІГАННЯ ПШЕНИЦІ

Смирнов М.В., студент гр. М 4/1

Технолого-економічний коледж Миколаївського національного аграрного університету
Науковий керівник ас. Захаров Д.О.

Анотація

Запропоновано систему автоматизації процесу зберігання пшениці з постійним моніторингом параметрів зернової маси.

Annotation

The system automate the process of storing wheat with constant monitoring parameters of the grain mass.

Слід зазначити, що проблема зберігання зерна є досить актуальною. Так як під час зберігання з недотриманням відповідних параметрів зерно втрачає свої товарні та кормові якості. Особливо гостро ця проблема постає під час зберігання посівного матеріалу. Найбільш ефективним є зберігання посівного матеріалу в бункерах активного вентиляювання зерна, що в свою чергу дає можливість контролювати як температуру так і вологість зернової маси.

В роботі запропоновано використання мікроконтролерної системи керування. Система керування збирає інформацію з датчиків розміщених в зернової масі, навколишньому середовищі та в колі керування вентилятором та електронагрівачами, що слугують для підігріву повітря.

Запропонована схема дозволяє проводити моніторинг вологості та температури зернової маси і навколишнього середовища, в результаті порівняння цих параметрів обирається оптимальний режим роботи вентилятора та нагрівача повітря. Використання даної схеми дозволяє зменшити затрати на обслуговування даної установки, а внаслідок того, що вентилятор працює в оптимальному режимі забезпечується зменшення витрат електроенергії.

Література:

1. Электрооборудование и автоматизация сельскохозяйственных агрегатов и установок / И. Ф. Кудрявцев, Л. А. Калинин, В. А. Карасенко [и др.] ; под ред. И. Ф. Кудрявцев. – М.: Агропромиздат, 1988. – 480 с.
2. Гончар В. Ф. Электрообладнання і автоматизація сільськогос-подарських агрегатів і установок : навч. посіб. / В. Ф. Гончар, Л. П. Тищенко. – К. : Вища школа, 1989. – 343 с.
3. Захаров А. А. Применение теплоты в сельском хозяйстве / А. А. Захаров. – М. : Агропромиздат, 1986. – 288 с.
4. Гайдук В. М. Електронагрівні сільськогосподарські установки / В. М. Гайдук. – К. : Урожай, 1986. – 144 с.

УДК 621.37

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СПОСОБІВ ДІАГНОСТУВАННЯ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

Рибальченко В.М., студент гр. Е 4/1

Новобузький коледж Миколаївського національного аграрного університету
Науковий керівник викл. спецдисциплін Бясова О.В.

Анотація

Проведено аналіз сучасних способів діагностування силових трансформаторів. Перевагу надано способам, які не потребують зняття робочої напруги.

Annotation

The analysis of modern methods of diagnostics of power transformers. The advantage provided by methods that do not require removal of the operating voltage.

Силові трансформатори – один з видів найбільш відповідального обладнання на електростанціях і підстанціях. Промислові підприємства працюють в циклі безперервного виробництва, тому перебої в їх роботі призводять до фінансових втрат. Своєчасне виявлення пошкоджень трансформаторів дозволяє уникнути виникнення аварійних ситуацій, а також ефективніше планувати виведення трансформаторів з роботи для проведення ремонтних робіт.

В теперішній час існує безліч методів оцінювання технічного стану трансформаторів. Але одними з найкращих методів є ті, які не потребують зняття робочої напруги.

В результаті аналізу встановлено, що найбільш розповсюдженими способами є: тепловізійне обстеження, вібродіагностування, аналіз трансформаторної оливи.

Виявлено, що за допомогою тепловізійної техніки в силових трансформаторах можна виявити наступні дефекти: в системі охолодження трансформатора; несправності контактної системи регулювання під напругою; нагрівання внутрішніх контактних з'єднань обмоток низької напруги з виводами трансформатора; виткове замикання в обмотках; нагрівання на апаратних затискачах високовольтних вводів; виникнення магнітних полів розсіювання в трансформаторів за рахунок порушення ізоляції окремих компонентів магнітопроводу.

В процесі вібродіагностування проводиться визначення якості взаємного кріплення внутрішніх і зовнішніх елементів трансформатора, визначається цілісність конструкції, діагностується стан механізмів системи охолодження, що є беззаперечною перевагою способу.

З'ясовано, що хроматографічний аналіз розчинених в оліві газів дозволяє виявити дві групи пошкоджень силових трансформаторів: дефекти твердої ізоляції; перегрівання металу і часткові розряди в оліві. Завдяки високій ефективності діагностики стану трансформаторів хроматографічним аналізом розчинених в оліві газів зменшується обсяг робіт по традиційним вимірюванням характеристик ізоляції трансформаторів, які вимагають їх відключення.

Після проведення досліджень було виявлено, що оптимальна ефективність буде досягнута за умови регулярного проведення діагностування та при комбінованому поєднанні розглянутих способів.

Література:

1. Яцун М.А. Експлуатація та діагностування електричних машин і трансформаторів/ М.А.Яцун М.А.: Навч. посібник. — Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2003. — 180 с.
2. Михеев Г.М. Тепловизионный контроль высоковольтного оборудования/ Г.М. Михеев Учебн. пособие, Чебоксары: Изд-во Чуваш ун-та, 2004, 180 с.
3. РД 34.46.302 – 89. Методические указания по диагностике развивающихся дефектов по результатам хроматографического анализа газов, растворенных в масле трансформаторного оборудования. М.: ЭНАС, 2000.

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ЗАСТОСУВАННЯ УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ЕЛЕКТРООБРОБКИ ЗЕРНА

Христенко М.М., студент гр. Е 4/2

Новобузький коледж Миколаївського національного аграрного університету
Науковий керівник викл. Новобузького коледжу МНАУ Бясов С.Є.

Анотація

Виконано аналіз сучасного стану застосування устаткування при електрообробці зерна з використанням електричного поля.

Annotation

The analysis of the current state of application equipment in elektroobrobtsi grain using an electric field.

Виробництво зерна в сільському господарстві завершується післязбиральної обробкою, що полягає у його очищенні і сушінні.

При очищенні зерна використовують його технологічні властивості: аеродинамічні, стан чи форму поверхні, геометричні розміри, щільність, електричні та ін. На основі цих властивостей застосовують відповідні способи обробки, а саме повітряним потоком, на решетах, трієрах та в електричному полі.

Пристрої для розділення сипучих сумішей в електричних полях класифікують: по виду електричного поля – на сепаратори електростатичні, коронні, з змінним полем та комбіновані; по конструкції – камерні, барабанні, транспортерні (стрічкові), решітні та ін.

В електричному полі тонкодисперсним частинкам надається електричний заряд під дією якого відбувається їх осадження. Розділення пилових сумішей в електростатичному полі має значну перевагу перед другими способами осадження. Розділення сумішей відбувається на електродах.

Очищення більш менших частин, а саме пилу який виділяється при обробці, відбувається на електрофільтрах. Вони підрозділяються на очищення в полі коронного розряду, це трубчасті і камерні електрофільтри та електроциклони з циліндричними і голковими електродами та в електростатичному полі за допомогою електростатичних фільтрів.

При очищенні трубчастим електрофільтром забруднене повітря надходить в фільтр і розподіляється по трубчастим електродам – анодам. В середині трубчастих електродів розташовані коронуючі електроди – катоди. Під дією електричного поля відбувається електроосадження підвішених в повітрі частинок.

В електрофільтрах з пластинчастими електродами анодами служать пластини, а коронуючими електродами(катодами) – проволока, натягнута між пластинами.

Відокремлення пилу в електроциклонах з застосуванням коронного розряду відбувається в два ступеня. Перша ступінь очистки механічна, як в звичайному циклоні, друга ступінь – відцентрово – електрична. Для цього в вихлопній трубі циклона вмонтовані коронуючі електроди, які працюють так же, як і електрофільтри.

Література:

1. Алагуров В.В. и др. Современные конструкторско-технологические решения в зерноочистительном оборудовании // В.В. Алагуров Техника и оборудование для села.-2002.-№2.
2. Шмигель В.В. Характер поведения семян в электростатическом поле// В.В. Шмигель. Техника в сел. х-ве.-1997.-№6.
3. Басов А.М., Лукиенко Т.Н. Очистка и сортировка мелких семян в поле коронного разряда// Техника в сел. х-ве.-1963.-№3.

УДК 6219.81

ВИДИ РОЗРАХУНКУ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Боляк В.В., студент гр. Ен 2/1

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник к.т.н., доц. Іванов Г.О.

Анотація

Наведено послідовності проектного і перевірного розрахунків деталей машин. Проведений аналіз машинобудівних матеріалів, що застосовуються для виготовлення деталей машин. Проведений аналіз критеріїв працездатності деталей машин: міцності, жорсткості, зносостійкості, теплостійкості, вібростійкості.

Annotation

This is a sequence of design and verification calculation of machine parts. The analysis of the engineering materials used for the manufacture of machine parts. The conducted analysis of criteria of efficiency of machine parts: strength, stiffness, wear resistance, heat resistance, resistance to vibration.

1. Види розрахунку деталей машин.

Машина або її складові елементи (двигун, передача, робочий орган, корпус, система керування) як такі не розраховуються на міцність, а розглядаються як складанні з окремих деталей, які можуть розраховуватися на міцність, жорсткість, зносостійкість та за іншими критеріями.

В машинобудуванні існує два методи розрахунку: проектний і перевірочний. Основу складає проектний розрахунок, оскільки конструктору в першу чергу необхідно знати розміри деталей, які витримали б діючі навантаження і забезпечили необхідну жорсткість.

Послідовність проектного розрахунку наступна:

- визначаються навантаження, які діють в конструйованому елементі машини;
- вибирається матеріал для виготовлення деталі з урахуванням основного критерію працездатності і, якщо необхідно, зміцнюючі технології;
- визначаються допустимі напруження або запаси міцності;
- призначається основний конструктивний розмір, на підставі якого будуть, визначені всі розміри деталі;
- іноді в розрахунковий вираз може входити декілька конструктивних параметрів, тоді вони можуть бути виражені через безрозмірні коефіцієнти і основний параметр;
- розраховується основний розмір, і визначаються інші конструктивні розміри деталі або складаної одиниці, і приводяться до стандартних розмірів.

Після розробки конструкції повинен бути проведений перевірочний розрахунок, оскільки при конструюванні можуть відбутися зміни розмірів, форми деталі та ін.

Порядок перевірочного розрахунку наступний:

- реальна конструкція замінюється розрахунковою схемою;
- визначаються місця навантажень, якщо необхідно, розподілені навантаження замінюються зосередженими, які приводяться до певних точок;
- намічаються небезпечні перетини, тобто перетини, в яких може відбутися поломка;
- визначається розрахункове значення напружень або коефіцієнта запасу втомної міцності та їх значення порівнюються з допустимими.

2. Машинобудівні матеріали.

Конструювання будь-якого елемента машини починається з вибору матеріалу оскільки він багато в чому визначає надійність, термін служби і економічні показники машини.

Слід мати на увазі, що вартість матеріалів складає значну частину вартості машини (у верстатах вартість матеріалів складає (65...70)%, у вантажопідійомних машинах – (70...75)%.

Металоемність вітчизняних машин і устаткування вище зарубіжного на (30...200)%. На одиницю продукції машинобудування в середньому витрачається матеріальних ресурсів в 1,5 разів більше, ніж в провідних капіталістичних країнах. В деяких випадках на підприємствах до 40% металу йде в стружку. При виготовленні деталей необхідно прагнути малої металоемності, для чого застосовувати профільний прокат, штамповані або зварні заготовки, щоб до мінімуму звести операції різанням.

Зменшення маси машин означає зниження витрат металу і вартості виготовлення. Це особливо важливо при масовому виробництві.

Але зменшення маси конструкції не повинне стати самоціллю – не повинні знижуватися міцність, жорсткість і надійність машини. Порівняльні вагові якості машин однакового призначення прийнято оцінювати показником питомої ваги, що є відношенням маси машини до основного параметра. Цей показник враховує ступінь конструктивної досконалості машини, ступінь застосування легких сплавів і неметалічних матеріалів.

Основними машинобудівними матеріалами є сталі, чавуни, сплави кольорових металів, пластмаси, композитні матеріали.

За змістом вуглецю сталі діляться на:

- низьковуглецеві, що містять вуглеця до 0,25%;
- середньовуглецеві – (0,25...0,6)%, високовуглецеві – (0,6...2)%.

Леговані сталі розрізняють за змістом легуючих присадок на низьколеговані до (2...2,5)%, середньолеговані із змістом присадок (2,5...10)% і високолеговані із змістом присадок більше 10%.

Присадки додають особливі властивості: жароміцність, корозійну стійкість та ін.

3. Критерії працездатності і розрахунку деталей машин.

Працездатність деталей машин оцінюють за одним або декількома критеріями, вибір яких обумовлений умовами роботи і характером можливого руйнування.

Такими критеріями є: міцність, жорсткість, зносостійкість, теплостійкість, вібростійкість.

Міцність. Найважливішим критерієм працездатності всіх деталей є міцність, тобто здатність деталі чинити опір руйнуванню або виникненню пластичних деформацій під дією навантажень, прикладених до неї.

У розрахунках на міцність велике значення має правильне визначення розрахункових навантажень і напружень, що допускаються. Підвищити міцність можна шляхом вибору раціональної форми поперечного перетину деталі, усунення концентраторів напружень, введення поверхневого зміцнення.

Жорсткість. Жорсткістю називають здатність деталі чинити опір зміні форми і розмірів під навантаженням.

Зносостійкість. Зносостійкістю називають властивості матеріалу чинити опір зношуванню. Під зношуванням розуміють процес руйнування і відокремлення матеріалу з поверхні твердого тіла при терті, що виявляється в поступовій зміні розмірів або форми.

Знос (результат зношування) знижує міцність деталей, змінює характер сполучення, збільшує зазори в рухомих з'єднаннях, викликає шум.

Теплостійкість. Теплостійкістю називають здатність конструкції працювати в межах заданих температур протягом встановленого терміну служби. Перегрів деталей під час роботи – явище шкідливе і небезпечне, так як при цьому знижується їх міцність, погіршуються властивість змащувального матеріалу, а зменшення зазорів в рухливих з'єднаннях приводить до заклинювання і поломки.

Для забезпечення нормального теплового режиму роботи проводять теплові розрахунки (розрахунки черв'ячних і хвильових передач, підшипників ковзання).

Вібростійкість. Вібрації знижують якість роботи машин, збільшують шум, викликають додаткові напруження в деталях. Особливо небезпечні резонансні коливання.

Література:

1. Пастушенко С. І. Курсове проектування деталей машин / С. І. Пастушенко, О. В. Гольдшмідт, В. Ф. Ярошенко. – К.: Аграрна освіта, 2003. – 240 с.
2. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин / В.Т. Павлице. – Львів: Афіша, 2003. – 560 с.

3. Иванов М. Н. Детали машин. Курсовое проектирование / М. Н. Иванов, В. Н. Иванов. – М. : 1975. – 120 с.
4. Решетов Д. Н. Детали машин / Д. Н. Решетов. – М.: Машиностроение, 1989.– 324 с.
5. Заблонський К. І. Деталі машин / К. І. Заблонський. – АстроПринт, 1999. – 213 с.
6. Дунаев П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. – М.: Высшая школа, 1985. – 124 с.

УДК 621.01

ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ КОНСТРУЮВАННЯ МАШИН І МЕХАНІЗМІВ

Мардзявко В.А., студент гр. Ен 2/1

Миколаївський національний аграрний університет

Науковий керівник к.т.н., доц. Иванов Г.О., стар. викл. Степанов С.М.

Анотація

Наведені основні критерії якості машин. Розглянути основні принципи конструювання деталей машин: вибір раціональної кінематичної схеми, відсутність надлишкових зв'язків, визначення оптимального скроку служби машини, мінімальна вага, складання компоновка, покращення внутрішніх умов роботи деталей.

Annotation

Basic criteria for quality machines. To consider the basic principles construisant of machine parts: the rational choice of the kinematic scheme, the lack of redundant links, the definition of the optimum period of the machine, minimum weight, skladany layout, improve internal environment details.

1. Шляхи підвищення якості машин при конструюванні.

Конструйована машина – елемент існуючої системи і визначення її експлуатаційних показників здійснюється у взаємозв'язку з навколишнім середовищем і всього технологічного процесу. Значення того або іншого критерію для даної деталі залежить від її функціонального призначення і умов роботи.

Основними критеріями якості машин є наступні показники:

продуктивність – об'єм корисної роботи за одиницю часу. Для робочих машин (машин – знарядь) таким показником є продуктивність;

надійність – вона забезпечується перш за все за рахунок приведення конструктивних рішень у відповідність з навантаженнями, характером взаємодії ланок, можливостями матеріалів. Елементи конструкції повинні бути розраховані на однаковий ресурс: технологічність виготовлення, збірки і ремонту при мінімальних витратах на виготовлення і

ремонт. Це повинно досягатися шляхом максимального використування прогресивних технологій. Забезпечення доступу і можливість застосування механізованого інструменту при збірці та ремонті;

стандартизація та уніфікація дозволяють оцінити ступінь використання стандартизованих виробів і від попередніх моделей, що добре зарекомендували себе в роботі. Рівень уніфікації показує частоту використання деталей, що мають однакову форму і розміри;

естетичні показники відображають відповідність машини вимогам і тенденціям технічної естетики.

До них відносяться: зовнішнє оформлення, обробка, забарвлення, компоновка, композиція, пластика форм, відповідність середовищу, стилю та ін. При створенні машин повинна бути витримано єдність технічного і художнього задуму;

патентно-правові показники дозволяють оцінити ступінь оновлення технічних рішень, використаних в конкретній машині, їх патентну чистоту і патентний захист;

ергономічні показники відображають відповідність параметрів органів керування психофізичним і антропометричним даним оператора, зручність обслуговування, рівень вібрацій і звукової потужності;

металоємність характеризує застосування профільного прокату, заміна чорних і кольорових металів на пластмаси і композитні матеріали;

рентабельність машини – це оптова ціна, повна собівартість, тобто швидке відшкодування всіх витрат на виготовлення, експлуатацію і принесення прибутку;

екологічність машини характеризує систему людина-машина-середовище з погляду рівня шкідливих дій експлуатованих машин на природу;

безпека характеризує особливості конструкції машини, забезпечуючи безпечні умови експлуатації для обслуговуючого персоналу.

2. Основні принципи конструювання машин.

Відомо, що створення нової машини є інженерним містецтвом.

Кожна конструкторська думка має множество рішень і задача заключається в тому, щоб знайти найбільш правильне рішення зі всіх точок зору.

При цьому економічний ефект повинен мати місце в будь-якому конструкторському рішенні.

Таким чином, основні принципи конструювання, про які повинен пом'ятати конструктор, створюючи нову машину, такі.

Вибір раціональної кінематичної схеми. Частіше забивають, що дивовижні відкриття вчених в більшості випадків можуть бути реалізовані лише за допомогою конструктора.

При виборі кінематичної схеми конструктору представляється великий простір для творчості сумісно з використанням накопиченого досвіду.

Однак, вибір раціональної кінематичної схеми производится з обов'язковим виконанням наступних умов:

- а) кінематичний ланцюг повинен бути, по можливості, мінімальних розмірів;
- б) число ланок кінематичного ланцюга повинно бути мінімальним;
- в) кінематичний ланцюг не повинен мати надлишкових (избыточных) зв'язків.

Як відомо, механізми можуть бути статично визначеними, тобто без надлишкових зв'язків і статично невизначеними з присутністю надлишкових зв'язків.

Так, наприклад, вал на трьох опорах - статично визначена система з одним надлишковим (зайвим) зв'язком.

Відсутність надлишкових зв'язків говорить о раціональній конструкції механізму і такі механізми дозволяють розширити допуски на виготовлення, зменшити трудомісткість монтажу, здешевити виробництво і підвищити надійність машин.

В окремих випадках спрощується конструкція і підвищується міцність.

Особливо важливо те, що робота статично визначених механізмів не порушується при зміні розмірів ланок в процесі експлуатації. Ланки мають підвищену навантажувальну здібність. В них менше сили тертя.

У механізмах з надлишковими зв'язками зусилля, що передаються, залежать від деформації ланок. Допустими величини деформації дуже малі.

З технологічної точки зору особливо важко виконати точно розміри ланок, коли ланки складаються із декількох деталей і при їх з'єднанні допуски можуть складатися.

Тому важливо вибрати схему механізму так, щоб умови до точності ланок були невеличкі.

Ось декілька прикладів раціональних механізмів:

1. Шліцьове з'єднання, яке дає можливість осьового зміщення.
2. Вальниці кочення самовстановлюючи, що допускають ізлом валів.
3. Шестірні шевронної передачі повинні мати можливість осьової гри.
4. Вал в осьовому напрямку слід фіксувати тільки на одній вальниці.
5. Довгі вали слід виконувати розрізними, зєдную їх частини за допомогою подвійних карданів.
6. Вальниці при малих навантаженнях і коротких вкладишах можна розглядати як кінематичні пари III класу.

Ітак, раціонально спроектований механізм, це механізм без надлишкових зв'язків, повинен збиратися без натягів, даже коли в розмірах ланок є відхил від номіналу, тобто коли деяку ланку розрізати, то кінематика раціонального механізму забезпечує можливість з'єднання його знову без натягів.

Визначення оптимального строку служби машини. Визначення оптимального строку служби машини може бути проведено, орієнтуюсь на собівартість одиниці продукції або якусь умовну роботу машини протягом строку служби до повної амортизації.

Собівартість одиниці продукції на будь-якому циклі експлуатації повинна бути не вище собівартості експлуатації нової машини.

Тільки у цьому випадку експлуатація машини не буде збитковою.

Аналіз собівартості продукції на різних стадіях експлуатації дозволяє визначити строки і кількість капітальних ремонтів.

Для правильного призначення строків служби окремих деталей необхідно всі деталі розподіляти на ті, що зношуються, і на ті, що не зношуються. Перші – на ті, що відновлюються, і на ті, що замінюються.

Деталі, що зношуються, необхідно розподіляти на групи з приблизно однаковими строками служби, що кратні найменшому.

Наприклад, загальний строк служби визначений і призначений у 100 тис. годин, а із досвіду експлуатації або розрахунком визначений найменший технологічно можливий строк служби деталі в 20 тис. годин. Тоді всі деталі розбиваємо на 5 груп зі строками 20, 40, 60, 80 і 100 тис. годин і зупиняти машину для ремонту потребується через кожні 20 тис. годин. Відсіля можна зробити висновок о строках проведення середнього і капітального ремонтів.

Мінімальна вага. Зниження ваги особливо важливе для транспортних машин, і, з точки зору ваги, кожна конструкція є компромісом між бажанням створити машину довговічну і в той же час легку і дешеvu. Зниження ваги веде к зменшенню динамічних зусиль.

Існує декілька шляхів зменшення ваги:

1.Змінення кінематичної схеми конструкції або форми деталі. Навприклад, навісні сільськогосподарські орудія знижують металемність в 1,5 рази. Порожнисті вали дають знижку ваги до 40 %.

2.Зменшення товщини стінок, корпусів станин і т.п. за рахунок ребер і кращої технології виготовлення

3.Перехід від металів до пластичних мас (пірокерман, фторопласт, капрон і т.п.).

4.Встановлення різного роду запобіжників. Це головний резерв зниження ваги машин.

Складання компоновка. Згідно цьому принципу машини повинні відповідати умовам ремонтної технології: легкості доступу до будь-якої складаної одиниці, вільному витягненню деталей і заміні їх, можливості паралельної збірки.

Вся конструкція машин повинна состоять із окремих блоків і складаних одиниць. Це дає можливість до широкої кооперації при виготовленні і модернізації машини.

Вибір матеріалу (принцип місцевої якості). Принцип місцевої якості є одним із основних керуючих принципів при виборі матеріалів для деталей, призначення термічної обробки і при конструктивному оформленні.

До різних поверхонь і об'ємів деталей машин пред'являються різні умови: зносостійкість, контактна або об'ємна міцність, жорсткість або піддатливість, опір корозії.

В тій час, коли умови роботи деталей не були такими напруженими, вдавалося обмежитися компромісним рішенням, тобто використовували матеріал, який задовольняє не всім умовам. Зараз такі половинчасті рішення є неприємними.

Наприклад, до матеріалу лопатей гідротурбін пред'являються умови міцності і корозійної стійкості. Тобто, лопаті необхідно виготовляти із нержавіючої сталі, однак це невігедно. Рішення – лопаті виготавливть із вуглецевої сталі, облицювання листами із нержавіючої сталі.

Відомо, що (7-10) % всього металу, що виробляється в державі, теряється внаслідок корозії, а тонкошарові пластмасові покриття, що наносяться на метал, дають можливість значно підвищити довговічність виробів із металу і знизити корозію.

Таким чином, вибір матеріалу можливий тільки на основі ретельного аналізу роботи деталі і среди, в якій експлуатується машина.

Найбільш неблагоприятні для обробки в'язкі аустенітні сталі. Сталі мартенситної структури оброблюються добре.

Перспективні вимоги до матеріалів:

1. Загальне підвищення міцності металічних матеріалів.
2. Підвищення опору розповсюдженню тріщин утомності.
3. Створення особливо міцних матеріалів.
4. Застосування композитних матеріалів як средства зниження чутності до концентрації напружень.
5. Внедріння армованих деталей.

Висока технологічність. Для оцінки якості знов сконструйованої машини введено поняття технологічності, яке є одним з основних показників якості конструювання.

Технологічність – поняття комплексне, оскільки повинне враховувати вимоги виготовлення, ремонту і експлуатації.

В правильно сконструйованій машині деталі повинні бути виконані з точністю, що забезпечує збірку і надійність роботи при комплектації будь-якими деталями, що поступають зі складу готової продукції.

Якість збірки залежить від кваліфікації персоналу: чим гірше сконструйована машина, тим вища повинна бути кваліфікація складальника і, навпаки, при грамотно сконструйованій машині кваліфікація складальника може бути низькою.

При збірці для визначення правильності положення деталей можуть застосовуватися контрольні штифти, які повинні розташовуватися не симетрично, інакше можна деталь поставити в переверненому вигляді. Застосування принципу байдужої збірки виключає можливість помилки і підвищує продуктивність складальних операцій, звільняючи складальника від витрати часу на вибір правильного положення деталі.

Необхідно уникати установки декількох деталей з натягом по одному діаметру. Необхідність проходження декілька деталей через посадочну поверхню ускладнює монтаж і демонтаж і викликає небезпеку пошкодження поверхонь.

Якщо збірка деталей автоматична, то доцільно застосовувати ступінчасті вали, оскільки збірка ведеться з одного боку вала.

Якщо збірка ручна, то її можна вести з двох сторін. В цьому випадку обробка вала і маточин (ступиц) спрощується, число номінальних розмірів, номенклатура ріжучого і вимірювального інструменту зменшується, а кожна деталь йде на своє посадочне місце без пошкодження сусідніх поверхонь.

Необхідно забезпечити зручне підведення монтажного інструменту і можливість застосування механізованого інструменту до кріпильних деталей. Головки болтів повинні бути зафіксовані від прокручування і випадання їх в осьовому напрямі. Найраціональнішим є застосування шпильок.

Система збірки має великий вплив на конструкцію машини та її технологічні і експлуатаційні характеристики. В машинах з поздовжньою і поперечною осями симетрії можливі дві основні системи збірки:

осьова, при якій деталі збираються в осьовому напрямі, і радіальна, при якій деталі збираються в поперечному (радіальному) напрямі. При виборі системи збірки слід враховувати зручність огляду, перевірки і регулювання складаних одиниць.

При осьовій збірці порожнини стику (роз'єм) перпендикулярні до поздовжньої осі. В цьому випадку відливання корпусу просте, механічна обробка зручна, оскільки оброблювані

поверхні мають циліндричну форму. Внутрішні порожнини добре ущільнюються. Вал входить в корпус в осьовому напрямі.

Осьову збірку доцільно застосовувати в тих випадках, коли для створення міцної і легкої конструкції (транспортні машини) можна піти на деякі експлуатаційні незручності.

Недоліки осьової збірки: збірка агрегатів складна, перевірка і регулювання осьових зазорів скрутна, утруднений огляд внутрішніх частин машини.

При радіальній збірці корпус складається з двох частин: корпусу (нижньої частини) і кришки (верхньої частини). Збірка і розбирання машини дуже зручна: можна відрегулювати осьові зазори, зручний огляд внутрішніх порожнин.

Проте ущільнення стику корпусу і кришки пов'язано з деякими утрудненнями.

Пружні прокладки застосовувати не можна, щоб не порушити циліндричність посадочних гнізд підшипників, тому необхідне притирання поверхонь стику і застосування герметизуючих сумішів. Для огляду внутрішніх частин машини в корпусі необхідно передбачити оглядові лючки.

Стандартизація, нормалізація та уніфікація також відносяться до основних вимог технологічності деталей машин.

Покращення внутрішніх умов роботи деталей (методи зниження навантажень). При конструюванні слід враховувати такі фактори, як сили інерції, сили тертя, нерівномірність розподілу навантажень, форму деталей.

В останньому випадку мається на увазі концентрація місцевих напружень і способи їх зниження.

Вкажімо на деякі моменти, які слід мати на увазі при проектуванні:

а) динамічні навантаження можна знизити зменшенням зовнішнього збурення, удосконаленням схеми машини, застосуванням запобіжних пружних елементів і т.п.;

б) при розрахунку з'єднань з натягом необхідно перевіряти міцність маточин для даних посадок;

в) при різких інерційних навантаженнях особливо ефективно введення інерційних мас;

г) пружні муфти значно знижують динамічні впливи в машині, зменшую амплітуду коливання в декілька разів. Крім того, пружні муфти виконують функції демпфірування коливань, при цьому енергія удару розсівається за рахунок внутрішнього тертя в пружних елементах і тертя між окремими пружними елементами;

д) застосування активної і пасивної віброізоляції машин. Активна віброізоляція – ізоляція обладнання, яке є джерелом возмущення. Пасивна віброізоляція – ізоляція через основу;

е) зменшення концентрації навантаження, яка з'являється у результаті пружних деформацій, похибки виготовлення, тертя, нерівномірності зносу.

Наприклад, для зниження концентрації навантаження в нарізних (різьбових) з'єднаннях рекомендується корекція кроку. Крок гвинта виконується зменшеним на 1,25 %, що веде до рівномірного розподілу навантаження і збільшенню ресурсу у 6 разів;

ж) прогини валів визивають значні концентрації навантаження в підшипниках кочення і ковзання, зубчастих колесах.

Так, у підшипниках ковзання еюра тиску мастила різко змінюється. Кромочні тиски є однією із найбільш небезпечних причин виходу вальниць із ладу.

В зубчастих колесах змінюється характер розподілення навантаження по ширині зубчастого вінця.

Для зменшення концентрації навантаження в підшипниках ковзання застосовують вузькі підшипники з малим відношення $l/d = 0,4 - 0,5$.

Таким чином, в цілях покращення внутрішніх умов роботи деталей необхідно ізолювати складанні одиниці і деталі від сил інерції шляхом введення запобіжних пружних елементів або муфт, виключати пасивних зв'язків; переносити динамічні зусилля, що діють в механізмах, на менш відповідальні деталі та елементи, що легко замінюються; проектувати складанні одиниці рівноміцними по зносу; форма деталей повинна бути такої, щоб звести до мінімуму концентрацію місцевих напружень.

Красивий зовнішній вигляд і зручність в експлуатації. Красота повинна бути во всім – це входить в основні принципи конструювання.

Колір робить речі або “важкими” або “легкими”, “холодними” або “теплыми”. Він здатний підвищувати або знижувати робото здатність.

Коли припустити, що погляд верстатника тільки один раз за хвилину переходить з блискучої поверхні деталі на темний фон верстата, то при тривалості пристосування до нових умов протягом 5 секунд, витрата робочого часу складе за зміну 35 хвилин.

Так, практична сіра окраска краде від 10 до 30 % електроенергії, що витрачається на освітлення.

Долівки (особливо в складальних цехах) повинні бути світлими.

Машини, що конструюються, повинні відповідати умовам організації праці при їх обслуговуванні.

Умови роботи на машинах повинні бути благоприємними.

Конструктивні форми машини повинні відповідати зручності роботи.

Розміщення органів управління повинно бути раціональним – це умова диктується економією трудових рухів; фізичні зусилля, що прикладаються до робочих рукояток, педалям, повинні бути невеликими.

Напрямок руху рукоятки повинен відповідати напрямку руху елементів машин і т.п.

Література:

1. Пастушенко С. І. Курсове проектування деталей машин / С. І. Пастушенко, О. В. Гольдшмідт, В. Ф. Ярошенко. – К. : Аграрна освіта, 2003. – 240 с.
2. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунків деталей машин / В.Т.Павлице. – Львів: Афіша, 2003. – 560 с.
3. Іванов М.Н. Детали машин. Курсовое проектирование / М. Н. Іванов, В. Н. Іванов. – М. : 1975.
4. Решетов Д. Н. Детали машин / Д. Н. Решетов. – М.: Машиностроение, 1989.
5. Заблонський К. І. Деталі машин / К. І. Заблонський. – АстроПринт, 1999.
6. Дунаев П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. – М. : Высшая школа, 1985.

ВАЛИ ТА ОСІ МЕХАНІЧНИХ ПЕРЕДАЧ

Руденко А.Ю., студент гр. Ен 2/1

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник к.т.н., доц. Іванов Г.О.

Анотація

Наведені основні призначення валів то осей, аналіз машинобудівних матеріалів, що застосовуються для їх виготовлення. Наведено послідовності їх проектного і перевірного розрахунків. Приведені формули для визначають запасів втомної міцності по згину і крученню.

Annotation

The main purpose of the shafts the axes, analysis of engineering materials used to manufacture them. Given the consistency of design and checking calculations. The formulas for determining reserves of the fatigue strength in bending and torsion.

Загальні відомості та класифікація. На вали та осі становлюються деталі, що обертаються: зубчасті колеса, шків, зірочки та ін. Вал призначений для передачі крутного моменту, що сприймається або передається, встановленим на валу деталями. При роботі машини вал випробовує згин і кручення, а в деяких випадках додатково розтяг або стиск. Вісь відрізняється від вала тим, що не передає крутного моменту.

Вали та осі підрозділяються на прямі, колінчасті та гнучкі. В даному курсі вивчаються тільки прямі вали та осі. Конструктивно прямі вали виконуються гладкими і ступінчастими. Частіше виконання валів буває ступінчастим, тобто діаметри ділянок вала до середини вала збільшуються. Приклад ступінчастого вала показаний на рис. 1.

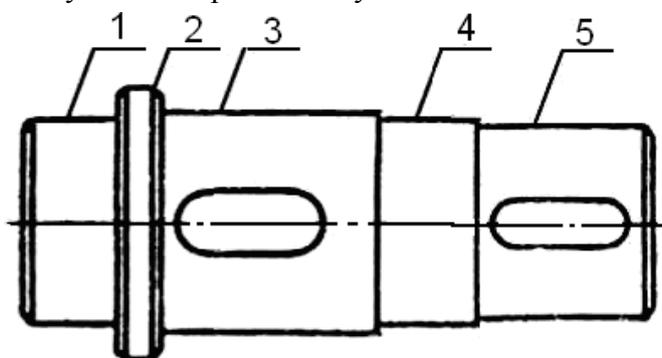


Рис. 1. Ескіз вала

Циліндричні поверхні ступенів мають різне призначення. Так, наприклад, у вала (рис. 1) поверхні 1 і 4 є опорними або цапфами, і служать для установки на них підшипників. Цапфа 4, розташована в середній частині вала, називається шийкою, а цапфа 1, що знаходиться в кінці вала, називається шипом. П'ятою називають торцеву поверхню цапфи, через яку на опору, звану під'ятником

передається осьове навантаження. На валу також виконані ступені 3 і 4, на яких встановлюються деталі. Ці поверхні іноді називають несучими поверхнями. Поверхня 2 – проміжна, служить для упору ступиці.

Як видно з рисунка, форма ступінчастого вала наближається до форми двоопорної балки рівного опору згину. Ступінчастість вала забезпечує зручність збірки механізму і приблизну рівність напружень по довжині вала.

З метою зменшення маси вали іноді виконують порожнистими. Наявність внутрішньої порожнини практично не впливають на міцність вала. Наприклад, якщо по осі вала виконаний отвір діаметром удвічі меншим зовнішнього діаметра вала, то його маса зменшується на 25%, а напруження згину і кручення за інших незмінних умов зростуть всього на 6%.

Матеріали валів. У разі застосування підшипників кочення вали та осі виготовляються переважно з вуглецевих і низьколегованих сталей марок 45, 40Х, 40 ХМ. Якщо вали та осі встановлені на підшипниках ковзання, то вони виготовляються з низьковуглецевих сталей 20, 20Х, 15ХНЗА. Цапфи таких валів і осей для підвищення зносостійкості піддають поверхневому зміцненню (цементації та гартуванню), шліфуванню і поліровці.

До типових видів руйнування валів відноситься втомний злам, що є слідством дії напружень, що циклічно змінюються, від згину і кручення. Напруження від розтягу або стиску звичайно бувають невеликими. Відповідно до цього основного виду розрахунку валів є розрахунок на втомленість.

Як відомо, втомна міцність визначається діючими навантаженнями, розмірами деталі, наявністю і видом концентраторів напружень, якістю обробки поверхні та ін. Вплив цих чинників важко врахувати на першій стадії проектування, тому розрахунок на втомну міцність виконують як перевірочний після розробки конструкції машини. Для попереднього визначення діаметра вала проводять проектувальний розрахунок, що носить умовний характер.

Критерії працездатності валів та осей. Основними критеріями працездатності валів та осей є міцність і жорсткість. Вали та осі, що обертаються при роботі, випробовують тим, що циклічно змінюються напруження. Міцність оцінюють коефіцієнтом запасу міцності при розрахунку валів та осей на опір втоми, а жорсткість – прогинанням, кутами повороту або закручення перетинів в місцях установки деталей. Практикою встановлено, що руйнування валів та осей швидкохідних машин в більшості випадків носить втомний характер, тому основним є розрахунок на опір втомленості.

Основними розрахунковими силовими чинниками є моменти: крутні T і згинаючі M . Вплив сил, що розтягують і стискають, на міцність не велике та їх в більшості випадків не враховують.

Проектний розрахунок валів. При проведенні проектувального розрахунку враховують дію тільки крутного моменту T , оскільки величина згинаючого моменту M визначається розмірами вала і може бути найдена тільки після розробки конструкції машини в цілому. Дія згинаючого моменту, яка може бути більш істотною в порівнянні з крутним, вплив концентраторів напружень та інших чинників, що зменшують міцність, при проектувальному розрахунку, приблизно враховують значним зниженням допустимих дотичних напружень $[\tau]$. В результаті розрахунку звичайно визначають діаметр кінцевої ділянки вала.

Для проміжних валів визначають діаметр під деталлю, встановлюваною на валу. Решта діаметрів валів визначається при конструюванні.

Виходячи з умови $\tau < [\tau]$ і рахуючи момент опору площі поперечного вала рівним

$$W = \pi d^3 / 16 \approx 0,2 \cdot d^3, \text{ одержують формулу:}$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{T}{0,2[\tau]}}, \quad (1)$$

де: $[\tau]$ – допустимі дотичні напруження, які звичайно приймають для валів редукторів в межах (15...20) МПа.

Існує стандарт, що встановлює значення діаметрів вихідних ділянок валів редукторів залежно від величини крутного моменту, що передається і міцнісних характеристик матеріалу вала, визначуваних через твердість (ГОСТ 24266-80). Цей же стандарт визначає конструкцію кінцевих ділянок валів і усі їхні розміри. Сам проектувальний розрахунок вхідного і вихідного валів фактично зводиться до знаходження розмірів кінцевих ділянок всіх валів по стандарту. Завдяки застосуванню вказаного стандарту скорочується число типорозмірів муфт, що використовуються для з'єднання валів.

Перевірочний розрахунок валів. Вали перевіряються на міцність, жорсткість, а у ряді випадків на коливання (критичну частоту обертання). Задачею перевірконого розрахунку на міцність є визначення запасу втомної міцності в перетині вала, де цей запас мінімальний, і в порівнянні отриманого запасу допустимої міцності, тобто критерієм міцності вала є виконання умови $S \geq S_{\min}$.

В процесі перевірконого розрахунку приймаються наступні допущення:

- діючі на вал розподілені навантаження замінують зосередженими силами;
- навантаження, що передаються на вал з боку надітих на нього деталей, приймають прикладеними в середині ширини ступиці;
- вальниці розглядають як шарнірні опори, одна з яких вважається нерухомою;
- сам вал вважають шарнірно опорним круглим брусом, що працює на згин і кручення;
- впливом сили тяжкості валів і надітих на нього деталей, як правило, нехтують.

Як приклад на рис. 2, а, б приведена схема навантаження вала одноступінчастого редуктора.

В середині кінцевих ділянок вхідного і вихідного валів прикладаються так звані консольні навантаження, що виникають від неточностей монтажу, неминучих при з'єднанні валів.

Величини консольних навантажень визначаються за емпіричною формулою

$$F_M = (120 - 280)\sqrt{T}, \quad (2)$$

де: F_k – консольне навантаження, Н; T – момент на валу, Нм.

В загальному випадку вали навантажені просторовою системою сил, тому епюри згинаючих моментів, необхідні для проведення розрахунку, будують в двох взаємно перпендикулярних площинах, що проходять через вісь симетрії вала.

Побудову епюр проводять на основі схеми навантаження прийомами, висловлюваними в курсі опору матеріалів.

Заздалегідь в кожній з площин визначають складові реакції опор. Для визначення цих складових використовуються два рівняння моментів щодо опор, а рівняння в проекціях на ось, перпендикулярно осі вала, застосовують для контролю правильності проведених обчислень.

Зразковий вид епюр згинаючих моментів M_z і M_y , діючих на вал в площинах $хоу$ і $хоз$ відповідно, показані на рис. 2, в, г. Там же показана епюра результуючого згинаючого

моменту M_{Σ} , що є геометричною сумою моментів M_x і M_y . Величина цього моменту обчислюється за формулою:

$$M_{\Sigma} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2}. \quad (3)$$

При прийнятих допущеннях епюри M_x і M_z лінійні, але епюра M_{Σ} в загальному випадку нелінійна і є просторовою; проте цією обставиною можна нехтувати, вважати її шматково-лінійною і будувати епюру M_{Σ} по точках, в яких епюри M_x і M_z мають злами.

Під епюрою M_{Σ} показана епюра крутного моменту і схематичне креслення вала. Зіставляючи епюри з кресленням вала, можна намітити розрахункові перетини, які ймовірно можуть бути небезпечними перетинами вала. В одному з цих перетинів запас втомної міцності буде якнайменшим. Цей перетин називається небезпечним.

При виборі розрахункових перетинів керуються значеннями крутних і згинальних моментів, розмірами і формою поперечного перетину вала, наявністю концентраторів напружень (канавок, виточок, шпонкових пазів, посадок та ін.), якістю (чистотою) обробки поверхні. Однозначно визначити небезпечний перетин без проведення розрахунків в декількох перетинах, як правило, не представляється можливим.

В даному прикладі як розрахункові доцільно розглянути перетини I-I і II-II. В перетині I-I діє максимальний згинаючий момент (M_{Σ}^{\max}), є концентратори напружень у вигляді шпонкового паза, посадки з натягом; в перетині II-II діє також значний згинаючий момент і концентратори напружень у вигляді переходів від одного діаметра до іншого, а також посадка з натягом.

В кожному з розрахункових перетинів обчислюють напруження згину $\sigma_{зг}$, стиску або розтягу σ і кручення τ :

$$\sigma_{зг} = M_{\Sigma}/W_{зг}; \quad \sigma = F_a/A; \quad \tau = T/W_{кр}. \quad (4)$$

Для поперечного перетину у формі кола діаметром d існує наступна залежність

$$W_{зг} = 0,1d^3; \quad W_{кр} = 2 W_{зг}; \quad A = \pi d^2/4. \quad (5)$$

Знайдені напруження є початковими для визначення амплітудних σ_a , τ_a і середніх σ_m , τ_m напружень циклів навантаження вала від згину і кручення.

Звичайно вал обертається щодо нерухомих векторів зовнішнього навантаження.

При цьому напруження згину міняються по симетричному циклу, тобто $\sigma_a = \sigma_{зг}$, $\sigma_m = 0$.

Напруження стиску або розтягу будуть малі, тобто $\sigma = 0$. Напруження від кручення змінюються тільки при зміні величини крутного моменту на перехідних режимах, при зупинках і пусках і зміні напрямку обертання вала (реверсі). Проте, в практиці розрахунків звичайно приймають, що при нереверсивному навантаженні дотичні напруження змінюються по пульсуючому (віднулевому) циклу, тобто

$$\tau_a = \tau/2; \quad i\tau_a = \tau_m/2. \quad (6)$$

А при реверсивному навантаженні – по симетричному циклу, тобто

$$\tau_a = \tau; \quad i\tau_a = \tau_m = 0. \quad (7)$$

Більш детально порядок перевірконого розрахунку вала висловлюється в посібниках, тут лише вкажемо загальний підхід до розрахунку.

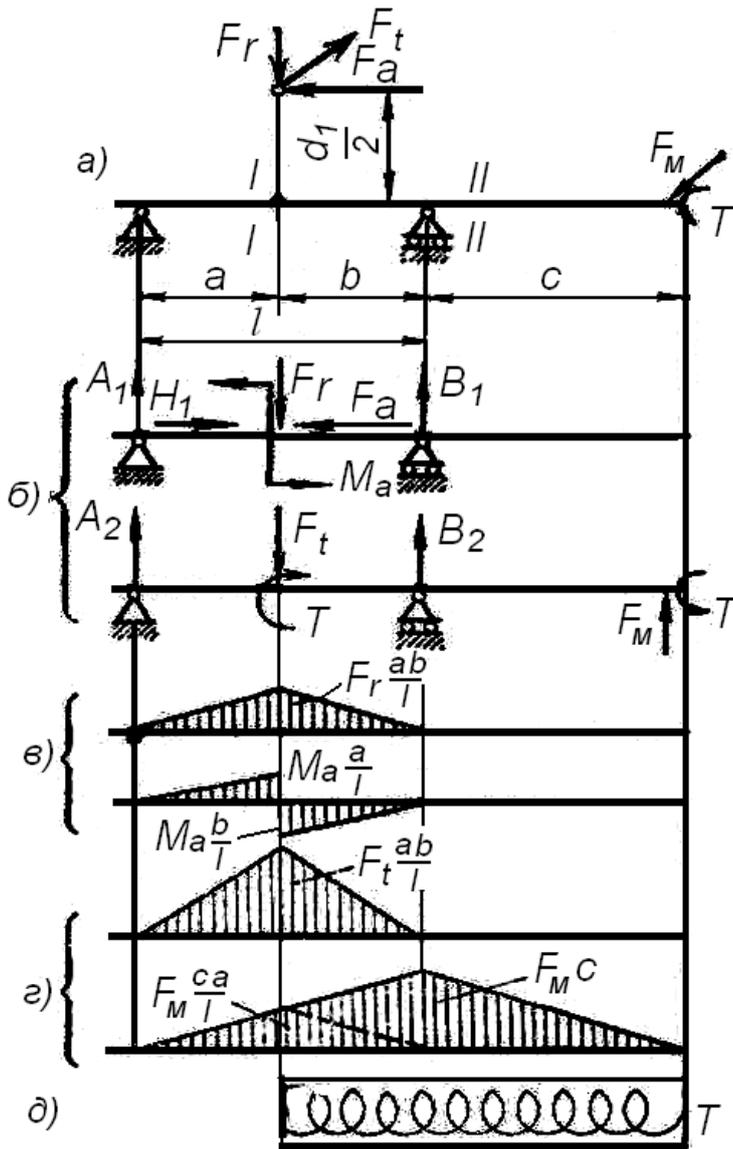


Рис. 2. Розрахункова схема і епюри моментів

Знаючи марку матеріалу і вид термообробки вала, визначають характеристики втомної міцності матеріалу вала, тобто межі втомної міцності σ_{-1} і τ_{-1} і значення коефіцієнтів ψ_σ і ψ_τ , що враховують дію середніх напружень циклу.

При орієнтовних розрахунках і відсутності даних можна приймати для сталей:

$$\sigma_{-1} = (0,4 - 0,46)\sigma_B; \tau_{-1} = 0,6\sigma_{-1}. \quad (8)$$

Для середньовуглецевих сталей можна приймати $\psi_\sigma = 0,1$, $\psi_\tau = 0,05$; для легованих сталей – $\psi_\sigma = 0,30$, $\psi_\tau = 0,10$.

Після конструювання вала, тобто визначення його форми, розмірів, якості обробки та ін., використовуючи довідкові таблиці, визначають значення коефіцієнтів, що враховують вплив на міцність вала концентраторів напружень, розмірів вала та обробки поверхні.

Маючи ці дані, обчислюють значення коефіцієнтів $K_{\sigma д}$ і $K_{\tau д}$, які враховують комбіновану дію різних чинників на зниження меж витривалості. Потім в кожному з вибраних перетинів визначають

запаси втомної міцності по згину s_σ і крученню s_τ за формулами

$$S_\sigma = \sigma_{-1} / (\sigma_a \cdot K_{\sigma д} + \sigma_m \cdot \psi_\sigma); \quad (9)$$

$$S_\tau = \tau_{-1} / (\tau_a \cdot K_{\tau д} + \tau_m \cdot \psi_\tau). \quad (10)$$

Потім визначають загальний запас втомної міцності s за формулою:

$$S = S_\sigma \cdot S_\tau / \sqrt{S_\sigma^2 + S_\tau^2}. \quad (11)$$

В небезпечному перетині повинна виконуватися умова:

$$S \geq S_{\min}. \quad (12)$$

Оптимально проєктований вал повинен мати запас втомної міцності дещо більший 1,5. Якщо він істотно перевищує вказаний, то це свідчить про те, що конструкція валу перевантажена і з метою зниження металоємності машини її слід переробити. Проте, часто це неможливо, оскільки розміри вала визначаються його жорсткістю або вантажопідйомністю і розмірами встановлюваних на вал підшипників.

Література:

1. Пастушенко С. І. Курсове проектування деталей машин / С. І. Пастушенко, О. В. Гольдшмідт, В. Ф. Ярошенко. – К. : Аграрна освіта, 2003. – 240 с.
2. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин / В.Т.Павлице. – Львів: Афіша, 2003. – 560 с.
3. Иванов М.Н. Детали машин. Курсовое проектирование / М. Н. Иванов, В. Н. Иванов. – М. : 1975.
4. Решетов Д. Н. Детали машин / Д. Н. Решетов. – М.: Машиностроение, 1989.
5. Заблонський К. І. Деталі машин / К. І. Заблонський. – АстроПринт, 1999.
6. Дунаев П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. – М. : Высшая школа, 1985.

УДК 620.178.3

**ЦИКЛИ НАВАНТАЖЕННЯ І РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ
ПО ДОПУСТИМИМ НАПРУЖЕННЯМ**

Череповська А.С., студентка гр. Ен 2/1

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник к.т.н., доц. Іванов Г.О.

Анотація

Приведений аналіз циклів, по яким працюють деталі машин під навантаженням. Визначено, яку характеристику матеріала приймають га граничну і в яких межах знаходиться коефіцієнт зменшення граничного напруження. Наведено формули для визначення допустимих напружень і коефіцієнтів запасів міцності (за нормальними, дотичними напруженнями і загальний).

Annotation

The analysis of the cycles, which are parts of machines under load. Determined which characteristic of the material accept ha limit and to what extent is the reduction factor for ultimate stress. The formulas for determining allowable stresses and factors of safety (normal, tangential stresses and General).

Після того, як конструкція машини і механізму обрана, матеріал призначений, встає питання о розрахунку деталей на міцність.

Найбільш розповсюдженим в даний час методом оцінки міцності деталей машин є порівняння діючих максимальних напружень в деталях з безпечними, тобто допустимими $[\sigma]$, $[\tau]$ і умова міцності запишеться у такому вигляді:

$$\sigma_{\max} \leq [\sigma], \tau \leq [\tau].$$

Розглянемо цикли роботи деталей машин.

В деталях машин під навантаженням виникають змінні за часом і постійні напруження.

Постійний цикл. Постійні напруження можна надати графіком (рис. 1).

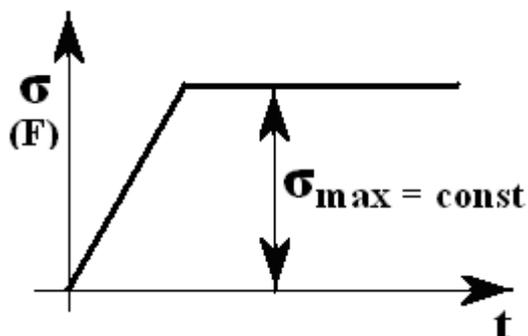


Рис. 1. Графік постійного циклу

По постійному циклу розраховуються інженерні конструкції (будинки, споруди і т.п.) і деталі машин, у яких число змін напружень не більше ніж 10^3 циклів за весь строк служби (болти, вали турбін і т.п.).

Симетричний цикл. Навантаження або напруження змінюються від σ_{\max} до σ_{\min} причому $|\sigma_{\max}| = |\sigma_{\min}|$ (рис. 2).

Середнє напруження циклу:

$$\sigma_m = (\sigma_{\max} + \sigma_{\min})/2 = 0.$$

Амплітуда циклу:

$$\sigma_a = (\sigma_{\max} - \sigma_{\min})/2 = \sigma_{\max}.$$

Крім того, цикли характеризуються коефіцієнтом асиметрії:

$$r = \sigma_{\min} / \sigma_{\max}.$$

Для симетричного циклу: $r = |-\sigma_{\min}| / |\sigma_{\max}| = -1$.

За таким циклом працюють вали і осі від нормальних напружень, реверсивні зубчасті передачі.

Пульсуючий цикл. Напруження або навантаження змінюється від нуля до F_{\max} (рис. 3).

Середнє напруження циклу:

$$\sigma_m = (\sigma_{\max} + \sigma_{\min})/2 = \sigma_{\max}/2.$$

Амплітуда циклу:

$$\sigma_0 = (\sigma_{\max} - \sigma_{\min})/2 = \sigma_{\max}/2.$$

Коефіцієнт асиметрії циклу:

$$r = \sigma_{\min} / \sigma_{\max} = 0 / \sigma_{\max} = 0.$$

По пульсуючому циклу працюють нереверсивні зубчасті передачі, крюки вантажо-підйомних машин і всі деталі поліспастів.

Асиметричний цикл. Напруження змінюється від $+\sigma_{\max}$ до $-\sigma_{\max}$ причому за абсолютною величиною вони не рівні (рис. 4).

Тут коефіцієнт асиметрії дорівнює величині, що відрізняється від нуля і ± 1 .

За асиметричним циклом роботають більшість деталей машин, наприклад, пальці поршнів ДВЗ і компресорів і т.п.

Допустимими напруженнями є:

$$[\sigma] = \sigma_{\text{гран}}/K; [\tau] = \tau_{\text{гран}}/K,$$

де: K – коефіцієнт зменшення граничного напруження.

Тут необхідно дати відповідь на запитання, що брати за $\sigma_{\text{гран}}$ і $\tau_{\text{гран}}$ і в яких межах призначати коефіцієнт K залежно від тих чи інших умов.

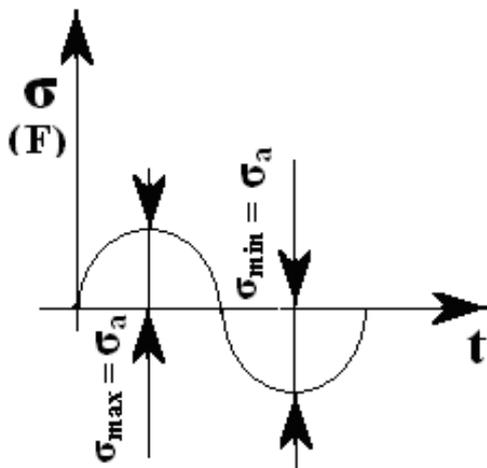


Рис. 2. Графік симетричного циклу

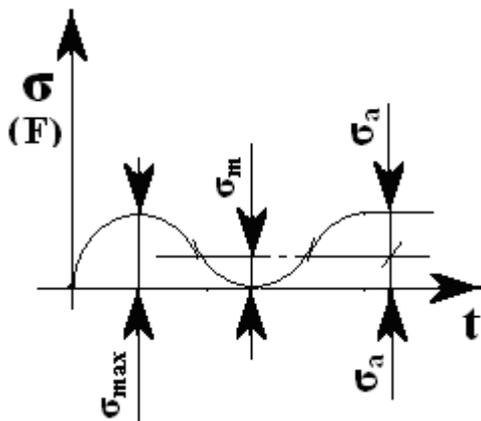


Рис. 3. Графік пульсуючого циклу

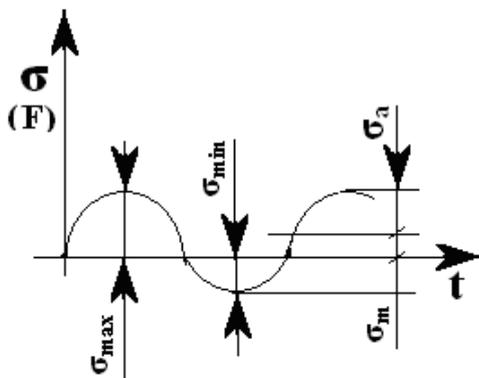


Рис. 4. Графік асиметричного циклу

При роботі деталей, що мають постійне навантаження, руйнування настає при досягненні границі текучості σ_T (для пластичних матеріалів) або границі міцності σ_B (для хрупких матеріалів). Тобто, у першому випадку ми будемо брати за $\sigma_{гран}$ границю текучості, то у другому - границю міцності.

Коли деталі працюють по якимось змінним циклам, то руйнування настає після того, як деталь зробила велике число циклів. Характер руйнування зв'язаний з утворенням і розвитком тріщин.

О такому руйнуванні говорять, що настає границя втоми. В такому випадку за граничне напруження слід брати границю втоми.

Що таке втома і границя втоми?

Втома є видом руйнування матеріалу, яке відбувається протягом довготривалого часу під дією циклічно змінних навантажень пари рівні напружень, які не приводять до руйнування при статичному навантаженні. Загальний механізм руйнування від втоми ще повністю не встановлений, хоча відомо, що при циклічній дії напружень в металі діються необратимі фізичні процеси, що приводять вже з перших циклів навантаження до послаблення зв'язків кристалічної решітки. Це підтверджується зниженням модуля пружності E на різних стадіях деформації.

Руйнування від дії циклічно навантажень, що змінюються, (втоми) було відмічено на початку 19 століття.

Явищем руйнування металів від циклічних навантажень розпочинають займатися з середини 19 століття. Так, французький інженер А.Велер з 1852 року протягом 17 років займався явищем втоми. Він займався дослідженням роботи вагонних осей в лабораторних умовах у зв'язку з їх частими виходами із

ладу на Баварській залізниці.

В результаті систематичних досліджень А. Велер отримав залежність напруження згину при симетричному навантаженні вагонних осей від числа циклів N , причому, зменшую напруження, він встановив, що осі витримували $6 \cdot 10^6$ циклів і подальше збільшення їх числа не визивало руйнування деталі.

Напруження, при якому деталь витримує, не руйнуючись, приблизно 10^7 циклів, називається подовженою межею втоми (рис. 5) або просто границею втоми.

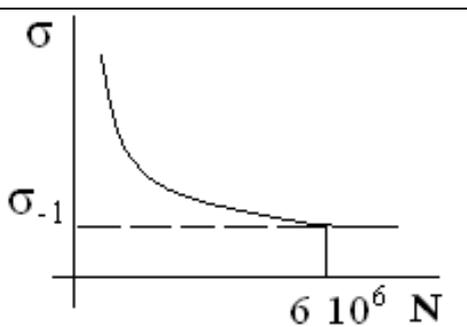


Рис. 5. До поняття границі втоми

Межу втоми прийнято позначати σ_{-1} , так як Велер досліджував руйнування при симетричному циклі. Втоме руйнування зв'язане з утворенням тріщин і розрихлення кристалічної решітки.

Таким чином, повертайсь до граничних напружень, в якості граничного напруження симетричного циклу приймаємо границю втоми σ_{-1} .

Для пульсуючого циклу границя втоми позначається σ_0 . Тут 0 вказує, що коефіцієнт асиметрії цього циклу $r = 0$ і границя втоми визначається за експериментально

встановленої залежності: $\sigma_0 = (1,4 - 1,7) \sigma_{-1}$.

Границя втомиасиметричного циклу σ_r визначається для конкретного матеріалу і встановлюється із будови діаграми граничних напружень Сміта.

Тепер, коли ми встановили, що брати (яку механічну характеристику матеріалу) за $\sigma_{\text{гран}}$, подивимося, як визначити величину коефіцієнта зменшення граничного напруження K , що включає в собі цей коефіцієнт.

Коефіцієнт K враховує конкретні умови роботи деталі і включає в себе ряд факторів, що впливають на величину допустимого напруження, а саме:

1.Фактор, що враховує стан поверхні деталі – коефіцієнт β :

для полірованих деталей $\beta = 1,0$; для деталі, грубо обробленої різцем $\beta = 0,95$; для цементованої поверхні або обкатаної роликми $\beta = 1,2 - 1,3$.

2.Фактор, що враховує розміри деталі – масштабний фактор ϵ_σ і ϵ_r .

Досвідом встановлено, що зі збільшенням абсолютних розмірів деталі межа втоми знижається. Ця обставина була встановлена ще у 1920 році. Однак, на сьогоднішній час повністю причина збільшення напружень при збільшенні розмірів деталі ще не з'ясована.

3.Фактор точності розрахунку s_1 , тобто наскільки точно визначені діючі сили, і наскільки вірні розрахункові залежності.

Значення коефіцієнта s_1 коливається в межах від 1,0 до 1,5.

4.Фактор, що враховує якість матеріалу і, в частості, його пластичність s_2 : $s_2 = 1,4$ при $\sigma_r/\sigma_B = 0,5$; $s_2 = 1,8$ при $\sigma_r/\sigma_B = 0,9$.

5.Фактор, що враховує форму деталі – ефективний коефіцієнт концентрації місцевих напружень K_σ і K_r .

У місцях різкого змінення перерізу (форми деталі) розподілення напружень по перерізу приймає своєобразний характер, причому з'являються нові додаткові напруження. Внаслідок чого звичайні розрахункові формули становляться невірними.

Для розрахунку K_σ і K_r . використовують емпіричні залежності.

Найвища концентрація місцевих напружень спостерігається в болтових з'єднаннях.

Наприклад, для болта з $\sigma_a = 1000$ МПа $K_\sigma = 6,2$;

при $\sigma_a = 800$ МПа $K_\sigma = 4,8$; при $\sigma_a = 400$ МПа $K_\sigma = 3,0$.

Машинобудівники накопичили відомий досвід боротьби з концентрацією місцевих напружень. Так, подовження перехідної кривої зменшує K_σ і K_r . Галтель потрібно очерчувати не

дугою кола, а по еліпсу. Поверхневий шар слід зміцнювати, робити розвантажувальні надрізи і т.п.

6. Відповідальність деталі враховується коефіцієнтом безпеки, котрий призначається в межах $s_3 = 1,0 - 1,5$.

Тепер ми можемо скласти розрахункові формули.

Постійне навантаження:

$$[\sigma] = \sigma_T / (s \cdot K_\sigma); \quad [\tau] = \sigma_B / (s \cdot K_\sigma),$$

де: $s = s_1 s_2 s_3$.

Симетричне навантаження:

$$[\sigma_{-1}] = \sigma_{-1} \cdot \varepsilon_\sigma \cdot \beta / (s \cdot K_\sigma); \quad [\tau_{-1}] = \tau_{-1} \cdot \varepsilon_\tau \cdot \beta / (s \cdot K_\tau).$$

Пульсуюче навантаження:

$$[\sigma_0] = \sigma_0 \cdot \varepsilon_\sigma \cdot \beta / (s \cdot K_\sigma); \quad [\tau_0] = \tau_0 \cdot \varepsilon_\tau \cdot \beta / (s \cdot K_\tau).$$

Асиметричне навантаження:

$$[\sigma_r] = \sigma_r \cdot \varepsilon_\sigma \cdot \beta / (s \cdot K_\sigma); \quad [\tau_r] = \tau_r \cdot \varepsilon_\tau \cdot \beta / (s \cdot K_\tau).$$

Коефіцієнт запасу міцності. При розрахунку деталей машин на міцність дуже важливо знати запас міцності во всіх характерних перерізах вала, осі, тяги і т.п.

Під коефіцієнтом запасу міцності розуміють відношення граничних напружень до амплітуди циклу:

$$S_\sigma = \sigma_{-1} / \sigma_a = \sigma_0 / \sigma_a = \sigma_r / \sigma_a; \quad S_\tau = \tau_{-1} / \tau_a = \tau_0 / \tau_a = \tau_r / \tau_a.$$

При складному напруженні для пластичних матеріалів краще всього підходить гіпотеза найбільших дотичних напружень, тоді:

$$\sigma_{-1} = \sqrt{\sigma_a^2 + 4\tau_a^2}.$$

Для згину і кручення:

$$\sigma_{-1} = \sqrt{\sigma_a^2 + [(\sigma_m^2 \cdot \tau_a^2) / \tau_a^2]}.$$

Після перетворень маємо:

$$S = S_\sigma \cdot S_\tau / \sqrt{S_\sigma^2 + S_\tau^2}.$$

Для асиметричного циклу:

$$S_\sigma = \sigma_{-1} / (\sigma_a \cdot K_{\sigma d} + \sigma_m \cdot \psi_\sigma).$$

При дії дотичних напружень відповідне рівняння має вигляд:

$$S_\tau = \tau_{-1} / (\tau_a \cdot K_{\tau d} + \tau_m \cdot \psi_\tau).$$

Кожний із запасів міцності співставляється з відповідними мінімально допустимими значеннями, що визначаються на основі практики розрахунків і спостережень за машинами при експлуатації.

Величини необхідних запасів міцності приймаються:

– при підвищеній точності розрахунку, при достатньої однорідності матеріалу і якості технологічних процесів $s = 1,3 - 1,7$;

– для звичайної точності розрахунку і помірної однорідності матеріалу $s = 1,7 - 2,0$;

– при зниженій точності розрахунку і помірної однорідності матеріалу, особливо для литих деталей і значних розмірах $s = 2,0 - 3,0$.

Значення коефіцієнтів чутності матеріалу ϕ_σ і ϕ_τ визначають за встановленою залежністю $\phi_\sigma = 0,06 - 0,12$.

При відсутності точних значень коефіцієнт рекомендується приймати $\phi_{\sigma} = \phi_{\tau}$.

Література:

1. Пастушенко С. І. Курсове проектування деталей машин / С. І. Пастушенко, О. В. Гольдшмідт, В. Ф. Ярошенко. – К. : Аграрна освіта, 2003. – 240 с.
2. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунків деталей машин / В.Т.Павлище. – Львів: Афіша, 2003. – 560 с.
3. Иванов М.Н. Детали машин. Курсовое проектирование / М. Н. Иванов, В. Н. Иванов. – М. : 1975.
4. Решетов Д. Н. Детали машин / Д. Н. Решетов. – М.: Машиностроение, 1989.
5. Заблонський К. І. Деталі машин / К. І. Заблонський. – АстроПринт, 1999.
6. Дунаев П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. – М. : Высшая школа, 1985.

УДК 62-233.3

**ТОЧНІСТЬ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС
ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ЯКІСТЬ ПЕРЕДАЧІ**

Кобиляцький М.В., студент гр. Ен 2/1

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник к.т.н., доц. Иванов Г.О.

Анотація

Розглянути основні помилки виготовлення зубчастих коліс. Проведений аналіз видів руйнування зубів. Доведено, що розрахунки по контактних напруженнях, що застерігають викришування зубів, отримали застосування в практиці конструювання.

Annotation

To consider the basic errors of manufacturing of gear wheels. Prevedeni analysis of the types of tooth decay. It is proved that the calculations for contact pressure, a warning chipping of the teeth received the application in practice of design.

Основними помилками виготовлення зубчастих коліс є: помилка кроку і форми профілю зубів, помилка у напрямі зубів щодо утворюючої ділильного циліндра.

Помилка кроку і профілю порушує кінематичну точність і плавність роботи передачі. В передачі зберігається постійним тільки середнє значення передаточного відношення і. Миттєві значення і в процесі обертання змінюються.

Коливання передаточного відношення особливо небажані в кінематичних ланцюгах, що виконують стежачі, ділильні і вимірювальні функції. В силових швидкохідних передачах з помилками кроку і профілю пов'язані додаткові динамічні навантаження, удари і шум в зачепленні.

Помилки у напрямі зубів в поєднанні з перекосом валів викликають нерівномірний розподіл навантаження по довжині зуба.

Точність виготовлення зубчастих передач регламентується державним стандартом (ГОСТ 1643-89), який передбачає 12 ступенів точності. Кожний ступінь точності характеризується трьома показниками:

1) нормою кінематичної точності, що регламентує найбільшу погрішність передаточного відношення або повну погрішність кута повороту зубчастого колеса в межах одного обороту (в зачепленні із еталонним колесом);

2) нормою плавності роботи, що регламентує циклічні помилки передаточного відношення або кута повороту, що багато разів повторюються, в межах одного обороту;

3) нормою контакту зубів, регламентуючої помилки виготовлення зубів і збірки передачі, впливаючи на розміри плями контакту в зачепленні (розподіл навантаження по довжині зуба).

Ступінь точності вибирають залежно від призначення і умов роботи передачі, в першу чергу залежно від коллоїдної швидкості. Найбільше розповсюдження мають 6, 7, 8 і 9 ступені точності.

Щоб уникнути заклинювання зубів в зачепленні повинен бути боковий зазор. Розмір зазору регламентується видом сполучення зубчастих коліс. Згідно ГОСТ 1643-89 встановлюється шість видів сполучень, що позначаються А, В, С, D, Е, Н, при яких реалізуються по величині гарантовані зазори, і вісім допусків на боковий зазор: x , y , z , a , b , c , d , h . Позначення дані в порядку убавання величини гарантованого зазору і допуску на зазор. Тут x , y , z – додаткові допуски.

Оскільки величина бокового зазору залежить від зміни міжосьової відстані, ГОСТ 1643-89 встановлює шість класів відхилень міжосьової відстані, що позначаються в порядку убавання точності цифрами від I до VI. Наприклад, для сполучень Н і Е відповідає II клас точності міжосьової відстані.

Умовне позначення точності зубчастого колеса включає групу цифр – ступені точності і групу букв – види сполучень і допуски на них. Наприклад: 7-6-7-Вх ГОСТ 1643-81, означає: 7 – ступінь точності за нормами кінематичної точності; 6 – за нормами плавності; 7 – за нормами контакту; В – вид сполучення, х – вид допуску на сполученні.

Види руйнування зубів. При передачі крутного моменту в зачепленні окрім нормальної сили F_n виникає сила тертя $F_{тр} = F_n f$, дія якої виявляється при ковзанні профілів. Під дією цих сил матеріал зуба знаходиться в складному напруженому стані. На робочих поверхнях виникають періодичні контактні напруження σ_H , в перетинах зуба – періодичні нормальні напруження згину σ_F . Для кожного зуба ці напруження не є постійно діючими. Вони змінюються в часі по деякому перевчистому віднульовому циклу.

Час дії σ_F за один оборот колеса t_1 дорівнює тривалості зачеплення одного зуба t_2 . Напруження σ_H діє ще менше часу. Цей час дорівнює тривалості перебування в зачепленні даної точки поверхні зуба з урахуванням зони розповсюдження контактних напружень.

Змінність напружень є причиною втомного руйнування зубів: поломки зубів від напруження згину та викришування поверхні від контактних напружень.

Розрізняють два види поломки зубів: поломка від великих перевантажень ударної або статичної дії; втомна поломка, що походить від дії змінних напружень протягом порівняно тривалого терміну служби. Для попередження втомних поломок особливе значення мають заходи по усуненню концентраторів напружень (рисок від обробки, раковин, тріщин та ін.).

Загальні заходи попередження поломки зубів – збільшення модуля, позитивний зсув при нарізуванні зубів, термообробка, наклеп, зменшення концентрації навантаження по краях (жорсткі вали, зуби із зрізуючими кутами).

Пошкодження поверхні зубів. Всі види пошкодження поверхні зубів (рис. 1) пов'язані з контактними напруженнями і тертям.

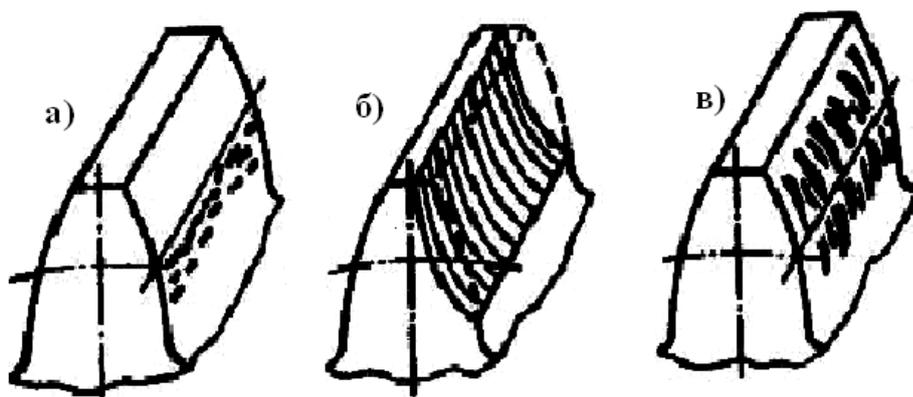


Рис. 1. Види пошкодження поверхні зубів

Втомне викришування відконттактних напружень (рис. 1,а) є основним видом руйнування поверхонь зубів закритих передач, із доброю змазкою.

Викришування (спочатку утворюються оспини, потім раковини) починається поблизу полюсної лінії на ніжках зубів, там, де навантаження передається однією парою зубів, а ковзання і перекочування зубів направлено так, що масло запресовується в тріщини і сприяє викришуванню матеріалу.

Основні заходи попередження викришування: підвищення твердості матеріалу шляхом термообробки; підвищення ступеня точності, особливо по нормі контакту зубів.

Абразивний знос (рис. 1, б) є основною причиною виходу з ладу передач при поганій змазці. Це, як правило, відкриті передачі або погано захищені від пилу закриті передачі. Основні заходи попередження зносу – підвищення твердості поверхні зубів, захист від забруднення, застосування спеціальних мастил.

Заїдання (рис. 1, в) спостерігається переважно у високонавантажених і високо-швидкісних передачах. В місцях стикання зубів цих передач розвивається висока температура, сприяюча розриву масляної плівки і утворенню металевому контакту. Тут відбувається як би зварювання частинок металу з подальшим відривом їх від менш міцної поверхні. Нарости, що утворилися, задирають робочі поверхні зубів у напрямі ковзання. Заходи попередження заїдання – ті ж, що і проти зносу. Бажано фланкування зубів (зріз верхніх кромek зуба) та інтенсивне охолодження мастила.

Із всіх видів руйнування поверхні зубів найбільш поширено і вивчено викришування. Це дозволило виробити норми допустимих контактних напружень, що знімають викришування протягом заданого терміну служби. Розрахунки по контактних напруженнях, що застерігають викришування, отримали застосування в практиці конструювання.

В сучасній методиці розрахунків з двох напружень σ_H і σ_F в якості основних в більшості випадків прийняті контактні напруження, оскільки в межах заданих габаритів коліс σ_H залишаються постійними, а σ_F можна зменшити шляхом збільшення модуля.

Література:

1. Пастушенко С. І. Курсове проектування деталей машин / С. І. Пастушенко, О. В. Гольдшмідт, В. Ф. Ярошенко. – К. : Аграрна освіта, 2003. – 240 с.
2. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин / В.Т.Павлище. – Львів: Афіша, 2003. – 560 с.
3. Іванов М.Н. Детали машин. Курсовое проектирование / М. Н. Іванов, В. Н. Іванов. – М. : 1975.
4. Решетов Д. Н. Детали машин / Д. Н. Решетов. – М.: Машиностроение, 1989.
5. Заблонський К. І. Деталі машин / К. І. Заблонський. – АстроПринт, 1999.
6. Дунаев П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. – М. : Высшая школа, 1985.

УДК 621.81:621.713:621.793/795

РОЗРАХУНОК ДОПУСКІВ ФОРМИ І РОЗТАШУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ ВАЛІВ

Алеєв В.О., студент гр. М 4/2

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник к.т.н., доц. Іванов Г.О.

Анотація

Наведено приклад розрахунку допусків форми і розташування поверхонь валів: циліндричності, співвісності, перпендикулярності і паралельності посадкових поверхонь для підшипників кочення і зубчастого колеса. Приведений ескіз вала з вказанням баз і допусків форми і розташування поверхонь.

Annotation

The example of calculation of tolerances of form and position of surfaces of shafts: cylindricity, coaxiality, perpendicularity and parallelism Seating surfaces for bearings and gears. The above sketch of the shaft showing bases and tolerances of form and position of surfaces.

На складальній одиниці вихідного вала циліндричного редуктора (рис. 1) задано посадки колеса на вал і вальниць на вал і в корпус.

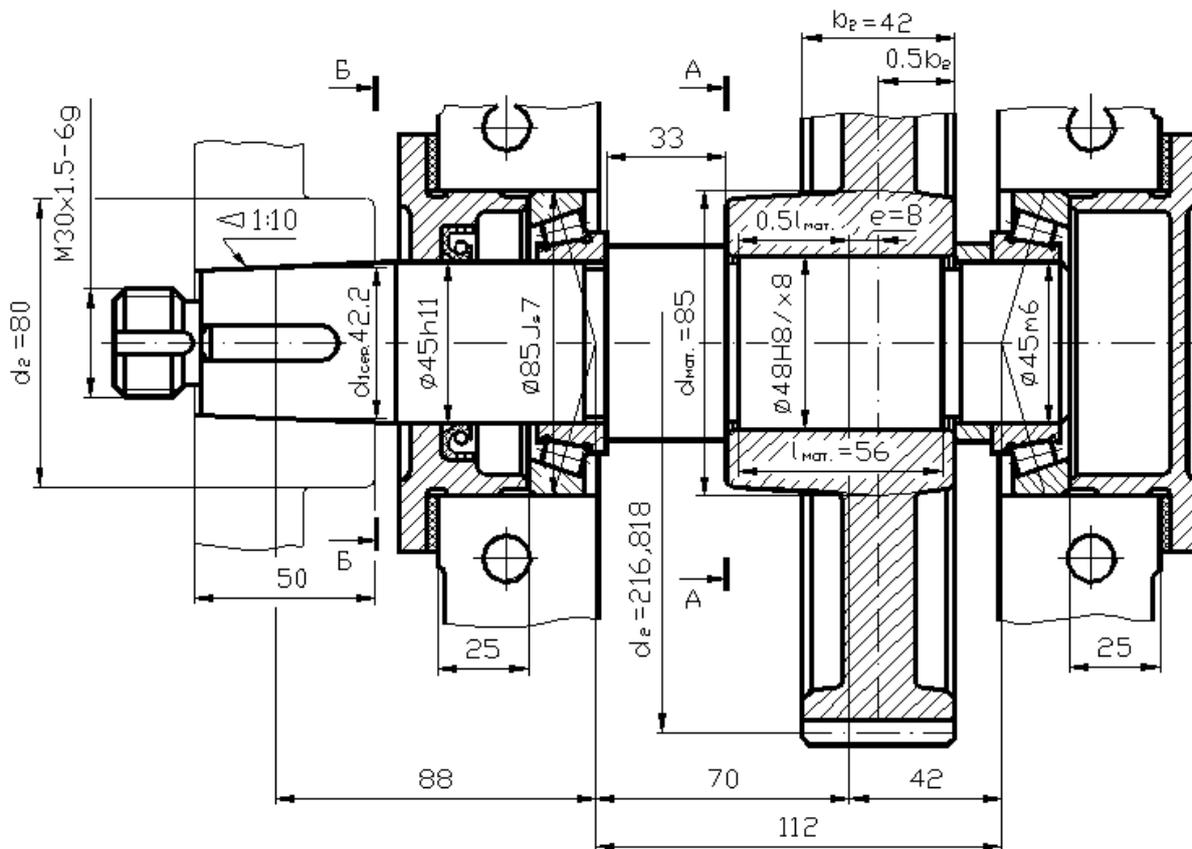


Рис. 1. Складання одиниця циліндричного редуктора

Осьовий розмір вала 33 мм входить у складальний розмірний ланцюг. Тому, що осьовий зазор в вальницях кочення регулюють компенсатором – набором прокладок, то згідно з рекомендаціями табл. 2.20 на розмір 33 мм призначено поле допуску h12. За даними табл. 2.19 призначаємо допуски форми і розташування поверхонь елементів вала.

1. Допуски циліндричності посадкових поверхонь:

для підшипників кочення $T = 0,3 \cdot t = 0,3 \cdot 16 = 4,85$ мкм або округлено $T = 0,005$ мм;

для зубчастого колеса $T = 0,3 \cdot t = 0,3 \cdot 39 = 11,7$ мкм або округлено $T = 0,012$ мм.

2. Допуски співвісності посадкових поверхонь:

для вальниць кочення за табл. 2.16;

для вальниць III групи на діаметрі $\varnothing 45$ мм за 5-м квалітетом (див. табл. 2.17[1]) допуск $T = 0,011$ мм, після округлення $T = 0,010$ мм;

для зубчастого колеса 8-го ступеня точності за табл. 2.17 на діаметрі $\varnothing 48$ мм за 6-м квалітетом допуск $T = 0,016$ мм;

для муфти допуск співвісності посадкової поверхні не призначаємо, тому що частота обертання вала менше 1000 об/хв.

3. Допуски перпендикулярності торців буртиків для базування:

вальниць кочення – за табл. 2.16: для вальниць III групи на діаметрі буртиків $\varnothing 52$ мм за 5-

м квалітетом допуск $T = 0,013$ мм. Після округлення $T = 0,012$ мм;

зубчастого колеса – тому що відношення довжини посадкової поверхні колеса, що дорівнює 56 мм, до діаметра $\varnothing 48$ мм більше 0,8, то допуск перпендикулярності до торця буртика вала для базування колеса не ставимо.

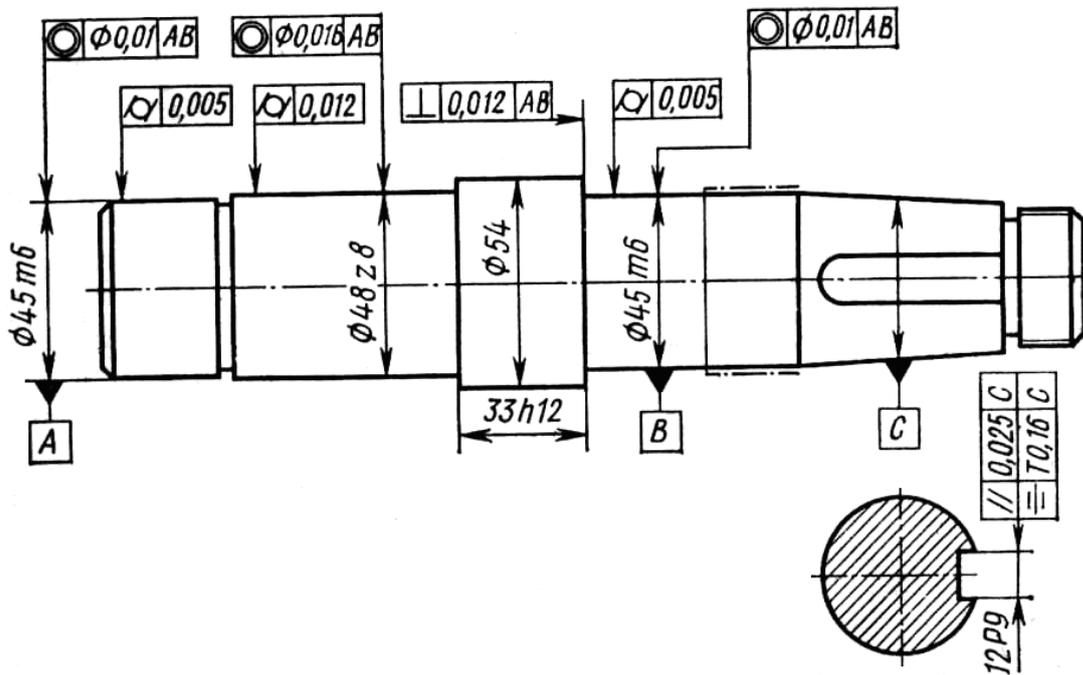


Рис. 2. Допуски форми і розташування поверхонь вала

4. Допуск радіального биття поверхні вала під манжетною не задаємо, тому що частота обертання вала менше 1000 об/хв.

5. Допуск паралельності й симетричності розташування шпонкового паза на кінці вала. За шириною паза 12 мм в частках від 9-го квалітету:

паралельності $T = 0,6 \cdot 43 = 25,8$ мкм, після округлення $T = 0,025$ мм;

симетричності $T = 4 \cdot 43 = 172$ мкм, після округлення $T = 0,16$ мм.

Ескіз вала з вказанням баз і допусків форми і розташування поверхонь наведено на рис. 2.

Література:

1. Практикум з дисципліни “Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. освіти / Г. О. Іванов, В. С. Шибанін, Д. В. Бабенко та ін.; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шибаніна. – К. : Видавництво „Аграрна освіта”, 2008. – 648 с.
2. Допуски і посадки: Довідник. У 2-х частинах, В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагінський. - 6-е вид., Переркаб. і доп. - Л.: Машинобудування, 1982. - Ч. 1. 543 с.; Ч. 2. - 448 с.
3. Підшипники кочення: Довідник - каталог / Под ред. В.Н. Нарішкіна і Р.В. Коросташевського.- М.: Машинобудування, 1984.- 280 с.
4. Курсове проектування деталей машин: Учеб. Посібник / В.М. Кудрявцев, Ю. А. Державець, І. І. Ареф'єв та ін; Під. заг. ред. В.Н. Кудрявцева.- Л.: Машинобудування, 1983. - 400 с.

5. Допуски і посадки. Довідник в 2-х ч. Под. ред. В.Д. Мягкова. - М.-Л.:
Машинобудування, Ленінградське відділення, 1978. - 1032 с.

УДК 621.81:621.713:621.793/795

РОЗРАХУНОК ДОПУСКІВ ФОРМИ І РОЗТАШУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ ПРИВЕРТНИХ КРИШОК І СТАКАНІВ

Юрескул Р.В., студент гр. М 4/2

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник к.т.н., доц. Іванов Г.О.

Анотація

Наведено приклад розрахунку допусків форми і розташування поверхонь привертних кришок і стаканів: циліндричності, співвісності, перпендикулярності і паралельності посадкових поверхонь для привертних кришок і стаканів. Приведений ескізи з вказанням баз і допусків форми і розташування поверхонь.

Annotation

The example of calculation of tolerances of form and position of surfaces privatnih caps and cups: cylindricity, coaxiality, perpendicularity and parallelism Seating surfaces for privatnih caps and glasses. Provided sketches indicating the bases and tolerances of form and position of surfaces.

Частка креслення кінечно-циліндричного редуктора наведено на рис. 1. Опорами вала кінчного колеса є кінчні роликові вальниці. На валу, крім кінчного зубчастого колеса і вальниць, є дистанційне кільце. Частота обертання вала досягає 480 об/хв.

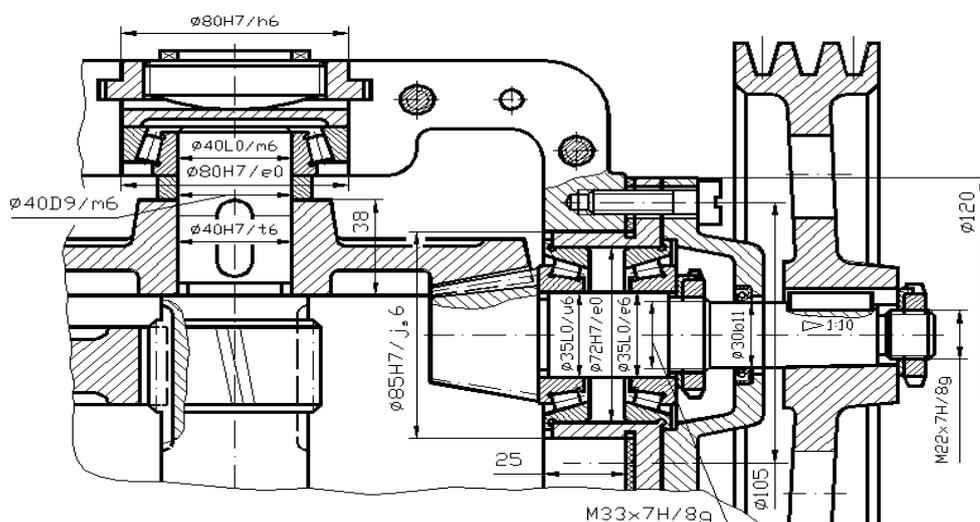


Рис. 1. Креслення кінечно-циліндричного редуктора

Розмір товщини кільця входить у два складальних розмірних ланцюга, що визначають осьове положення колеса і осьовий зазор у вальниках. Точність осьового положення колеса і осьового зазора досягається регулюванням гвинтами. Тому відповідно з рекомендаціями табл. 2.45 [1] на розмір товщини кільця призначаємо поле допуску h14.

Поле допуску посадкової поверхні вала m6 таке ж, як і посадкової поверхні для вальниці. У зв'язку з цим посадка кільця на вал здійснюється відповідно з рекомендаціями $\varnothing 40D9/m6$.

Один торець кільця є базою для вальниці, а другим торцем кільце саме базується по торцю маточини конічного колеса. Тому слід задати допуск паралельності торців кільця.

За табл. 2.23 в зв'язку з установкою конічної роликотвальниці допуск паралельності на зовнішньому діаметрі кільця $D=53$ мм за 4-му квалітетом $T_{//} = 0,008$ мм.

Опори вала конічної передачі шестірні розміщені в стакані (див. рис. 1). Відстань 25 мм між внутрішньою поверхнею фланця і торцем стакана входить складовим розміром у складальний розмірний ланцюг, що визначає осьове положення конічної шестірні. Точність цього положення досягається компенсаторними прокладками 1. У зв'язку з цим, за рекомендаціями табл. 2.20 на розмір 25 мм призначаємо граничні відхилення, що відповідають 12-му квалітету, тобто $25 \pm 0,105$ мм.

Поле допуску отвору стакана на розмір $\varnothing 72$ мм за табл. 2.24 встановлено H7.

Регулювання осьового положення конічної шестірні створюють осьовим переміщенням стакана. В зв'язку з цим, відповідно до рекомендацій табл. 2.24 призначаємо посадку стакана в корпус $\varnothing 85H7/js6$.

Отвори для кріплення стакана до корпусу розташовані на діаметрі $D_o = 105$ мм. Приймаємо, що виробництво редукторів середнє серійне. Тоді точність розташування отворів для кріплення забезпечується позиційним допуском (табл. 2.24):

$$T_{\text{поз}} \approx 0,4(d_{\text{отв}} - d_{\text{в}}) = 0,4(9 - 8) = 0,4 \text{ мм.}$$

Співвісність зовнішньої поверхні стакана до осі посадкового отвору за формулою (2.58):

$$T_{\text{спів}} \approx 0,6 \cdot T_D = 0,6 \cdot 0,03 = 0,018 \text{ мм.}$$

Після округлення приймаємо $T_{\text{спів}} = 0,020$ мм.

Тут T_D – допуск отвору $\varnothing 72H7^{(+0,03)}$.

Допуски циліндричності отвору і зовнішньої поверхні відповідно до табл. 2.24:

$$\text{для отвору } T_{\text{цо}} \approx 0,3 \cdot T_D = 0,3 \cdot 0,03 = 0,009 \text{ мм;}$$

$$\text{для зовнішнього циліндра } T_{\text{цзп}} \approx 0,3 \cdot T_D = 0,3 \cdot 0,022 = 0,0066 \text{ мм.}$$

Після округлення приймаємо $T_{\text{цо}} = 0,010$ мм і $T_{\text{цзп}} = 0,006$ мм.

Допуски паралельності торців для базування вальниць внутрішньої поверхні фланця стакана на діаметрі фланця $D_{\text{ф}} = 120$ мм за 6-м квалітетом $T_{//} = 0,022$ мм. Після округлення приймаємо $T_{//} = 0,02$ мм.

На рис. 2 наведено ескіз стакана з зазначенням баз і допусків форми і розташування поверхонь.

На рис. 3 показано прикручувальна кришкавальниці. Висоти поверхонь, що центруються, 23 мм для глухої і 25 мм для кришки з манжетою входять у число розмірів складального розмірного ланцюга, які визначають осьові зазори в конічних роликотвальниках. Регулювання цих зазорів проводять підбором компенсаторних прокладок. У зв'язку з цим граничні відхилення

розмірів 23 і 25 мм встановлені відповідно до рекомендацій табл. 2.21, відповідають 12-му квалітету і рівні $\pm 0,105$ мм.

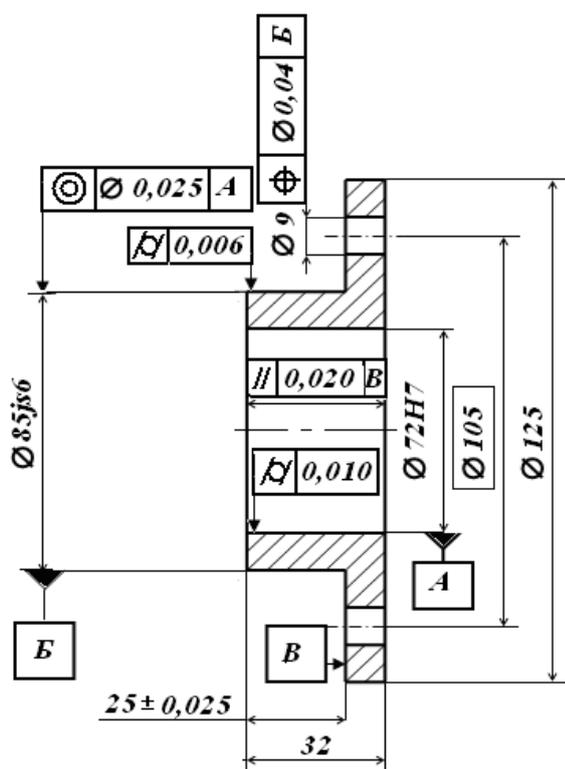


Рис. 2. Ескіз стакана з зазначенням баз і допусків форми і розташування поверхонь

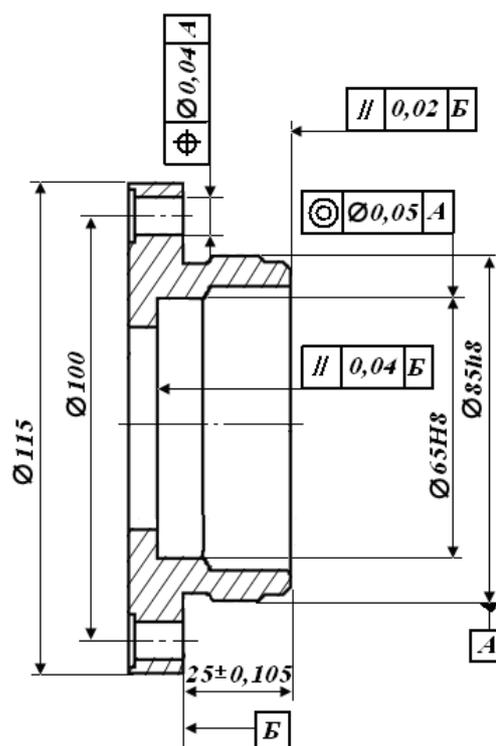


Рис. 3. Ескіз кришки з зазначенням баз, допусків форми і розташування поверхонь

Поле допусків за рекомендаціями табл. 2.25 встановлено: центруючої поверхні кришок – глухої $d11$, з манжетою – $h8$; посадкового отвору для манжети – $H8$.

Торці поверхонь кришки, що центруються, є базою вальниці. У зв'язку з цим визначаємо допуск паралельності базових торців. Для вальниць III групи і схеми рис. 2.137-2.19, а допуск на діаметр фланця $D_f = 115$ мм за 6-м квалітетом дорівнює $T_{\parallel} = 0,022$ мм. Після округлення приймаємо $T_{\parallel} = 0,02$ мм.

На діаметрі $D_0 = 100$ мм розташовані отвори для кріплення. Оскільки отвори свердяться в пристроях, на їх розташування задаємо позиційний допуск за формулою:

$$T_{\oplus} \approx 0,4(d_0 - d_b) = 0,4(9 - 8) = 0,4 \text{ мм.}$$

Допуск співвісності посадкового отвору для манжети (табл. 2.25) на діаметрі $D_m = 65$ мм за 8-м квалітетом $T_{\text{спів}} = 0,046$ мм. Після округлення приймаємо $T_{\text{спів}} = 0,05$ мм.

Допуск паралельності торця для базування манжети до базового фланця кришки на діаметрі $D_f = 115$ мм приймаємо за 12-м квалітетом $T_{\parallel} = 0,035$ мм.

Після округлення $T_{\parallel} = 0,03$ мм.

Ескіз кришки вальниці з визначенням баз, допусків розмірів і розташування поверхонь наведено на рис. 3.

Література:

1. 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.
2. СТ РЕВ 144-75. Єдина система допусків і посадок для країн членів РЕВ. Поля допусків і рекомендовані посадки, - М., 1975.
3. Заплетохін В.А. Проектування триступінчатого зубчасто-черв'ячного мотор редуктора. - Л.: ЛТГ ім. Ленсовета, 1975, с. 34.
4. Чернавський С.А. Проектування механічних передач. Навчальний посібник. - М.: Машинобудування, 1976.
5. Бейзельман Р.Д., Ципкин Б.В. та ін Підшипники кочення. Довідник. - М.: Машинобудування, 1975.
6. СТ РЕВ 1952-78. Метрологія. Одиниці фізичних величин. - М., 1978.

УДК 629.1

ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРАХУНКУ ДОПУСКІВ ФОРМИ І РОЗТАШУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Некрасов В.С., студент гр. М 5/1 маґ

Миколаївський національний аграрний університет

Наукові керівники к.т.н., доц. Іванов Г.О., к.е.н., доц. Полянський П.М., ст. викл. Степанов С.М.

Анотація

Наведено обґрунтування розрахунку допусків форми і розташування поверхонь деталей машин. Приведені розрахункові формули для визначення допусків циліндричності, співвісності, перпендикулярності і паралельності посадкових поверхонь. Приведений ескізи з вказанням баз і допусків форми і розташування поверхонь.

Annotation

The example of calculation of tolerances of form and position of surfaces of machine parts: cylindricity, coaxiality, perpendicularity and parallelism Seating surfaces. Provided sketches indicating the bases and tolerances of form and position of surfaces.

Якісні показники сучасних виробів машинобудування (точність, довговічність, надійність та ін.) значною мірою залежать від правильності вибору посадок, тобто характеру сполучення деталей і правильності вибору допусків форми і розташування поверхонь.

Робота машин в сучасних умовах характеризується значним підвищенням навантажень і швидкостей. У зв'язку з цим все більш актуального значення набувають питання динаміки роботи машин. Відомо, що більшість аварій машин і випадків їх непрацездатності пов'язано з вібраціями і динамічними навантаженнями. Тому нині ставлять підвищені вимоги до точності й безшумності роботи машин.

Однією із найголовніших причин вібрацій, шуму і динамічних навантажень є невисока точність деталей машин, особливо точність форми і розташування поверхонь. Тому дуже важливо, щоб на кресленнях деталей, крім допусків розмірів, були задані також допуски форми і розташування поверхонь, що гарантують високі показники роботи виробів вітчизняного машинобудування.

Нижче наведено обґрунтування допусків розташування деталей, що пов'язані з установкою підшипників кочення, а також зубчастих і черв'ячних коліс.

Базові поверхні вала і корпуса для вальниць кочення. Одним із джерел вібрацій, динамічних навантажень, шуму і зниження довговічності виробів машинобудування є вальниці кочення. Складальні одиниці вальниць, крім власне вальниці кочення, мають корпуси з кришками, пристрої для кріплення кілець вальниць, захисні, мастильні й регулювальні пристрої. В наш час вальниці кочення є основними видами опор у машинах.

Вимоги точності, що ставляться стандартами до посадочних поверхонь валів і корпусів, мають на меті обмежити пошкодження доріжок кочення і перекоє кілець вальниць.

Особливого значення набувають допуски розташування поверхонь, що призначені для установки вальниць кочення на валах і в корпусах.

Відносно перекоєння внутрішнього і зовнішнього кілець вальниць викликає додатковий опір обертанню валів. Чим більше перекоєння, тим більші втрати енергії, нижче ККД вальниць та їх довговічність.

Перекоєні кілець вальниць кочення бувають з таких причин: відхили від співвісності ΔS_g відносно загальної осі посадочних поверхонь вала (рис. 1); відхили від перпендикулярності Δq_g базових торців вала або деталей, що встановлені на ньому (рис. 2), відносно загальної осі посадочних поверхонь вала: відхиленням від співвісності ΔS_k відносно загальної осі посадочних отворів корпуса (рис. 3); відхилення від перпендикулярності Δq_k (рис. 4) базових торців деталей корпуса до осі отвору; нахил θ пружної лінії вала в опорі під дією навантаження (рис. 5).

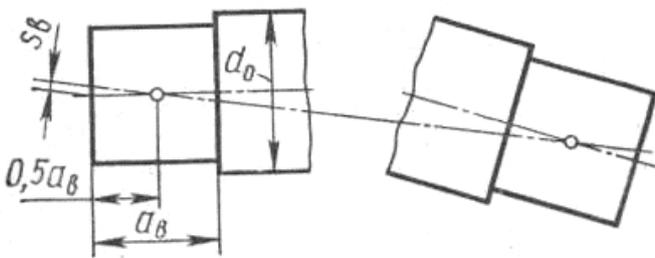


Рис. 1. Відхил від співвісності для вала

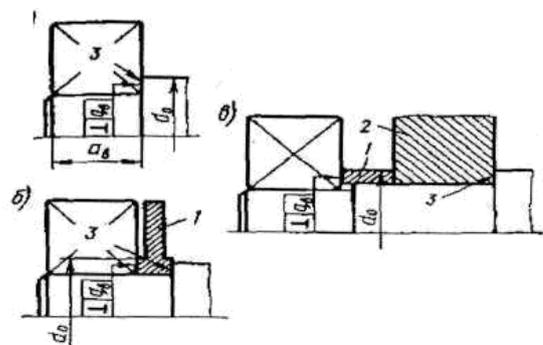


Рис. 2. Відхил від перпендикулярності

Відхили від перпендикулярності Δq_6 і Δq_k в загальному випадку величини комплексні. Так, наприклад, Δq_6 за рис. 2 а відноситься тільки до торця 3 заплечика вала, за рис. 2, б – до торця мазеутримуючого кільця 1. Тут значення Δq_6 містить суму похибок двох деталей: кільця 1 і кільця 3 заплечика вала.

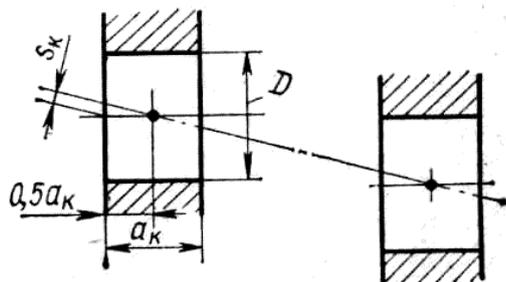


Рис. 3. Відхил від співвісності отворів.

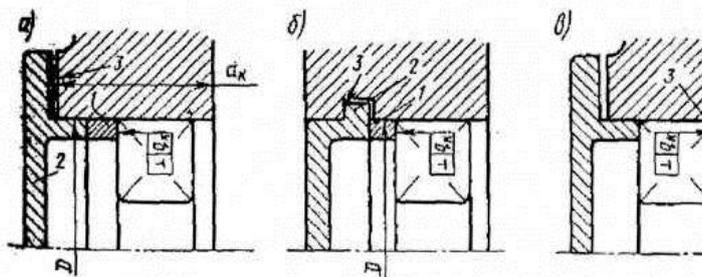


Рис. 4. Відхил від перпендикулярності базових поверхонь.

Відхили від перпендикулярності Δq_6 за рис. 2, в містить уже суму похибок трьох деталей – втулки 1, деталі 2 і торця 3 заплечика вала.

Відхили від перпендикулярності: Δq_6 за рис. 4, а і б містять суму похибок деталей 1, 2 і торця 3 корпусу).

Відхил від перпендикулярності Δq_6 за рис. 1, в відноситься лише до торця 3 отвору корпусу.

Як розрахункові значення граничних перекосів приймають для вальниць: кулькових радіальних і радіально-упорних –8'; радіальних з короткими циліндр-ричними роликами –3'; конічних роликових –2'.

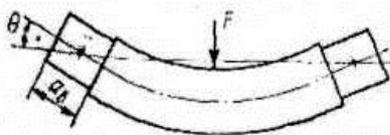


Рис. 5. Схема нахилу пружної лінії вала

У подальшому для скорочення запису вальниці розподіляють на такі групи: група I – кулькові радіальні, радіально-упорні і роликові з бобиною; група II – радіальні з короткими циліндричними роликами; група III – конічні роликові.

За результатами серії розрахунків для вальниць класу точності 0 з діаметрами отворів $d = 20 - 80$ мм складено табл. 1. Менші значення $[\theta]$ відносяться до вальниць легкої, а більші – до вальниць середньої серії. Для вальниць 6-го класу точності значення допусків необхідно приймати на один квалітет точніше наведених в табл. 1.

Допуски співвісності посадочних поверхонь вала T_{SV} і корпусу T_{SK} задають у діаметральному виразі й відносять до номінального діаметра d і D в місці установки вальниці.

Допуски перпендикулярності базових торців вала T_{qB} і корпусу T_{qK} відносять відповідно до діаметра d_o заплечика вала і діаметра D_J отвору.

Таблиця 1

Значення допусків для обмеження перекосу кілець і граничних кутів нахилу пружної лінії вала в опорі (у хвилинах)

Група вальниць	T_{SB}	T_{SK}	T_{qB}	T_{qK}	$[\theta]$
I	JT7	JT8	JT7	JT8	5,6-6,3
II	JT6	JT7	JT6	JT7	1,6-1,9
III	JT5	JT6	JT5	JT6	1,0-1,3

Зубчасті й черв'ячні передачі. Для обмеження концентрації тиску по поверхні отвору від натягу в з'єднанні зубчастих коліс із валом задають допуск циліндричності посадочного отвору (рис. 6, 1), що визначають співвідношенням: $T_{цил} \approx 0,3TD$, де TD – допуск розміру отвору. Щоб обмежити можливий дисбаланс повністю механічно оброблених коліс, задають допуск співвісності (2, рис. 6, а) при частоті обертання $n > 1000$ об/хв.; $T = 46/n$.

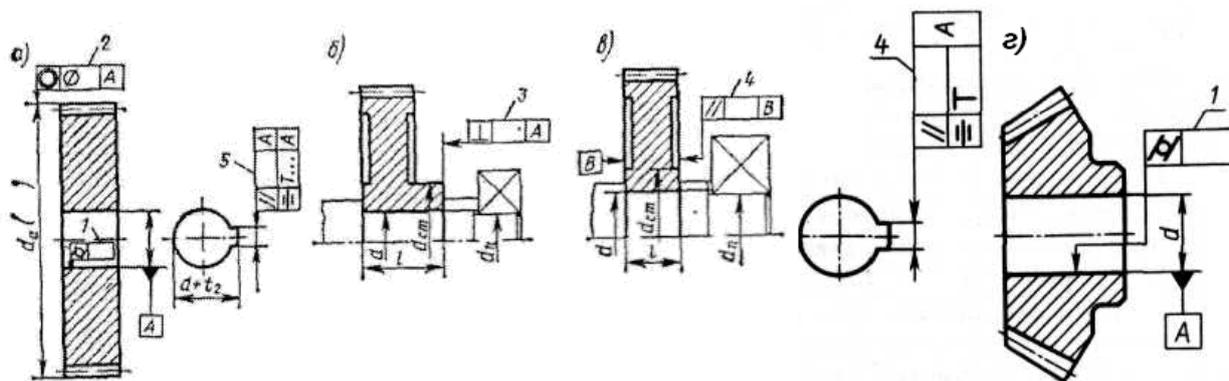


Рис. 6. Допуски циліндричності посадочних поверхонь шестірни

Для коліс не повністю механічно оброблених, за частоти обертання $n > 500$ об/хв., задають допуск дисбалансу, г·мм:

$$T = 623 \cdot m/n, \quad (1)$$

тут: m – маса колеса, г.

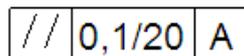
У технічних вимогах креслення роблять запис типу: “Допустимий дисбаланс не більше ... г·мм”.

Торець маточини колеса часто використовують як базу для установки підшипника. За відносної довжини посадочного отвору до його діаметра $l/d \geq 0,8$ на торець маточини колеса задають допуск перпендикулярності (3, рис. 6, б). Квалітет для визначення допуску на діаметр маточини визначають за табл. 2.

За відношення $l/d < 0,8$ задають допуск паралельності торців маточини (4, рис. 6, в), що відносять до діаметра маточини d_M . Квалітет визначають за табл. 2.

Якщо колесо без виточок і не має явно вираженої маточини, допуск паралельності задають на умовному діаметрі вимірювання d' , залежно від розміру колеса $d' = (1,5 - 2,0)d$,

де d – діаметр посадочного отвору колеса. В рамці умовного позначення записують числове



значення допуску і діаметр вимірювання, наприклад, . Тут $d = 20$ мм.

Для обмеження концентрації контактного тиску, шпонковий паз повинен бути паралельний і симетричний осі посадочного отвору. Допуски паралельності й симетричності приймаються: $T_{//} = 0,6 \cdot t_{шп}$; $T_{сим} = 0,6 \cdot t_{шп}$.

Тут $t_{шп}$ – допуск розміру ширини шпонкового паза.

Рекомендації з вибору допусків наведено в табл. 3.

Вали. Допуски форми і розташування поверхонь валів приймають відповідно до посадок вальниць кочення, зубчастих і черв'ячних коліс, втулок і кілець, муфт, шківів, зірочок.

Таблиця 2

Квалітет точності маточини

Група вальниці	Квалітет	
	допуск перпендикулярності	допуск паралельності
I	7	6
II	6	5
III	5	4

Кільця вальниць кочення дуже податливі. Вони облягають посадочні поверхні валів і набувають форму цих поверхонь. Тому, щоб в найменшій мірі пошкоджувати доріжку кочення внутрішніх кілець, задають допуски циліндричності посадочних поверхонь валів для підшипників (1, рис. 7):

$$T_{цил} \approx 0,3Td, \quad (2)$$

де: Td – допуск розміру посадочної поверхні вала.

Таблиця 3

Точність посадочних поверхонь зубчастих і черв'ячних передач

Номер позиції за рис. 6	Зміст	Рекомендована точність
1	Циліндричність отвору	$T_{цил} \approx 0,3Td$
2	Співвісність зовнішньої поверхні повністю обробленого колеса	$T = 46/n$
3	Перпендикулярність торця маточини до осі отвору $l/d \geq 0,8$	За $n > 1000$ об/хв. Квалітет за табл. 2.30
4	Паралельність торців маточини $l/d < 0,8$	Квалітет за табл. 2.30
5	Паралельність шпонкового паза	$T_{//} = 0,6t_{шп}$
6	Симетричність шпонкового паза	$T_{сим} = 0,6 \cdot t_{шп}$

Зубчасті й черв'ячні колеса, муфти, шківви, зірочки насаджують на вали за посадками з натягом. Щоб обмежити концентрацію тиску, на посадочні поверхні валів також задають допуски циліндричності, які визначають за співвідношенням (2.54), рис. 7 (поз. 2 і 3).

Точність посадочних поверхонь вала

Група підшипників	Квалітет	
	співвісності	паралельності
I	7	7
II	6	6
III	5	5

Для забезпечення норм кінематичної точності і норм контакту зубчастих і черв'ячних передач задають допуски задають допуски співвісності посадочних поверхонь валів для деталей цього типу відносно загальної осі посадочних поверхонь для вальниць (рис. 7, поз. 5). Допуски співвісності задають у діаметральному вираженні на діаметрі посадочної поверхні. Квалітет визначають за табл. 5.

Щоб обмежити перекіс кілець вальниць, задають допуски співвісності посадочних поверхонь для вальниць відносно їх загальної осі (рис. 7, поз. 4). Допуск співвісності задають у діаметральному вираженні на діаметрі посадочної поверхні (знак \varnothing у рамці). Квалітет визначають за табл. 4.

Щоб обмежити можливий дисбаланс вала і деталей, що посаджені на вал, задають допуск співвісності посадочних поверхонь вала для муфт, шківів, зірочок відносно загальної осі посадочних поверхонь для підшипників.

Допуск співвісності в діаметральному вираженні (6, рис. 7) визначають за співвідношенням, в мкм:

$$T = 46/n, \quad (3)$$

де: n —частота обертання вала, об/хв.

На поверхні валів для манжетних ущільнень задають допуск радіального биття відносно загальної осі посадочних поверхонь для вальниць. Тут коливання робочої кромки манжети визиває не тільки відхил розташування, але й відхил форми поверхні вала. Тому для зменшення амплітуди коливання цієї поверхні задають допуск радіального биття, що включає в себе відхил від співвісності і відхил від круглості поверхні вала. Допуск радіального биття визначають за співвідношенням (2.55). Цей допуск (рис. 7, поз. 9) задають за частоті обертання вала $n = 1000$ об/хв.

Таблиця 5

Допуски співвісності

Вид передачі	Квалітет для ступенів точності (допуск співвісності)					
	кінематичної			за нормами контакту (допуск перпендикулярності)		
	6	7, 8	9	6	7,8	9
Зубчаста	5	6	7	3	4	5
Черв'ячна	6	7	8	4	5	6

Деякі торцеві поверхні вала служать базою для установки внутрішніх кілець вальниць і вузьких коліс, у яких відношення $l/d < 0,2$. На такі поверхні на кресленнях валів задають допуски перпендикулярності відносно загальної осі поверхонь для вальниць. Допуски перпендикулярності торців для вальниць задають на зовнішньому діаметрі d_0 (рис. 7, поз. 7). Квалітет визначають за табл. 5.

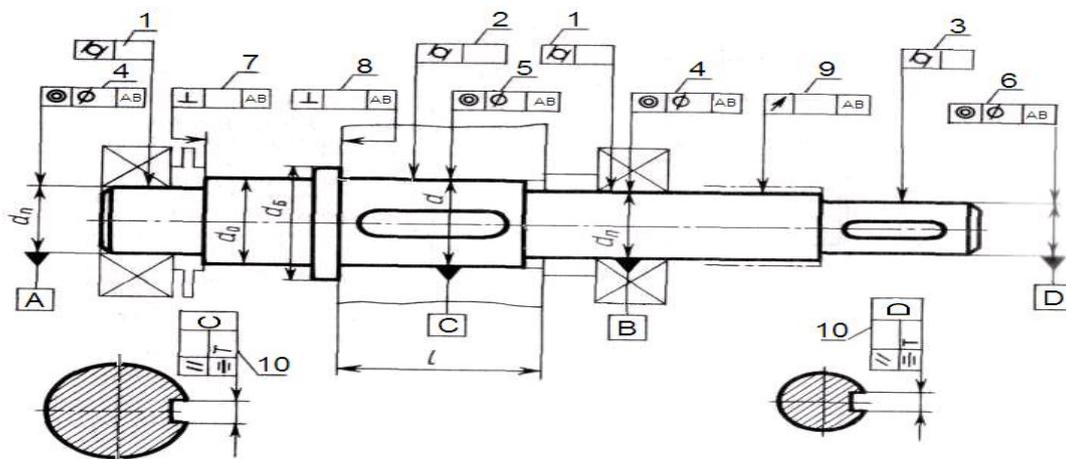


Рис. 7. Позначення допусків форми і розташування поверхонь вала на кресленнях

Допуск перпендикулярності торців для базування вузьких коліс задають на діаметрі буртика d_s (рис.7, поз. 8). Квалітет приймають за табл. 5.

Щоб обмежити концентрацію контактних тисків, шпонкові пази на валах повинні бути паралельні й симетричні осі посадочної поверхні валів. Допуски паралельності і симетричності приймають: $T_{\parallel} = 0,6 \cdot t_{\text{шп}}$; $T_{\text{сим}} = 0,4 \cdot t_{\text{шп}}$.

Рекомендації з вибору допусків подано в табл. 6 у відповідності до номерів позицій на рис. 6.

Таблиця 6

Допуски форми і розташування поверхонь валів

Номер позиції за рис. 7	Зміст	Рекомендована точність
1, 2, 3	Циліндричність поверхонь для вальниць, коліс, шківів, муфт, зірочок	$T = 0,3t$
4	Співвісність поверхонь для вальниць	Квалітет за табл. 4
5	Співвісність поверхонь для коліс	Квалітет за табл. 5
6	Співвісність поверхонь для муфт, шківів, зірочок, мм	$T = 46/n$; $n \geq 1000$ об/хв.
7	Перпендикулярність торців для вальниць	Квалітет за табл. 4
8	Перпендикулярність торців для вузьких коліс	Квалітет за табл. 5
9	Радіальне биття поверхні під манжетне ущільнення	$T = 46/n$; $n \geq 1000$ об/хв.
10	Розташування шпонкових пазів	$T_{\parallel} = 0,6 \cdot t_{\text{шп}}$; $T_{\text{сим}} = 0,4 \cdot t_{\text{шп}}$

Втулки і кільця. Втулкою називають деталь, у якої відношення $l/d \geq 0,8$, а кільцем – якщо це відношення $l/d \leq 0,8$.

Базовими поверхнями втулок і кільця є посадочні поверхні, а також торці. Одним із торців (торець *a* на рис. 8) ці деталі самі базуються за торцями суміжних деталей. Другий торець (торець *b*) є базою для другої суміжної деталі.

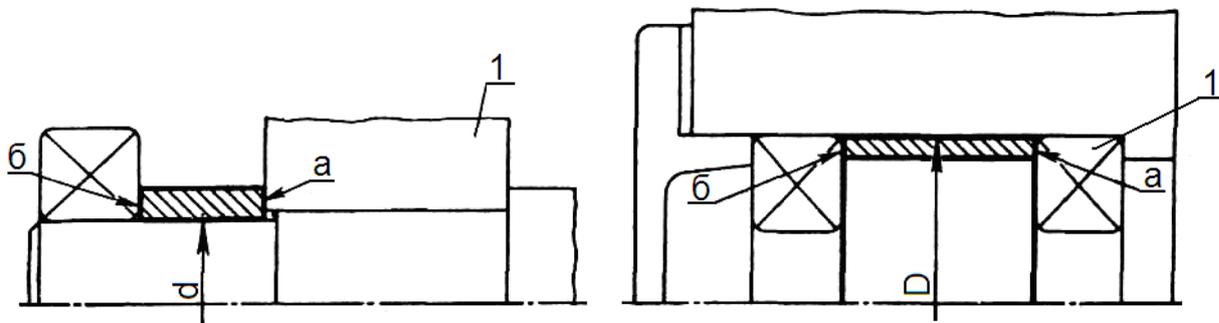


Рис. 8. Торці деталей

Розмір ширини кільця і довжини втулок частіше є складовим розміром складального розмірного ланцюга. Граничні відхили цього розміру визначають за результатами розрахунку відповідного розмірного ланцюга або за рекомендаціями, що приведені в табл. 7.

Таблиця 7

Допуски складових ланок

Вид компенсатора	Допуск складового розміру для поверхонь		
	охоплюючих	охоплювальних	решта
Деталь, що оброблюється при складанні	H11	h11	$\pm IT14/2$
Набір прокладок	H12	h12	$\pm IT12/2$
Зазор; гвинт – гайка	H14	h14	$\pm IT14/2$

Відомо, що положення втулки на валу або в отворі корпусу визначається сполученням по циліндричній поверхні.

Посадки втулок повинні мати мінімальний зазор або мінімальний натяг. За великого зазору втулка за своїми показниками перетворюється на кільце. За великого натягу ускладнюється збір деталей і ніяких експлуатаційних переваг така посадка не має.

Коли вибір полів допусків отвору і вала нічим не зумовлений, то найбільш придатними посадками втулок на вал та в корпус є H7/js6; H7/k6; H7/m6/.

Коли ж поля допусків валів або отворів задано в зв'язку з установкою сусідніх деталей, наприклад, вольниць кочення, зубчастих і черв'ячних коліс, необхідно підбирати такі поля допусків отворів або зовнішніх діаметрів втулок, щоб зазори або натяги були мінімальними.

Відомо, що положення кільця на валу або у отворі корпусу за будь-якої посадки, з натягом або зазором, визначається його торцями. При підтисненні кільця до торця сусідньої деталі, наприклад, до торця деталі 1 на рис. 8, відбувається поворот кільця до повного прилягання торців. За посадки з зазором поворот таких деталей відбувається без перешкод. За посадки з

натягом поворот деталі спричиняє зібгання кромки і пружні деформації поверхонь вала і отвору кільця. Тому нема необхідності використовувати для кілець посадки з натягом. Для зручності установки доцільно для них застосовувати тільки посадки з зазором.

За складання кільце обов'язково зміщується радіально в границях посадкового зазору. Радіальне зміщення кілець в отворі нерухомого корпусу не має небажаних наслідків. Зміщення ж кілець на обертальних валах може бути причиною незрівноваженості деталей комплексу вала. Така незрівноваженість спричиняє вібрації і динамічні навантаження, які зростають зі збільшенням частоти обертання вала.

Коли вибір полів допусків отвору і вала нічим не зумовлений, рекомендується приймати посадки кілець на вал $H11/d11$; $H10/d10$ або $H9/d9$. За високої частоти обертання вала ($n > 1000$ об/хв.) з метою зниження можливого дисбалансу посадки кілець на вал слід приймати $H8/h8$; $H8/h7$; $H7/h6$.

Коли поля допусків валів задано в зв'язку з установкою сусідніх деталей, слід застосовувати для гарантії зазору поля допусків отворів кілець $D11$, $d10$ або $D9$.

Поле допуску зовнішнього діаметра кілець, що вставляються в отвори корпусів, у всіх випадках слід приймати $d11$.

Наведемо делька прикладів вибору полів допусків кілець. На рис. 9, а показано кінцеву ділянку вала черв'ячного колеса, що обертається з частотою 100 об/хв. На цій ділянці встановлено вальниця і мастилозатримуюче кільце. Поле допуску вала прийнято $k6$ із умови посадки вальниця к'чення. Цапфу вала доцільно виконувати по всій довжині за полем допуску $k6$. Поле допуску отвору кільця $D11$, а посадка $D11/k6$. Поле допуску посадкової поверхні вала для вальниці може бути не тільки $k6$, але і іншим, з числа рекомендованих. Тоді і позначення посадки буде інше, але поле допуску його отвору залишиться $D11$.

На рис. 9, б показано на валу зубчасте колесо, дистанційне кільце і вальниця кочення, які затягуються гайкою до упору в торець буртика вала. Частота обертання вала 700 об/хв. За установлення дуже вузького кільця ($l/d \leq 0,5$) по всій довжині посадки вала зберігається поле допуску $r6$, тому, що це потрібно для установки зубчастого колеса.

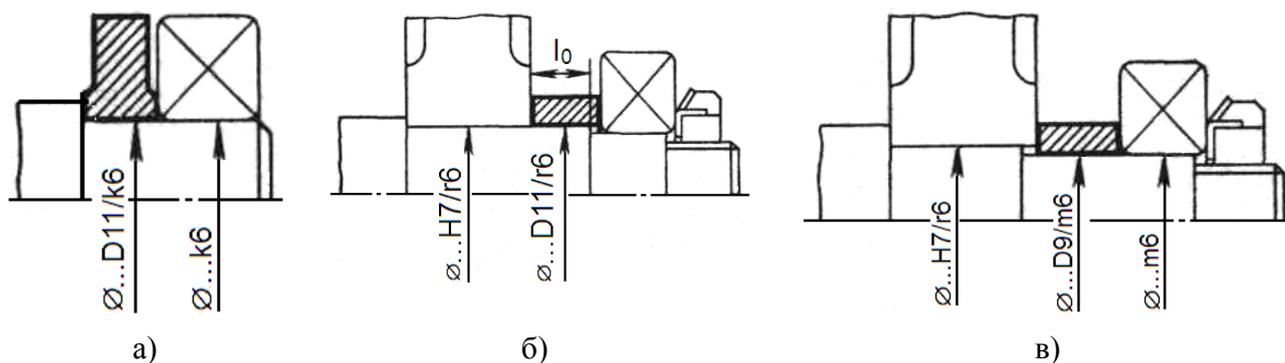


Рис. 9. Приклади вибору полів допусків кілець

Це спрощує шліфування поверхні вала і не збільшує номенклатуру різального і вимірювального інструмента. Тоді поле допуску кільця призначають $D11$. При довжині кільця ($0,5 < l/d < 0,8$) для нього задають посадку з зазором $H9/d9$. Така посадка полегшує також і установки колеса на вал.

Часто кільце розташовують на посадковій поверхні для підшипника кочення (рис. 9, в). Поле допуску на отвір кільця призначають залежно від частоти обертання вала. Так, за частоти обертання вала менше 1500 об/хв. поле допуску на отвір кільця D9, D10 або D11. За частоти обертання вала більше 1500 об/хв. приймають поля допусків H9, H10, H11.

У прикладах конструкцій, показаних на рис. 10, поле допуску отвору прийнято H7 із умови посадки вальниці кочення. В зв'язку з цим посадка кілець H7/d11.

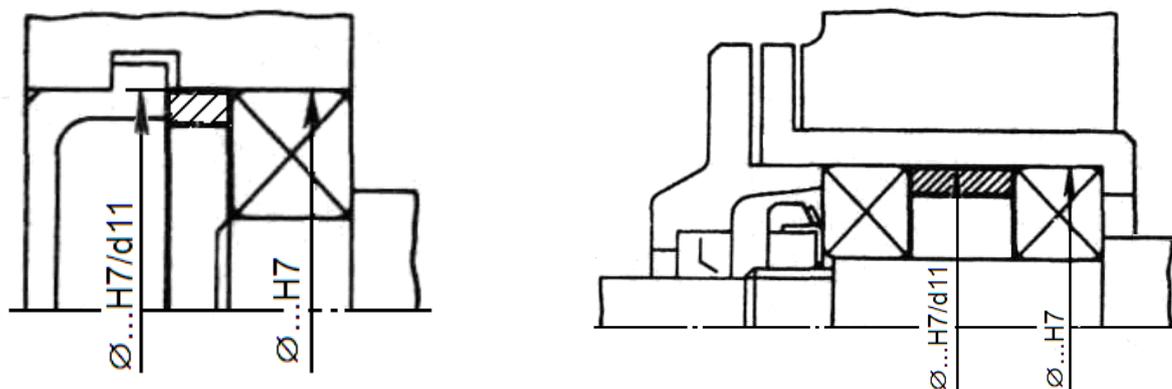


Рис. 10. Приклади вибору полів допусків кілець

Викладені вище рекомендації щодо вибору посадок втулок і кілець для зручності зведено в табл. 8 і 9.

Таблиця 8

Рекомендації щодо вибору посадок втулок

Область застосування	Позначення посадок і полів допусків	
Посадки втулок на вал незалежні	H7/js6; H7/k6; H7/m6	
	Вал	Отвір втулки
Посадки втулок на вал, що залежать від посадок сусідніх деталей	js6; k6; m6	H7
	js7; k7; m7	H8
	js8; m7; n7	H9
	p6; r7; s7	F8
	s7; t6	E9
	u7; u8	D9; D10; D11
Посадки втулок у корпус незалежні	H7/js6; H7/k6	H7/m6
Посадки втулок на вал, що залежать від посадок сусідніх деталей	Отвір корпуса	Втулка
	H7	js6; k6; m6
	H8	js7; k7; m7
	H9	js8; m7; n7
	JS7	js6
	JS8	js7

Рекомендації щодо вибору посадок кілець

Область застосування	Позначення посадок і полів допусків	
Посадки кілець на вал незалежні	Частота обертання вала, n , об/хв.	
	< 1500	>1500
	H11/d11; H10/d10; H9/d9	H8/h8; H8/h7; H7/h6
Посадки кілець на вал, щозалежать від посадок сусідніх деталей	Поля допусків отворів кілець	
	D9; D10; D11	H11; H10; H9
Посадки кілець у корпус	Поле допуску зовнішнього діаметра кілець $d11$	

Найчастіше торці деталей типу втулок і кілець є базовими для вальниць кочення. Тому на торці цих деталей необхідно призначити допуски розташування. Якщо між вальницею і торцем заплечика вала, торцем деталі, що міститься на валу з відношенням $l/d \geq 0,8$, або між вальницею і корпусом розташоване кільце чи втулка (рис. 11), то квалітет для визначення допусків паралельності торців кільця (рис. 11 а, б) і перпендикулярності торців втулок (рис. 11 в, г) приймають за даними табл. 10.

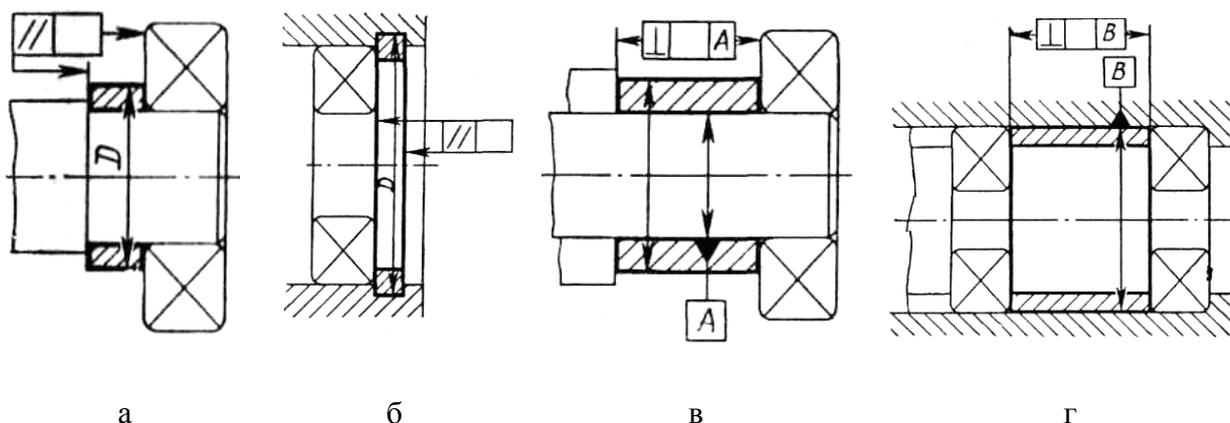


Рис. 11. Допуски розташування втулок і кілець

Допуски розташування кілець і втулок

Вид допуску	Область застосування	Квалітет		
		Група вальниць		
		I	II	III
Паралельність торців кілець на діаметрі D	Посадка кілець на валу (рис. 9,а)	6	5	4
	Посадка кілець у корпусі (рис. 9,б)	7	6	5
Перпендикулярність торців кілець на діаметрі D	Посадка втулок на валу (рис. 9,в)	7	6	5
	Посадка втулок у корпусі (рис.9,г)	8	7	6

Позначення груп підшипників те ж саме, що і в табл. 10. Тому, що втулки – деталі симетричні, допуски перпендикулярності задають на два торця.

Література:

1. 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.
2. Якушев А.І. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання. - М.: Машинобудування, 1975, с. 471.
3. Мягков В.Д. Короткий довідник конструктора. - Л.: Машинобудування, 1975, с. 814.
4. СТ РЕВ 1052-78. Метрологія одиниць і фізичних величин.
5. Жуков К.П., Кузнецова А.К. та ін Розрахунок і проектування деталей машин. Навчальний посібник. - М.: Вища школа, 1978, с. 247.

УДК 539.42

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ СТАТИЧНО НЕВИЗНАЧЕНИХ СИСТЕМ

Вілянська А.В., студент гр. М 2/1, Гвозденко Д.І., студент гр. М 2/1

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник к.т.н., ас. Доценко Н.А.

Анотація

Визначено, що включає в себе поняття статичної невизначеності системи та розглянуті методи розрахунку статично невизначених систем. Було визначено, що найбільш поширеним і зручним є розрахунок статично невизначених систем за методом сил.

Annotation

It was determined what means the concept of a static uncertain systems and considered the methods of calculation of the statically indeterminate systems. It was determined that the most common and convenient calculation of statically indeterminate systems is the force method.

Для того, щоб будь-яка система (балка) мала здатність сприймати зовнішні навантаження, її закріплюють за допомогою опор (опорних зв'язків) таким чином, щоб вона не мала можливості переміщуватися як тверде тіло. Для плоскої системи цих зв'язків повинно бути не менше трьох (абсолютно необхідні зв'язки), оскільки відкидання одного із цих зв'язків перетворить систему на геометричну змінну (механізм). Тобто відбудеться переміщення системи без її деформації. Такі системи називають статично визначеними.

Статично невизначені балки і рами - конструкції, в яких рівнянь статички недостатньо для визначення опорних реакцій і внутрішніх зусиль. Число зв'язків, накладених на статично невизначену систему, більше тієї кількості зв'язків, які забезпечують геометричну незмінність конструкції. Такими зв'язками можуть бути як опорні зв'язки, так і стрижні самої конструкції. Будемо розглядати балки і прості рами, тобто такі конструкції, в яких зв'язками, що забезпечують геометричну незмінність, є опорні закріплення (опорні зв'язки). Для забезпечення геометричної незмінюваності балки (рамы) в площині досить трьох зв'язків. Кожен зв'язок забороняє якийсь переміщення. Шарнірно-рухома опора забороняє переміщення по напрямку, перпендикулярному площині опираючої, і є одним зв'язком. Шарнірно-нерухома опора унеможливує лінійні переміщення по двох взаємно-перпендикулярних напрямках (вертикальному і горизонтальному) і відповідає двом зв'язкам, накладеним на конструкцію. Нарешті, при наявності жорсткого защемлення на кінці стержня стають неможливими всі переміщення: і вертикальне, і горизонтальне, і кут повороту, тому жорстке защемлення має три зв'язки, що забезпечують геометричну незмінність балки (рамы). Кожний додатковий зв'язок понад три необхідні для плоских систем перетворює конструкцію в статично невизначену. Такі додаткові зв'язки, які не є необхідними для забезпечення геометричної незмінюваності конструкції, називаються зайвими. Обмовимося, що тут і далі поняття "розрахунок" має на увазі тільки побудова епюр внутрішніх силових факторів, що виникають в елементах системи, а не розрахунок на міцність, жорсткість і т.д.

Статично невизначені системи мають ряд характерних особливостей:

1. Статично невизначена система через наявність додаткових зайвих зв'язків, в порівнянні з відповідною статично визначеною системою виявляється більш жорсткою.
2. У статично невизначених системах виникають менші внутрішні зусилля, що визначає їх економічність в порівнянні з статично визначеними системами при однакових зовнішніх навантаженнях.
3. Руйнування зайвих зв'язків в навантаженому стані, не веде до руйнування всієї системи в цілому, так як видалення цих зв'язків призводить до нової геометрично незмінної системи, в той час як втрата зв'язку в статично визначеній системі призводить до змінюваної системи.
4. Для розрахунку статично невизначених систем необхідно попередньо задаватися геометричними характеристиками поперечних перерізів елементів, тобто фактично їх формою і розмірами, так як їх зміна призводить до зміни зусиль у зв'язках і нового розподілу зусиль у всіх елементах системи.
5. При розрахунку статично невизначених систем необхідно заздалегідь вибрати матеріал конструкції, так як необхідно знати його модулі пружності.
6. У статично невизначених системах температурний вплив, осідання опор, неточності виготовлення і монтажу викликають появу додаткових зусиль.

Основними методами розрахунку статично невизначених систем є:

1. Метод сил. При розрахунку за методом сил основними шуканими величинами є зусилля в зайвих зв'язках. Знання зусиль в зайвих зв'язках дозволить за методом перетинів виконувати повний розрахунок за визначенням зусиль, що виникають в поперечних перерізах елементів заданої системи.
2. Метод переміщень. При розрахунку за методом переміщень основними шуканими величинами є переміщення вузлових точок, викликані деформацією системи. Знання цих переміщень

необхідно і достатньо для визначення всіх внутрішніх зусиль, що виникають в поперечних перерізах елементів, заданої системи.

3. Метод кінцевих елементів. При розрахунку за методом кінцевих елементів система розбивається на прості кінцеві елементи і по матриці жорсткості елемента і системи в цілому встановлюється зв'язок між переміщеннями вузлів елемента і системи і зусиллями в них.

4. Змішаний метод. Тут частина невідомих являє собою зусилля, а інша частина - переміщення.

5. Комбінований метод. Використовується при розрахунку симетричних систем на несиметричні навантаження. Виявляється, що на симетричну складову заданого навантаження систему доцільно розраховувати методом переміщень, а на обернено симетричну складову - методом сил.

Крім зазначених аналітичних методів при розрахунку особливо складних систем використовуються різні чисельні методи. Крім зазначеної класифікації, методи розрахунку статично невизначених систем можна розчленувати за ступенем їх точності, по області роботи матеріалу споруд, за особливостями розрахункових операцій і т.д. За ступенем точності розрізняють точні і наближені методи розрахунку. Точні методи базуються на звичайних суттєвих припущеннях, прийнятих при розрахунку досить жорстких споруд (закон Гука, розрахунок за деформованою схемою, принцип складання дії сил). Наближені методи розрахунку, крім звичайних спрощень, використовують додаткові допущення, що обумовлює помітне відхилення від результатів точних методів розрахунку. По області роботи матеріалу розрізняють розрахунок споруд в пружній стадії і розрахунок споруд за межею пружності. За особливостями розрахункових операцій методи розрахунку можна розділити на обчислювальні і експериментальні.

За кількістю зайвих зв'язків визначається ступінь статичної невизначеності системи. На рис. 1 відображено первинну статично невизначену систему.

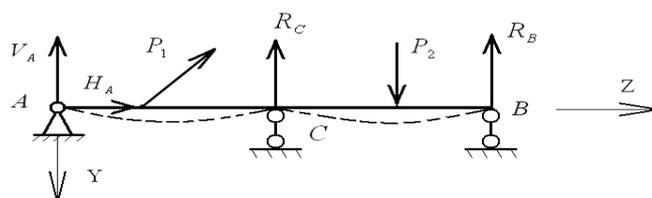


Рис. 1. Статично невизначена система (СНС)

Для розкриття та стичної невизначеності системи роблять: відкидають зайві зв'язки, а їх дію на систему замінюють зайвими (невідомими) зусиллями X_1, X_2, \dots, X_n . Завантажують основну систему (систему з відкинутими зайвими зв'язками) зовнішнім навантаженням і зайвими зусиллями – еквівалентна система (рис. 2).

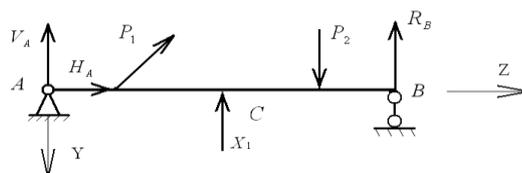


Рис. 2. Еквівалентна система

Для визначення невідомих X_1, X_2, \dots, X_n складаємо рівняння деформації, тлумачення яких таке: основна система повинна деформуватися як задана, тобто переміщення в точках прикладання зайвих зусиль повинні дорівнювати нулю. Такі рівняння називають рівняннями сумісності деформацій. З рівнянь сумісності деформацій визначаємо величину зайвих зусиль, а потім із рівнянь статички визначаємо інші реакції опор, будуємо епюри внутрішніх зусиль і виконуємо конкретні розрахунки конструкцій.

Етапи розрахунку статично невизначених систем:

1. Ступінь статичної невизначеності системи дорівнює кількості зайвих зв'язків.
2. Шляхом відкидання зайвих зв'язків обирають основну систему, яка повинна бути статично визначеною системою і геометрично незмінною (можливо кілька варіантів основної системи). Раціональний вибір основної системи спрощує розрахунок.
3. Завантажуємо основну систему зовнішнім зусиллям і зусиллям зайвих відкинутих зв'язків – створюємо еквівалентну систему. Еквівалентність основної системи полягає в тому, що вона деформується так само як задана система, тобто переміщення в точках прикладання зайвих зусиль дорівнює нулю.
4. Для складання рівнянь сумісності деформацій прирівнюємо до нуля переміщення в точках прикладання зайвих зусиль і з цього визначаємо невідомі зусилля. Враховуючи в подальшому знайдене зусилля як зовнішнє навантаження і визначаємо основні реакції опор, будуємо епюри зовнішніх зусиль і виконуємо подальший розрахунок. Найбільш вдалим є метод визначення переміщень за допомогою інтегралу Мора з перемноженням епюр за способом Верещагіна. Така схема розрахунку називається методом сил, т.я. невідомими ми вважаємо сили.

Коли розрахунку підлягають складні системи із ступенем статичної невизначеності два і більше, то доводиться відкидати як лінійні, так і кутові зв'язки. При цьому геометричні тлумачення рівнянь сумісності деформації уявити важко. Тому таке рішення записують у канонічному (законному) вигляді.

Отже, було визначено, до що включає в себе поняття статичної невизначеності системи та розглянуті методи розрахунку статично невизначених систем. Було визначено, що найбільш поширеним і зручним є розрахунок статично невизначених систем за методом сил.

Література:

1. Цурпал І. А. Механіка матеріалів і конструкцій / І. А. Цурпал. – К.: Вища школа, 2005. – 36 с.
2. Ройзман В. П. Прикладна механіка. Опір матеріалів: навчальний посібник / В. П. Ройзман. – К. : Центр навчальної літератури, 2004. – 124 с.
3. Агамиров Л. В. Сопротивление материалов: Краткий курс для студентов вузов / Л. В. Агамиров– М.: ООО «Издательство АСТ»: 2003. – 256 с.
4. Писаренко Г. С. Опір матеріалів / Г. С. Писаренко – К. : Вища школа, 1993. – 259 с.
5. Писаренко Г. С. Справочник по сопротивлению материалов / Г. С. Писаренко., А. П. Яковлев, В. В. Матвеев. – К. : «Наукова думка». 1975. – 370 с.
6. Цурпал И. А. Краткий курс сопротивления материалов / И. А. Цурпал. – К.: Вища школа, 1989.– 331 с.
7. Королев П. Г. Сборник задач по сопротивлению материалов / П. Г. Королев – К. : Вища школа, 1997. – 288 с.

8. Тимошенко С. П. Сопротивление материалов. / С. П. Тимошенко – М.: Наука, 1965. –122 с.
9. Бабенко Д. В. Механіка матеріалів і конструкцій: навчальне видання. / Д. В. Бабенко – Миколаїв.: МДАУ, 2011. –148 с.

УДК 621.785.53

ПІДВИЩЕННЯ КОРОЗІЙНОСТІЙКОСТІ СТАЛІ ШЛЯХОМ АЗОТУВАННЯ

Сиволап В.В., студент гр. Ен 2/1

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник канд. екон. наук., доц. Полянський П.М.

Анотація

Розглянуто режими антикорозійного азотування деталей, зміна структури поверхневого шару та властивості хромованої сталі, зроблений порівняльний аналіз потенціалу у водопровідній воді сталі та після азотування при різних температурах.

Annotation

Considered modes corrosion nitriding parts, change the structure and properties of the surface layer of chrome steel, a comparative analysis of the potential in tap water and after nitriding steel at different temperatures.

Перелік деталей, що працюють в агресивних середовищах та сприймають знакозмінні навантаження розширюється тому необхідно приймати заходи по покращення властивостей без змін хімічного складу і розмірів деталей. Дану задачу можна виконати за допомогою азотування.

Азотування сталі називається процес поверхневого насичення сталі азотом.

Перше дослідження по азотування сталі, вивченню властивостей і будови нітридів заліза було виконано в 1907-1914 рр. Н. П. Чижевським. З 1926 р. азотування почали застосовувати в промисловості.

Азотуванню піддають в основному леговані сталі певного складу і процес триває (30-60 год.), тому застосування його виявляється економічно доцільним лише для обробки відповідальних інструментів, і деталей авіамоторів, дизелів, турбін, приладів і т.п. Часткове застосування одержав процес короткочасної (до 1 год.) антикорозійної азотизації деталей, виготовлених з вуглецевих сталей і працюючих в атмосферних умовах (гвинти, гайки, дрібні зубчаті колеса приладів парової арматури, будівельно-залізна фурнітура і т. д.).

Ступінь підготовки поверхні деталей перед азотуванням залежить від того, чи деталі надалі поліруватимуться (тоді їх до азотування також полірують) або вони поступлять в експлуатацію з матовою поверхнею а після піддають азотуванню табл. 1.

Режими антикорозійного азотування деталей з вуглецевої сталі

Сталь	Найменування деталей	Температура, °С	Термін, хв	Ступень дисоціації аміаку, %
08, 10, 15, 20, 25, Ст.1, Ст. 2, Ст. 3, Ст. 4, Ст. 5, А12, А15, А20, 40, 45, 50, 40Х*	Тяга, штирі, болти, вентелі паропроводів, різакі, зварювальні пальники, деталі кисневого вентиля, спортивна фурнітура, будівельно-залізна фурнітура (скоби, петлі, шпінгалети, засувки, замкові вироби) і ін.	600	60-120*	35-55
		650	45-90*	45-65
		700	15-30*	55-75
40, 40Х, У7, У8, У10, ШХ15	Деталі приладів і апаратів (зубчаті колеса, вали, золотники, осі, гайки, гвинти, штифти та ін.)	770-850**	5-10	До 80
		600-700 з наступним гартом 770-850**	15-45 3-10	45-75 До 80

* Охолодження після азотування проводять у воді, в мастилі, на повітрі в муфелі або в муфелі разом з піччю. Для підвищення в'язкості азотованого шару бажане швидке охолодження.

** Температура кінцевого нагріву повинна співпадати з температурою гарту сталі.

При азотуванні отримують беспористий нетравлюючий антикорозійний нітрідний шар ($\zeta+\epsilon+\gamma$) товщиною 0,015-0,030 мм який залежить від призначення і форми деталі (рис. 1). Цей нітрідний (або карбонітрідний) шар володіє підвищеною стійкістю у вологому повітряному середовищі (стійкий протягом декількох років), у водопровідній воді (протягом декількох місяців), неочищеному маслі, бензині, перегрітій парі, слабких лужних розчинах і інших середовищах. У розчинах кислот і морській воді азотований шар малостійкий проти корозії.

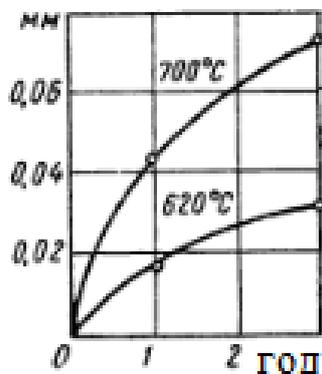


Рис. 1. Зміна глибини залягання ϵ -фази в дифузійному шарі сталі залежно від часу азотування

Середньовуглецеві сталі застосовують для виготовлення деталей, що випробовують значні навантаження. Процес азотування цих поліпшених сталей ведуть при температурі не вище 650°C.

Корозійна стійкість азотованої сталі визначається не тільки стійкістю нітридного шару, але і здатністю цієї сталі пасивуватися з утворенням захисної плівки.

Азотована і неазотована сталь мають різні по величині електрохімічні потенціали (рис. 2). Азотування вуглецевої сталі підвищує її твердість, межі міцності і текучість. Пластичність і в'язкість знижуються лише у випадку, якщо сталь перед азотуванням не піддається термічній обробці. Дуже різко зростає після азотування втомна міцність сталі (на 25-60%) і особливо (приблизно на 100%) корозійностійка міцність.

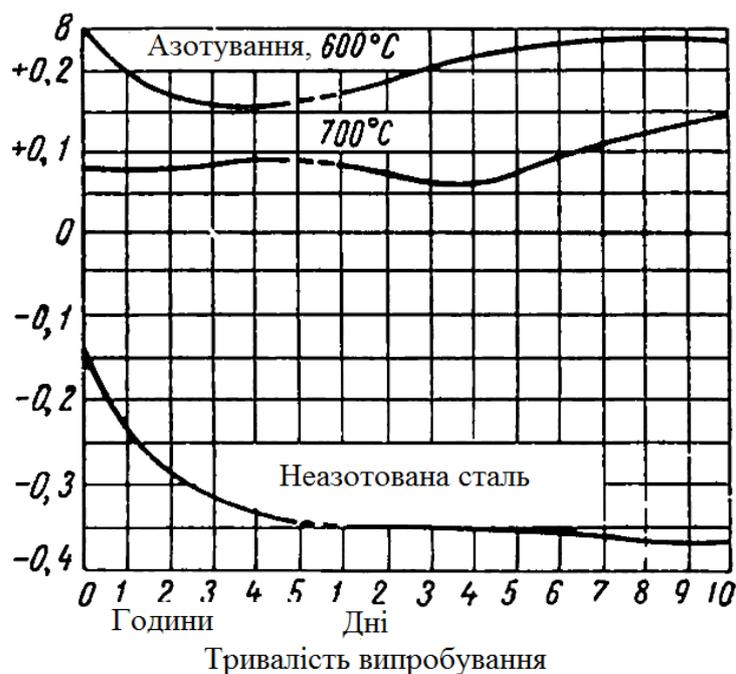


Рис. 2. Криві зміни потенціалу у водопровідній воді сталі та після азотування при різних температурах на протязі 30 хв

Найбільш широко використовують азотування сталі 38ХМЮА, на поверхні якої розташовується тонка, крихка та яка не травиться нітридна зона, що складається з ϵ - і γ -фаз або з ζ -, ϵ - і γ -фаз. Під цією зоною знаходиться основна зона азотованого шару, відмінна при невеликому збільшенні від сорбітової структури серцевини сталі лише більшим травленням. Ця зона складається з α - і γ -фаз; у тій її частині, яка примикає до нітридної кромки, іноді присутні нітриди, включення у вигляді тонких прожилків. Дисперсні нітриди легуючих елементів при звичайно прийнятих збільшеннях мікроструктури не видно (рис. 3).

На підставі електронно-мікроскопічного дослідження видно, що в азотованому шарі сталі 38ХМЮА під впливом нітридів легуючих елементів, що виділяються виходить дроблення блоків. Нітриди мають розміри близько 200-500 Å і розташовуються переважно по межах цих блоків.

При великому вмісті в сталі нітридообразуючих легуючих елементів нітридні фази можуть бути знайдені рентгенівським і мікроскопічним методами.

Межа витривалості сталі марки 38ХМЮА при знакозмінному вигині підвищується з 49 кг/мм² (48 X 10⁷ н/м²) до 58 кг/мм² (56,9 X 10⁷ н/м²), якщо глибина шару 0,30 мм, і до 60 кг/мм² (58,8 X 10⁷ н/м²) при глибині шару 0,45 мм.

Азотизація підвищує опір і налипанню металу під навантаженням і особливе при підвищених температурах. У зв'язку з цим азотована сталь 38ХМЮА рекомендується для пароводяної арматури, що працює при температурах до 500-520 °С, а сталь 1Х17Н13М2Б - до 600°С.

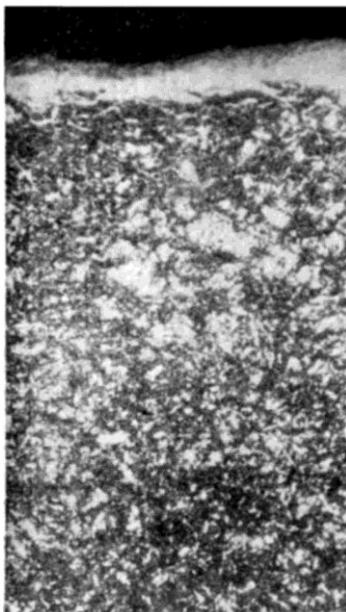


Рис. 3. Мікроструктура азотованого шару сталі 35ХМЮА, 520°С, 48 год (X150)

Азотована сталь володіє теплостійкістю (красностойкістю), і її твердість зберігається після дії високих температур. Наприклад, сталь 38ХМЮА зберігає свою твердість при нагріві до 500-520 °С протягом декількох десятків годинників. Ще більшу стійкість твердості проти дії високих температур (до 600 °С) має аустенітна сталь. Проте при тривалій експлуатації в умовах високих температур азотований шар поступово розмоктується, на поверхні утворюються оксиди і відбувається глибока дифузія кисню по нітридним прожилках, що утворюються як в процесі азотизації, так і при тривалому нагріві під час експлуатації.

Отже, азотовані деталі мають ряд переваг: високу твердість, зносостійкість, теплостійкість і корозійну стійкість. Для зниження крихкості деталей, що піддаються антикорозійному азотуванню, низьковуглецеву сталь потрібно піддати нормалізації або гарту, а середньовуглецеву поліпшенню.

Література:

1. Гуляев А.П. *Металловедение*. – М.: «Металлургия», 1982.
2. Лахтин Ю.М. *Металловедение и термическая обработка металлов*. – М: – "Металлургия", 1986.
3. Минкевич А.Н. *Химико-термическая обработка металлов и сплавов*. – М.: «Машиностроение», 1965.

ЗАСТОСУВАННЯ АНТИФРИКЦІЙНИХ ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ КОНСТРУКЦІЙ ДЕТАЛЕЙ

Некрасов В.С., студент гр. М 5/1 маг

Миколаївський національний аграрний університет

Науковий керівник канд. екон. наук, доц. Полянський П.М.

Анотація

Розглянуто основні класифікації антифрикційних порошкових матеріалів, та їх властивості при зміні середовищ використання, шляхи використання.

Annotation

The basic classification of anti-friction powder materials and their properties when changing media use and ways of use.

Сучасний етап розвитку машинобудування використовує різноманітний перелік матеріалів для виготовлення деталей машин і приладів, не винятком є і порошкоподібні матеріали з вуглецевої, легованої і стійкої до корозії сталі, бронзи, латуні, міді та інших металів або сплавів (рис. 1).



Рис. 1. Порошкоподібний матеріал

Підвищення механічних властивостей (міцності, твердості, пластичності) деталей із порошкових матеріалів досягають застосуванням легованих порошоків, термічною або хіміко-термічною обробкою.

Більшість деталей машин виготовляють із матеріалів на залізній і залізо-мідній основі. Залізо-мідні сплави — високоміцні, стійкі до спрацювання, мають високу в'язкість. Із порошкових сплавів на основі міді широко застосовують латунні порошки для виготовлення безпористих підшипників, а також сплави на алюмінієвій основі типу САП і САС.

До порошкових матеріалів зі спеціальними властивостями належать антифрикційні, фрикційні, пористі, магнітні, вакуумні, контактні та ін.

Порошкові антифрикційні матеріали можуть експлуатуватися як у легконавантажених вузлах, так і у вузлах, що несуть великі навантаження, в агресивних середовищах, в умовах підвищених і знижених температур, при високому тиску і в глибокому вакуумі.

Крім того, антифрикційні порошкові матеріали можуть працювати в умовах сухого тертя, а також за наявності рідкого змащування, що подається ззовні або за рахунок самозмащування. У свою чергу, умови роботи матеріалів визначаються галузями їх застосування.

Залежно від застосування та умов роботи до антифрикційних матеріалів ставляться наступні вимоги: низький коефіцієнт тертя, висока зносостійкість, здатність утворювати шари вторинних структур, запобігати схоплюванню, володіти об'ємною та поверхневою міцністю, мати високу несучу здатність, високу теплопровідність та ін.

Коефіцієнт тертя антифрикційних матеріалів для умов сухого тертя повинен складати 0,12-0,30, а для умов тертя з мастилом – 0,04-0,10 (рис. 2). Його величина залежить від складу матеріалу, його структури, пористості та умов роботи. Зменшення коефіцієнта тертя сприяє зниженню тепловиділення та зношуванню пар тертя, що сприяє підвищенню довговічності деталей. У порошкових матеріалах низький коефіцієнт тертя і його стабільність багато в чому забезпечуються за рахунок ефекту самозмащування і введення твердих мастил, таких як графіт, сульфіди металів та ін. Істотно знижується коефіцієнт тертя через окислювальні процеси та утворення оксидних плівок на межі розділу робочих поверхонь.

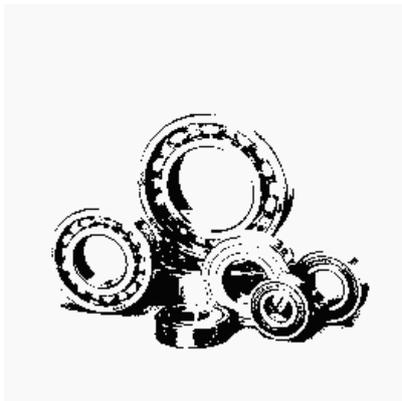


Рис. 2. Підшипники сухого тертя та тертя з маст

Зносостійкість поряд з іншими властивостями визначає довговічність вузла тертя. На неї впливає міцність матеріалу, його структура та твердість антифрикційного матеріалу. При цьому зносостійкість визначається, головним чином, властивостями вторинних структур, що утворюються на поверхнях тертя.

Вторинні структури утворюються в початковий період роботи за рахунок диспергування матеріалу поверхонь тертя і його змішування з частками оксидів, графіту та інших речовин, що входять в матеріал у вигляді присадок. При цьому під дією локального виділення теплоти і тиску відбувається спікання суміші частинок з отриманням на поверхні антифрикційного матеріалу шару речовини зі структурою, характерною для дисперсно-зміцнених матеріалів. Якщо не утворюється досить міцний і зносостійкий шар вторинних структур, що захищає основний матеріал пари тертя від безпосередньої взаємодії, виникає схоплювання, мікрорізання, шаржування, що викликає зниження працездатності вузла тертя в цілому.

Припрацьовуваність матеріалу також відіграє важливу роль у процесі його експлуатації і залежить від здатності генерувати шари вторинних структур в результаті комплексу фізичних, фізико-хімічних і механічних процесів, що протікають при терті. Вона залежить від властивостей матеріалу, його складу та умов роботи. Так, наприклад, наявність пористості й змащення покращує припрацьовуваність матеріалів.

Об'ємна та поверхнева міцність залежить від виду матеріалу основи, легуючих добавок, структури і виду додаткової термічної або хіміко-термічної обробки. Від фізико-механічних властивостей матеріалу, зокрема від міцності, залежить несуча здатність антифрикційного матеріалу, яка характеризується добутком питомого навантаження $P_{на}$ швидкість ковзання $V_{в}$ метрах за секунду. Для кожного матеріалу $P_{на}V_{в}$ має цілком певне значення і визначає умови його роботи. При конструюванні підшипників необхідно враховувати несучу здатність матеріалу і встановлювати для нього значення питомих навантажень і швидкостей тертя в допустимих межах. При високих значеннях питомих навантажень для збереження працездатності матеріалу знижують швидкість тертя, і навпаки. Несуча здатність, крім властивостей самих матеріалів, залежить також від температури навколишнього середовища, характеру мастильних матеріалів і способу їх подачі, стану поверхні тертя та інше.

Важливою умовою стабільної роботи вузла тертя є сталість його температури в межах допустимих значень. Температура вузла тертя багато в чому визначається теплопровідністю антифрикційного матеріалу, яка в основному залежить від природи матеріалу основи і збільшується із зростанням щільності матеріалу і з введенням добавок, що володіють високою теплопровідністю.

Самозмащування є однією з головних переваг антифрикційних порошкових матеріалів. Даний ефект може бути досягнутий або за рахунок масла, що знаходиться в порах матеріалу підшипника, або за рахунок наявності в складі матеріалу речовин, що виконують роль твердого мастила. До таких речовин відносяться графіт, деякі сульфідні (особливо сульфідні молибдену і вольфраму), нітриди бору, деякі оксиди, м'які і легкоплавкі метали, галогеніди, фторопласт, капрон, нейлон та ін. Ці речовини в процесі тертя сприяють утворенню розділових плівок на їх поверхнях.

Ефект самозмащування пористих виробів, просочених маслом, полягає в тому, що при нагріванні пари тертя, об'єм масла в антифрикційному матеріалі збільшується в більшій мірі, ніж об'єм металевих каркаса. У результаті цього масло витікає з пор на поверхню і змащує її. При охолодженні вузла тертя, під дією капілярних сил, масло вбирається в пори.

Термін служби підшипника подовжується при збільшенні кількості мастила в матеріалі. Це може бути забезпечено за рахунок потовщення стінок підшипника, збільшення кількості та розмірів пор шляхом застосування порошоків з максимально допустимим розміром часток.

Антифрикційні порошкові матеріали, що використовуються для виготовлення деталей вузлів тертя (підшипники ковзання, втулки, поршневі кільця, торцеві ущільнення, шайби, підп'ятники, вкладиші тощо), можна класифікувати за складом і за призначенням.

За складом матеріали поділяються на:

- 1) матеріали на основі міді, заліза, нікелю, кобальту, алюмінію та інших сплавів;
- 2) матеріали на основі тугоплавких металів і сполук;
- 3) металографітові матеріали;

- 4) металеві двошарові матеріали на сталевій підкладці;
- 5) матеріали на основі пористих металевих каркасів, насичених фторопластом;
- 6) металоскляні матеріали.

За призначенням антифрикційні порошкові матеріали підрозділяються на матеріали, що експлуатуються:

- 1) при наявності рідкого змащування;
- 2) в умовах обмеженого змащення;
- 3) в режимі самозмащування;
- 4) без мастила в повітряному середовищі;
- 5) у вакуумі та в середовищі інертних газів;
- 6) при підвищених температурах;
- 7) при високих швидкостях ковзання;
- 8) у воді і в корозійних середовищах;
- 9) в якості торцевих і радіальних ущільнень;
- 10) у якості контактів ковзання і порошкових кілець.

Коефіцієнт тертя антифрикційних матеріалів для умов сухого тертя повинен складати 0,12-0,30, а для умов тертя з мастилом – 0,04-0,10. Його величина залежить від складу матеріалу, його структури, пористості та умов роботи. Зменшення коефіцієнта тертя сприяє зниженню тепловиділення та зношуванню пар тертя, що сприяє підвищенню довговічності деталей. У порошкових матеріалах низький коефіцієнт тертя і його стабільність багато в чому забезпечуються за рахунок ефекту самозмащування і введення твердих мастил, таких як графіт, сульфід металів та ін. Істотно знижується коефіцієнт тертя через окислювальні процеси та утворення оксидних плівок на межі розділу робочих поверхонь.

Зносостійкість поряд з іншими властивостями визначає довговічність вузла тертя. На неї впливає міцність матеріалу, його структура та твердість антифрикційного матеріалу. При цьому зносостійкість визначається, головним чином, властивостями вторинних структур, що утворюються на поверхнях тертя.

Вторинні структури утворюються в початковий період роботи за рахунок диспергування матеріалу поверхонь тертя і його змішування з частками оксидів, графіту та інших речовин, що входять в матеріал у вигляді присадок. При цьому під дією локального виділення теплоти і тиску відбувається спікання суміші частинок з отриманням на поверхні антифрикційного матеріалу шару речовини зі структурою, характерною для дисперсно-зміцнених матеріалів. Якщо не утворюється досить міцний і зносостійкий шар вторинних структур, що захищає основний матеріал пари тертя від безпосередньої взаємодії, виникає схоплювання, мікрорізання, шаржування, що викликає зниження працездатності вузла тертя в цілому.

Література:

1. Гуляев А.П. *Металловедение*. - М.: «Металлургия», 1982.
2. Лахтин Ю.М. *Металловедение и термическая обработка металлов*. - М: - "Металлургия", 1986.
3. Некрасов С.С. и др. *Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению*. - М., "Колос", 1992.

4. Глазов Г.А. и др. Технология металлов и других конструкционных материалов. - М., "Машиностроение", 1972.
5. Жадан В.Т. и др. "Технология металлов" - М., "Высшая школа", 1970.
6. Дубинин Н.П. и др. Технология металлов и других конструкционных материалов. - М., "Высшая школа", 1979.
7. Архипов В.В. и др. Технология металлов - М., "Высшая школа" 1978.
8. Кнорозов В.В. и др. Технология металлов - М.; Машиностроение, 1979.
9. Дальский А.М. и др. Технология конструкционных материалов. -М., "Машиностроение", 1985.
10. Прейс Г.А. и др. Технология конструкционных материалов. - К.; "Вища школа", 1991.

УДК 629.113.004.67

ВПЛИВ ХРОМУВАННЯ НА ВЛАСТИВОСТІ ТА СТРУКТУРУ СТАЛІ

Спиця А.Ю., студент гр. М 1/2, Кошмак Д.В., студент гр. М 1/2

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник: канд. екон. наук., доц. Полянський П.М.

Анотація

Розглянено основні способи, процеси та види хромування, описано взаємодію компонентів залізо-хром за допомогою діаграми та властивості хромованої сталі.

Annotation

The main methods and types of plating processes described interaction component iron-chromium using diagrams and properties of chrome steel.

Для отримання захисно-декоративних покриттів, дзеркальних відбивачів, підвищення твердості, зносостійкості, низького коефіцієнта тертя, стійкості до дії ртуті, та хімічно і нагрівостійкості деталей що використовуються в машинобудуванні застосовують хромування.

Позитивною властивістю покриттів з хрому є те, що деталі виходять блискучими безпосередньо в гальванічних ваннах, для цього не потрібно їх полірувати механічним шляхом (рис. 1).

Хромування – це один із видів хіміко-термічної обробки сталі, яке полягає у насиченні поверхневих шарів виробів хромом.

Дифузійну металізацію хромом можна проводити у твердих, рідких та газоподібних середовищах.

При утворенні дифузійних шарів спостерігається проникнення атомів речовини, яка наноситься в глибину металу. Глибина проникнення тим більша, чим вища температура і

тривалість процесу хромування. В поверхневих шарах металу, який покривається, спостерігається утворення нових фаз – хімічних сполук або твердих розчинів. Хром при вмісті 13 % зміщує електродний потенціал сталі в позитивну сторону від - 0,6 до 0,2 мВ.



Рис. 1. Деталь до і після хромування

Металевий хром належить до числа найбільш інертних в хімічному відношенні металів. При кімнатній і підвищеній температурах хром не взаємодіє з багатьма електролітами, до числа яких можна віднести азотну кислоту, воду та інші агресивні середовища. Соляна та сірчана кислоти розчиняють хром з виділенням водню. При високих температурах хром взаємодіє з азотом, вуглецем, кремнієм та іншими елементами.

Декоративному хромуванню піддаються деталі зі сталі, міді, латуні, алюмінію, алюмінієвих і цинкових сплавів.

При декоративному покритті сталевих виробів хромом (ГОСТ 3002-45) хром є зовнішнім шаром багатшарового покриття: мідь (осаджена в ціанистим електроліті) - мідь (осаджена в кислому електроліті) - нікель - хром або нікель - мідь (кисла) - нікель - хром.

При декоративному хромуванні шар хрому наносять на підшар іншого металу, найчастіше нікелю а потім мідь.

При твердому хромуванні наносять порівняно товстий шар хрому для того, щоб використовувати високу твердість, зносостійкість і малий коефіцієнт тертя хромованого покриття. У подібних випадках хром зазвичай осаджують прямо на основний метал без будь-якого проміжного підшару.

Залежно від щільності струму та температури електроліту отримують три види покриттів; сірі (матові), блискучі і молочні (білі). Сірі осадки відрізняються високою мікротвердістю (900...1200 HV) та підвищеною хрупкістю, тому в ремонтному виробництві не використовуються.

Блискучий хром характеризується високою мікротвердістю (600...900 HV), наявністю сітки тріщин, але меншою хрупкістю.

Молочний (білий) хром характеризується меншою твердістю (400...600 HV), високою корозійною стійкістю і достатньою пластичністю. Такі осадки наносять на деталі, які працюють при знакозмінних та ударних навантаженнях.

Процеси хромування мають низький вихід струму (в середньому 13...16%), непостійну концентрацію CrO_3 та H_2SO_4 , що викликає необхідність корегування складу електроліту і застосування саморегульованих електролітів.

Пористе хромування. Процес хромування забезпечує отримання гладких покриттів, які характеризуються поганою припрацьованістю завдяки тому, що погано змочуються маслом.

Найзручніше і просто дифузійне хромування здійснюється в середовищах розплавлених електrolітів. Результати хромування цим методом залежать від умов змочування поверхні сталі соляним розплавом, складом, в'язкістю середовища, реакціями взаємодії рідкого розплаву з оброблюваною поверхнею тощо.

Для опису взаємодії залізо-хром використовують діаграму яка досить детально вивчена рядом авторів: Грифітсом, Бейном, Курнановим та іншими (рис. 2). Більшістю досліджень було встановлено, що в сплавах залізо-хром існує неперервний ряд твердих розчинів. Залізо та хром мають необмежену розчинність в твердому і рідкому станах незалежно від температури. Сплави утворюють в твердому стані α - та γ -фази. Крім цього α -фаза в твердому стані розпадається з утворенням хімічної сполуки типу Fe-Cr. Детальні дослідження сплавів залізо-хром дозволили вперше встановити утворення двох нових фаз, названих β - і η -фазами. Необхідно мати на увазі, що нові фази, які утворюються, і різноманітні сплави на їх основі мають специфічні властивості.

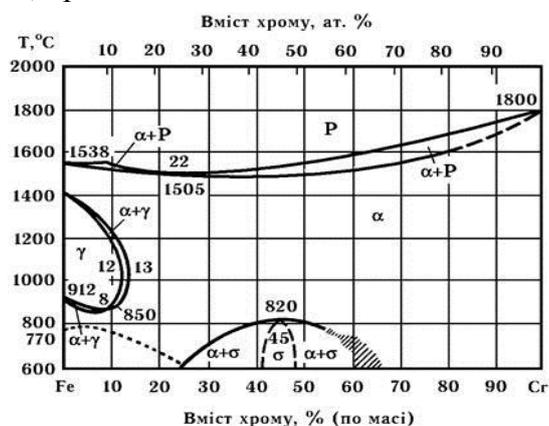


Рис. 2. Діаграма стану системи Fe-Cr

Утворення дифузійних хромових покриттів в розплавлених середовищах найзручніше і просто дифузійне хромування здійснюється в середовищах розплавлених електrolітів. Результати хромування цим методом залежать від умов змочування поверхні сталі соляним розплавом, складом, в'язкістю середовища, реакціями взаємодії рідкого розплаву з оброблюваною поверхнею тощо.

На змочування поверхні сталі соляним розчином, а відповідно на її властивості, істотно впливають температура ванни, рух у ній теплових течій, тощо. Застосування для хромування виробів ванни з розплавленим хромом обмежене у зв'язку з високою його температурою плавлення. Реалізація рідинного методу хромування стала можлива завдяки використанню різних солей, насамперед хромистих (CrCl_2 , CrCl_3). Галогенід Cr в рідкому стані реагує згідно реакції обміну з металом виробу. При цьому утворюється хлорид металу виробу.

Рідинне хромування добре проходить у середовищі CrCl_3 . Швидкість утворення покриття залежить від швидкості протікання реакції обміну та швидкості дифузії хрому. Але так як швидкість реакції обміну дуже висока, основним фактором, що визначає швидкість хромування, є швидкість дифузії хрому.

При хромуванні необхідно підтримувати високу активність хлоридів хрому та низьку активність хлоридів заліза. З цією метою при насиченні сталі у ванну з соляним розчином,

звичайно, додають кусочки хрому або ферохрому. Це сприяє утворенню у ванні додаткової кількості хлоридів хрому. Соляний розплав, що складається з одних хлоридів хрому, характеризується великою активністю, тому і швидкість насичення є дуже високою. Але розплавлена сіль CrCl_2 досить інтенсивно випаровується вже при 900°C внаслідок підвищення тиску парів хлориду над поверхнею ванни. Тому застосування розплавів високої активності нерациональне.

Активність розплаву штучно знижують, вводячи солі стабілізатори-хлористий барій, хлористий магній, хлористий кальцій (5-30 %). Позитивно впливає також CrCl_3 . Його додавання в соляний розчин CrCl_2 дозволяє знизити температуру плавлення до 800°C .

Хромування проводять у ванні, що містить 20% CrCl_2 , CrCl_3 , а також солі стабілізатори (BaCl_2 , CaCl_2 , MgCl_2) (рис. 3). Результати процесу суттєво залежать від співвідношення кількості солей CrCl_2 і CrCl_3 в розплаві. Оптимальні склади ванни залежать від складу металу, що хромується. Наприклад, щоб отримати шар товщиною 0,14мм відношення $\text{CrCl}_3/\text{CrCl}_2$ при хромуванні чистого заліза повинне бути рівне 7, а при хромуванні низьковуглецевих сталей з 5 % кремнію – 5. Ця сталь хромується на більшу глибину, ніж чисте залізо.

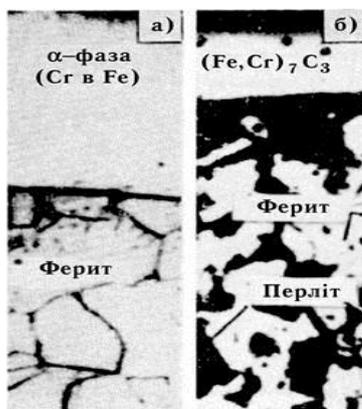


Рис. 3. Мікроструктура дифузійних шарів (x250):

а - хромове покриття на технічно чистому залізі; б - хромове покриття на сталі 45

Таким чином, при хромуванні в рідких середовищах контролювати глибину насичення відносно легко. Це особливо важливо в тих випадках, коли хромуванню піддають сталі різного складу. Залежність товщини шару на армко-залізі від тривалості хромування у ванні, яка містить 30 % CrCl_2 , 49 % BaCl_2 , 21 % NaCl і Cr (металевий) при температурах $900-1200^\circ\text{C}$ має наступний вигляд (рис. 4).

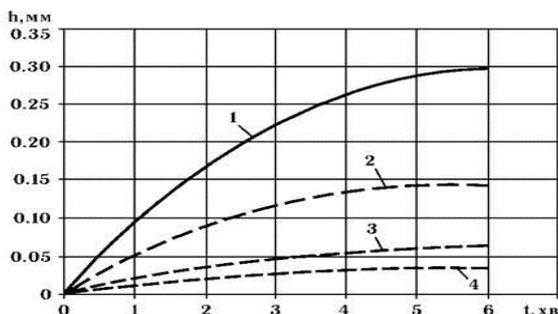


Рис. 4. Залежність товщини шару h на армко-залізі від тривалості рідинного хромування при температурі, $^\circ\text{C}$:

1 – 1200; 2 – 1100; 3 – 1000; 4 – 900

Рідинний метод хромування дає можливість керувати процесом дифузії, змінюючи склад ванни, неодноразово його використовувати та проводити процес безперервно, обробляти внутрішні поверхні деталей. Нескладність технологічних процесів, висока якість покриття – все це вигідно відрізняє рідинний метод хромування від газового в порошках. Суттєвою перевагою рідинного методу є можливість проводити гартування малогабаритних виробів безпосередньо з ванни, без повторного нагріву, що є економічною перевагою цього методу.

Істотним недоліком методів насичення в розплавлених середовищах є швидкий нагрів деталей при зануренні їх у розплав, а потім досить швидке охолодження, що може викликати небажану деформацію та короблення виробів. У випадку охолодження разом з пічкою ускладнюється відокремлення деталі від охолонутої і затверділої суміші. Але завдяки нескладності методу він може широко використовуватися у заводських умовах при масовому виробництві.

Структура хромованого шару безпосередньо залежить від вмісту в сталі вуглецю. Якщо в маловуглецевих сталях цей шар зазвичай складається з твердого розчину заміщення хрому в α -залозі, то в разі високовуглецевих матеріалів може утворюватися шар карбідів, що складається, наприклад, для сталей з 0,8-1,0% вуглецю з карбідів Cr_23C_6 , розташованих в верхніх шарах насиченою хромом поверхні і карбиду Cr_7C_3 лежачого нижче. Під карбідними шарами розташовується евтектоїдний шар, що з троостита і карбиду Cr_7C_3 . Крім вуглецю на параметри хромованого шару впливає легуючий комплекс сталі. Всі карбидообразующие елементи - вольфрам, молібден, титан, ванадій і т. д. - збільшують глибину хромованого шару; елементи, що розширюють аустенітну область, - нікель, кобальт - зменшують глибину хромування. Це пов'язано з особливостями дифузії хрому в α -Fe і γ -Fe. З одного боку, швидкість дифузії атомів хрому в α -залозі значно вище, ніж в аустеніт, з іншого, - при легуванні вольфрамом, молібденом і іншими карбидообразующие елементами вміст хрому в сталі у вихідному, до хіміко-термічної обробки, стані перевершує його концентрацію в сталях вуглецевих або легуваних, наприклад тільки нікелем.

Твердість насиченою хромом поверхні у середньо-і високовуглецевих сталей, тобто тоді, коли хром в поверхні знаходиться у вигляді шару карбідів, становить 12000 - 13000 МПа. Твердість хромованого шару у низьковуглецевих сталей, коли хром знаходиться в твердому розчині, не перевищує 1500-3000 МПа. Основні властивості які підвищуються: зносостійкість, корозостійкість, окалійність, жаростійкість ($800^{\circ}C$), має більшу твердість ніж звичайні сталі.

Дифузійний шар володіє високою твердістю і міцністю. Однак спостерігається знеміцнення внутрішніх шарів обумовлене тривалим відпалом, який супроводжує процес хромування. Внаслідок цього в деяких випадках не можна використовувати високі механічні властивості хромових покриттів без додаткової термічної обробки хромованих деталей. В таких випадках необхідно застосовувати гартування сталевих зразків після хромування. Термічна обробка дозволяє збільшити довговічність виробів у важких умовах експлуатації. Необхідно відмітити, що термічна обробка підвищує і корозійну стійкість хромованих виробів

В гальваніці твердість покриттів відіграє істотну роль. Вона визначає термін експлуатації покриття і відповідно, ресурс механізму або приладу. Особливо важливе значення має твердість хромових, залізних, нікелевих гальванічних покриттів, які застосовуються для збільшення

поверхневої міцності елементів машин і механізмів, апаратів, контрольних калібрів та ін. У першому наближенні більшого значення твердості відповідає і велика зносостійкість покриття, отже, і більш тривалий термін експлуатації деталі. Для золотих, срібних, родієвих, паладієвих, нікелевих, олов'яних покриттів підвищена твердість зумовлює надійність роботи контактують пристроїв, що використовуються в радіотехнічній і електронній апаратурі.

Література:

1. Дубінін Р. Н. Дифузійне хромування сплавів/ Р.Н. Дубінін; - М, 1964. – 252 с.
2. Матеріали для сервісу та ремонту автомобілів. [Електронний ресурс] // URL: http://posibnyku.vntu.edu.ua/servis_ta_remont_avtom/1.8.html.
3. Лахтин Ю. М. Металловедение и термическая обработка металлов [Текст] / Ю.М. Лахтин – М.: Металлургия , 1983. - 360 с.
4. Застосування електрохімічного осадження хрому в поліграфії. [Електронний ресурс] // URL: <http://ukrefs.com.ua/44960-Primenenie-elektrohimicheskogo-osazhdeniya-hroma-vpoligrafii.htm>.

УДК 629.113.004.67

КІНЕМАТИЧНА ГЕОМЕТРИЯ ПРИЛАДІВ ДЛЯ КРЕСЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ КРИВИХ

Мудрий О.Ю., студент гр. М 1/2

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник старший викладач Степанов С.М.

Анотація

Необхідність в механізмах для переміщення точок робочого органу по наперед заданій траєкторії на сьогодні виконується недостатньо. В багатьох випадках для досягнення мети треба використати шарнірно – важільний механізм, проектування якого зв'язано з великими труднощами.

Annotation

The need for mechanisms to move the points of the working body on the predetermined trajectory is done today is not enough. In many cases it is necessary to achieve the objective of the hinge - lever mechanism design is connected with great difficulties.

Найбільш ефективним засобом механізації математичної обробки графіків, особливо для разових розрахунків, залишаються математичні прилади для трансформації площинних кривих.

Математичні прилади виявляються найбільш рентабельними при розв'язуванні спеціальних задач, їх можна використовувати в нестандартних умовах, вони дешеві при виготовленні і прості при експлуатації та мають малі габаритні розміри. Математичні прилади

такого роду мають цінну властивість, бо процес відтворення кривих в них протікає наглядно, що корисно для учбових цілей.

За кордоном уже багато років тому виробляють і розробляють нові зразки математичних приладів, що свідчить про рентабельність їх застосування.

Малі механічні математичні прилади (пантографи, координатографи, афінографи, параболографи, еліпсографи і т. ін.) випускають такі європейські фірми як «Ott» (Німеччина), «Coradi», Amsler (Швейцарія), Stanley (Англія), а також різні фірми США.

Розглянемо такі математичні прилади як еліпсограф (рис. 1) та афінограф (рис. 2).



Рис. 1. Еліпсограф



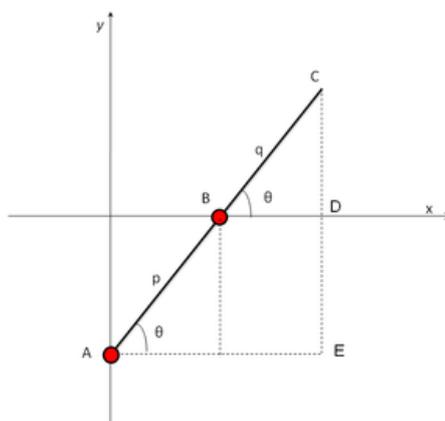
Рис. 2. Афінограф

Еліпсограф або еліпсограф Архімеда – це механізм, що перетворює вертикально-поступний рух в рух по еліпсу. Історія цього механізму точно не визначена, але вважається, що еліпсографи існували ще у часи Діадохачи навіть у часи Архімеда.

Будова. Він складається з двох повзунів, що можуть рухатися по двох взаємно перпендикулярних канавках чи напрямних. Повзуни прикріплені до стрижня за допомогою шарнірів, і розташовані на фіксованій відстані один від одного уздовж стрижня. Повзуни рухаються лінійно - кожен своєю канавкою, - і при цьому кінець стрижня описує еліпс на площині. Півосі еліпса є відстанями від кінця стрижня до шарнірів кріплення повзунів. Зазвичай відстані можна змінювати, і тим самим змінювати форму і розміри еліпса, що описується.

Використання. Такий механізм застосовується як креслярський інструмент, як напрямний механізм для різального інструменту також при розкрою листів матеріалу (скла, картону, фанери тощо), а також при фрезеруванні кругів та еліпсів ручною фрезерною машиною.

Математичний опис:



Нехай C - це кінець стрижня, і A, B - шарніри на повзунах. Нехай p, q - відстані від A до B , і від B до C , відповідно. Координатні осі у тах проведемо таким чином, що рух повзунів A і B буде відбуватись уздовж цих осей, відповідно. У випадку, коли стрижень утворює кут θ з віссю, координати точки C визначаються рівняннями:

$$x = (p + q) \cos \theta,$$

$$y = q \sin \theta.$$

Це є рівняння еліпса у параметричній формі запису. У загальнішому випадку напрямні, по яких рухаються повзуни, можуть розташовуватись під кутом, відмінним від прямого, а точки A, B і C можуть лежати не на прямій лінії. Результуюча траєкторія точки C залишиться еліпсом.

Афінограф (рос. аффинограф, англ. affinograph, нім. Affinograph) - прилад для механічної побудови наочних паралельно-проеційних зображень предметів (наприклад, гірничих виробок чи геологічних структур) в афінних проєкціях. В основу побудови покладено принцип моделювання прийомів і властивостей афінних перетворень.

Афінні проєкції - проєкції, побудова яких ґрунтується на афінному перетворенні фігур. Застосовуються в маркшейдерській практиці для виконання об'ємних зображень, складних вузлів гірничих виробок. У виконанні А.п. більш прості за аксонометричні проєкції і дозволяють створити об'ємну модель мережі підземних гірничих виробок шахти.

На рис. 3 наведено план гірничих виробок (а), принципи побудови відносно осі спорідненості X_1 та афінне зображення гірничих виробок (б). Біля характерних точок виробок вказано числові позначки.

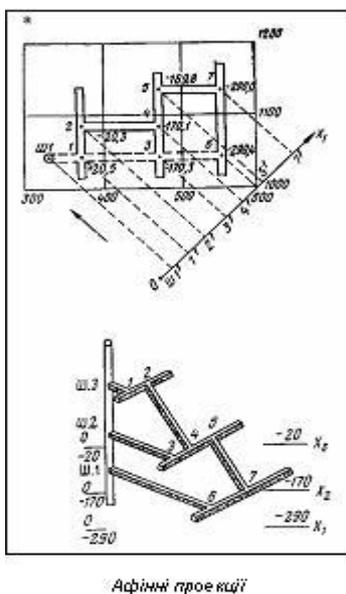


Рис. 3. План гірничих виробок

Таким чином можна говорити щонарешта геометрія є розділом математики. Креслярське приладдя виготовляється за математичними правилами та методами, що в сумі дає підґрунтя для створення станків для різьблення, точіння і т. ін.

Література:

1. Вайсманов В.В. Вычислительные математические приборы. - М., Машгиз, 1958.

2. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. - Донецьк : Донбас, 2004.
3. Бейер Р. Кинематический синтез мех-мов. - Киев, Машгиз, 1959.

УДК 621.839

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ТЕРТЯ КОВЗАННЯ

Дюльгер О.М., студент гр. М 1/2

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник ст. викл. Балицький І.В.

Анотація

Тертя, яке виникає при безперервному контакті матеріальних тіл, є складним фізичним явищем, що супроводжується нагрівом тіл, їх електризацією, руйнуванням поверхонь контакту, дифузією речовини і т. ін.

Annotation

The friction that occurs in continuous contact material bodies, is a complex physical phenomenon that accompanied heating bodies, their electrification, destruction of surface contact diffusion material and so on. Al.

Явище тертя можна уявити як вдавлення, яке супроводжується зчепленням бугорків шорсткості одного з тіл у проміжках між бугорками другого, що спричинює деформацію, а іноді і руйнування цих бугорків. Вивчення усіх особливостей явища тертя виходить за рамки курсу теоретичної механіки. В теоретичній механіці при врахуванні сили тертя спираються на ряд установлених дослідом загальних закономірностей, які відображають основні особливості явища тертя. Ці закономірності називають законом тертя ковзання Кулона при спокої і формулюються так:

1. При намаганні зрушити одне тіло на поверхні другого у площині стикання тіл виникає сила тертя (або сила зчеплення), величина якої може мати значення від нуля до - граничної сили тертя.

Сила тертя напрямлена у протилежний бік від того, куди активні сили намагаються зрушити тіло.

2. Величина граничної сили тертя дорівнює добутку статичного коефіцієнта тертя на нормальну реакцію: fN .

Статичний коефіцієнт тертя f – безрозмірна величина, що визначається дослідним шляхом. Коефіцієнт f залежить від матеріалу стискних тіл і стану їх поверхонь (характер обробки, температура, вологість, змащення тощо).

Експериментально статичний коефіцієнт тертя визначається за допомогою прибору, що називається трибометром.

Метою даного дослідження є визначення коефіцієнта тертя ковзання за допомогою механічної системи яка складається з 3-х елементів: вантажів 1, 2 та бруска 3.

Коефіцієнт тертя ковзання f знаходимо двічі використовуючи теорему про зміну кінетичної енергії системи.

Експериментально коефіцієнт тертя ковзання можна визначити за допомогою приладу.

Змінюючи кут похилої площини, можна досягти того моменту, коли тіло почне рухатись.

Зафіксувавши цей кут, з виразу $f = \operatorname{tg} \alpha$ знаходимо коефіцієнт тертя ковзання.

Література:

1. Гуляев А.П. Металловедение. - М.: «Металлургия», 1982.
2. Некрасов С.С. и др. Практикум по технологии конструкционных материалов и материаловедению. - М., "Колос", 1992.
3. Глазов Г.А. и др. Технология металлов и других конструкционных материалов. - М., Машиностроение, 1972.
4. Жадан В.Т. и др. "Технология металлов" - М., "Высшая школа", 1970.

УДК 631.363.2

ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ТА РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ ДРОБАРКИ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА

Полудень А.Д., студентка гр. М 5/1 маг

Миколаївський національний аграрний університет

Науковий керівник к.т.н., доц. Горбенко О.А.

Анотація

Виконано аналіз відомих конструкцій дробарок та запропоновано конструктивне рішення, що може бути застосоване у виробничих умовах господарств різних форм власності для забезпечення поголів'я тварин концентрованими кормами.

Annotation

The analysis of known structures crushers and proposed a constructive solution that can be used in a production environment enterprises of different ownership for cattle concentrated feed.

Наукові дослідження і досвід передових господарств свідчать, що, реалізуючи генетичний потенціал худоби, яка утримується в господарствах України, можна збільшити виробництво молока, м'яса та інших продуктів тваринництва в 1,5—1,7 рази. Для цього необхідно значно вдосконалити кормовиробництво і перетворити його на спеціалізовану галузь сільського господарства.

Аналіз конструктивних схем і досліджень робочого процесу дробарок показує, що основні показники їх роботи, такі, як витрата енергії і якість одержуваного продукту не повною мірою відповідають сучасним вимогам підготовки кормів до згодовування тваринам. Тим не менш, можливості подальшого підвищення ефективності роботи дробарок не вичерпані, і необхідно працювати над створенням нових конструктивних рішень.

Аналіз літературних джерел та патентних матеріалів дав можливість запропонувати конструктивне рішення дробарки з голкоподібними робочими елементами, яка може бути застосована у виробничих умовах господарств різних форм власності для забезпечення поголів'я тварин концентрованими кормами.

На рис. 1 представлена принципова схема подрібнення матеріалу в дробарці. У робочій камері дробарки розміщені ротор з голкоподібними елементами, решето, деки. Весь простір робочої камери можна умовно розділити на 4 сектори: I - сектор завантаження, II - сектор першої деки, III - сектор решета, IV - сектор другої деки.

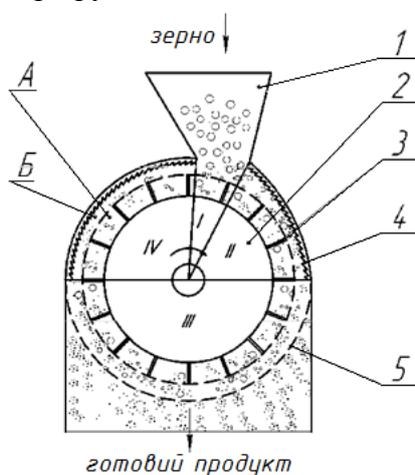


Рис. 1. Схема подрібнення матеріалу в дробарці з голкоподібними робочими елементами:

1 - завантажувальний пристрій; 2 - ротор; 3 - голкоподібний робочий елемент; 4 - дека; 5 - решето; I - сектор завантаження; II - сектор першої деки; III - сектор решета; IV - сектор другої деки; А - зона дії голкоподібних робочих елементів; Б - зона дії пасивних робочих органів

Подрібнення частинок матеріалу відбувається за рахунок їх послідовних механічних взаємодій з активними (ротор) і пасивними (решето, деки) робочими органами. Цей процес відбувається в кільцевому повітряно-продуктовому шарі, що складається з 2-х зон: А - зона дії активних робочих елементів, Б - зона дії пасивних робочих органів.

Працює дробарка наступним чином. Ротор здійснює обертальний рух. Зерно з приймального бункера надходить у робочу камеру, де подрібнюється під дією голкоподібних елементів ротора, а також, за рахунок ударів об деки і решето. Подрібнене зерно через отвори решета надходить у зарешітний простір, звідки потрапляє в контрольну тару.

Аналіз теоретичних і експериментальних досліджень з подрібнення фуражного зерна показав, що при безліч конструктивно-технологічних пропозицій, основним напрямком удосконалення подрібнювачів кормів ударної дії є забезпечення ефективності і надійності їх роботи, а саме - зниження енерговитрат, і отримання готового продукту, що відповідає зоотехнічним вимогам.

Для зниження енергоємності процесу подрібнення і поліпшення гранулометричного складу готового продукту, стосовно до малогабаритних дробарок, запропоновано конструктивно-технологічну схему ротора з рівномірно розподіленими по його колу голкоподібними робочими елементами.

Обґрунтовано конструктивні параметри ротора з голкоподібними робочими елементами для подрібнення фуражного зерна: довжина голкоподібного елемента - 40-50 мм; діаметр - 4-6 мм; маса - 9-40 г.

Література:

1. Кукта Г.М. Машины и оборудование для приготовления кормов. - М.: Агропромиздат, 1987. - 303 с.
2. Виробництво комбікорму в умовах господарства / С.М. Рахімов, К.В. Даниленко. - М.: Агропромиздат, 1989. – 312с.
3. Акименко А.В. Совершенствование рабочих органов молотковой дробилки / А.В.Акименко // Аграрная наука в начале XXI века. Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов – часть III. / ВГАУ. – Воронеж, 2002. - С. 228 – 230.

УДК 664.3.032:6653

ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОТОРНОГО ГРАНУЛЯТОРА З ПЛОСКОЮ МАТРИЦЕЮ

Некрасов В.С., студент гр. М 5/1 маг, Євтушенко О.М., студент гр. ЗМ 6/1

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник к.т.н., доц. Горбенко О.А.

Анотація

Виконано аналіз відомих конструкцій для виробництва гранул та запропоновано конструкцію роторного гранулятора з плоскою матрицею, яка відрізняється простотою конструкції, зручністю експлуатації і відносною простотою у виробництві матриць.

Annotation

The analysis of known designs for production of pellets and asked to design a rotary granulator with a flat matrix, characterized by simplicity of design, ease of use and relative ease of production matrices.

Актуальною проблемою олійних виробництв є процес подальшої переробки лузги.

Виробництво гранул має ряд переваг в порівнянні з традиційним паливом завдяки відновленню вихідної сировини, високій енергоконцентрації, насипної щільності, транспортабельності, екологічності та низьким енерговитратам при виробництві [1].

В результаті аналізу виявлено, що для виробництва гранул можна застосовувати конструкцію роторного гранулятора з плоскою матрицею.

Матеріал, що направляється на гранулювання піддається деформації у роторному пресі. Зони деформації роторного преса можна представити у вигляді каналу змінного перерізу з криволінійними границями, а формуючий канал в роторному грануляторі - як канал прохідного пресування змінного перерізу.

Відомо, що для процесу гранулювання найчастіше застосовують гранулятори, що мають циліндричну матрицю.

Виконаний аналіз відомих конструкцій дозволив зазначити, що конструкція гранулятора з плоскою матрицею відрізняється простотою конструкції, зручністю експлуатації і відносною простотою у виробництві матриць. При виготовленні матриць канали в них виконують як з постійним так і з перемінним перетином (рис. 1).

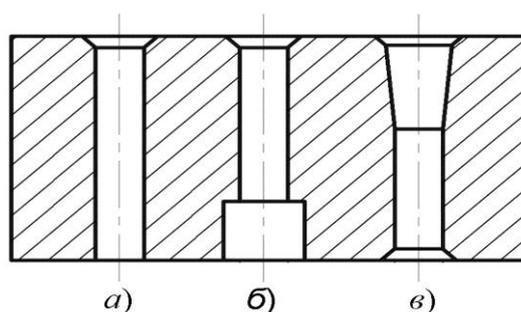


Рис. 1. Приклади виконання каналів в матрицях роторних пресів

При перекочуванні зубчастого валка (рис. 2) сировина маса змінюється за рахунок сил тертя, деформується (перетворюється в клин), а внаслідок пластичних деформацій і циркуляційного руху, відбувається її ущільнення. Збільшення числа контактів частинок збільшує опір матеріалу зрушенню, обумовлюючи тим самим відповідне зростання напруг.

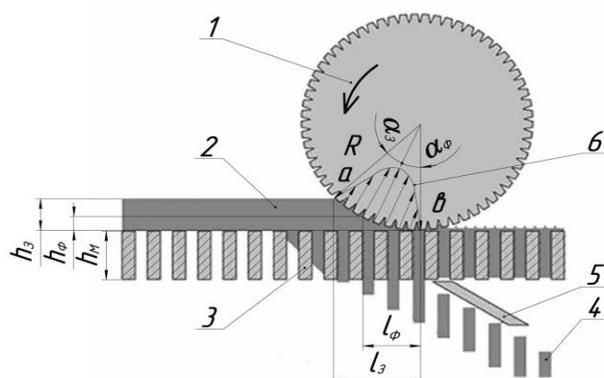


Рис. 2. Схема продавлювання матеріалу через канали матриці:

1 - валок; 2 - матеріал; 3 - матриця; 4 - гранули; 5 - ніж; 6 - епюра напругень

У момент, коли ці напруги перевищать опір матриці, почнеться процес формувань гранул. При цьому тиск в робочій області буде знижуватися від тиску формувань до тиску пружної післядії, а щільність сформованої маси залишиться постійною.

Таким чином, запропонований пристрій має такі переваги:

1) Простота конструкції, зручність експлуатації і відносна простота у виробництві матриць.

2) Відновлення вихідної сировини, висока енергоконцентрація, насипна щільність, транспортабельність, екологічність та низькі енерговитрати при виробництві.

Література:

1. Назаров В.И., Булатов И.А., Макаренков Д.А. Особенности разработки процесса прессового гранулирования биотоплива на основе древесных и растительных отходов // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2009. №2. - С. 35 – 39.
2. Назаров, В. И. Особенности разработки процесса прессового гранулирования биотоплива на основе древесных и растительных отходов / В. И. Назаров, И. А. Булатов, Д. А. Макаренков // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2009. – № 3. – С. 15– 19.
3. Глебов, И. Т. Резание древесины / И. Т. Глебов. – Екатеринбург : УГЛУ, 2001. – 151 с.
4. Казанков, Ю. В. Расчет и конструирование формующего инструмента / Ю. В. Казанков, В. А. Миронов, М. С. Макаров. – М. : МИХМ, 1986. – 84 с.

УДК 631.361.85

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ПЕРЕРОБКИ ПЛОДОВОЇ ТА ТОМАТНОЇ СИРОВИНИ

Кушніренко С.М., студент гр. ЗМ 6/1, Стрельченко І.В. студент гр. ЗМ 6/1

Миколаївський національний аграрний університет

Наукові керівники к.т.н., доц. Горбенко О.А., ас. Кім Н.І.

Анотація

Проаналізовано відомі технологічні схеми переробки плодової та томатної сировини і складено загальну технологічну схему переробки плодової та томатної сировини, яка дозволяє скоротити технологічні операції за рахунок виконання операції подрібнення і протирання однією машиною.

Annotation

Analyzed the known technological schemes of processing tomato fruit and raw and prepared a general technological scheme of processing tomato fruit and raw materials, which reduces the manufacturing operations through the operation of grinding and rubbing one machine.

Пріоритетний напрямок розвитку господарств які розташовані на півдні України – це вирощування плодовоовочевої сировини, такої як – плоди різних видів кісточкових, томатів та здійснення переробки в готовий продукт для споживання населенням. Реалізація продукції

здійснюється через свою та інші мережі збуту. Такий підхід забезпечує легкий доступ продукції власного виробництва господарства до покупців.

Так в умовах господарств в яких є достатня сировина база пропонується впровадження технологічної лінії по переробці плодової і томатопродукції. Для вибору раціональної технології переробки і отримання оптимального складу технологічної лінії є необхідність визначитися з асортиментом продукції та проаналізувати відомі технологічні схем. Такий підхід дозволить вирішити поставлену задачу.

Така сировина як томати, значно відрізняється по консистенції м'якоті, розмірам плодів і відділення соку від плодових культур. Тому при переробці томатопродукції є свої особливості в проведенні окремих етапів технологічних операцій.

Аналіз літературних джерел та патентних матеріалів дав можливість розробити загальну технологічну схему переробки плодової і овочевої сировини (томатів).

Базовий асортимент продукції складає виробництво цілоплодних консервів, соку, пюре, пасти, соусу. На схемі (рис. 1) представлено основні операції, що виконуються в процесі виробництва.

Частина операцій (мийка, інспекція, сортування) є загальними при виробництві асортимента представленого на схемі.

Подальші етапи для кожного виду продукції мають певні відмінності.

Виробництво консервів з цілих плодів передбачає виконання таких операцій, як підготовка заливки, укладання плодів в тару, закатування, стерилізацію та складську обробку.

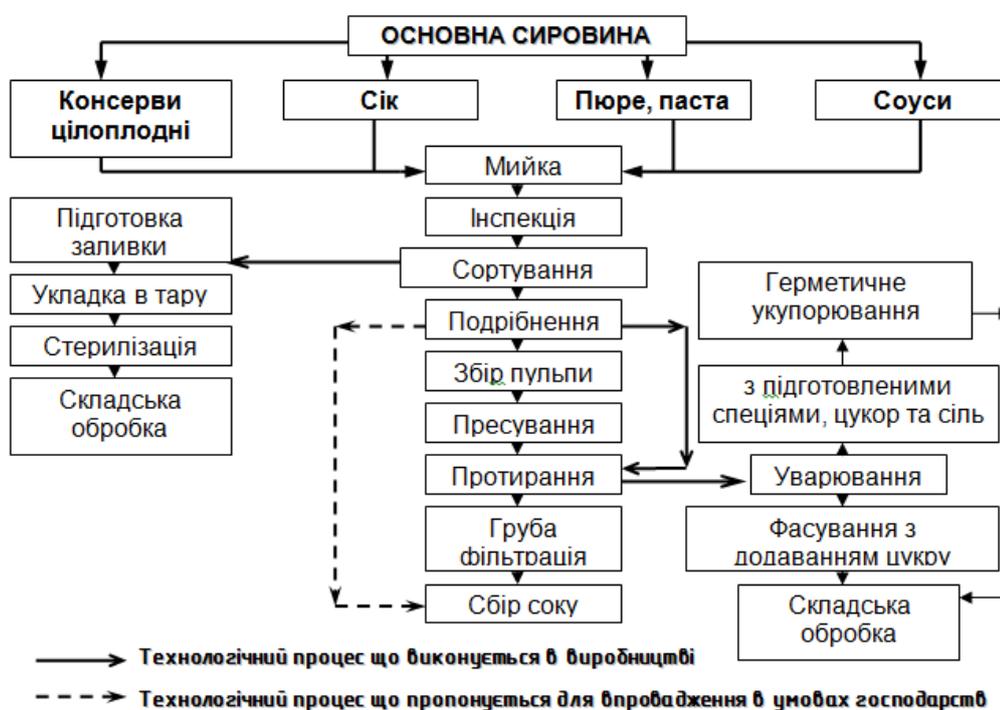


Рис. 1. Загальна технологічна схема переробки томатів

Виробництво соків, пюре, соусів має більш розгалужену технологічну схему. Окрім підготовки операцій важливими є подрібнення, пресування, протирання, фільтрація, уварювання.

Спираючись на результати аналізу стандартної схеми побудови технологічного процесу переробки плодової сировини і томатів пропонується скорочення технологічних операцій за

рахунок виконання операції подрібнення і протирання однією машиною, конструктивне рішення якої запропоновано (патент №32413).

Підсумовуючи викладене можна зробити наступні висновки:

- 1) Запропонована технологічна схема дозволяє здійснювати переробку більш широкого спектру сировини такої як: плодова різних культур і томатна;
- 2) Застосування в технологічному процесі машини для подрібнення і протирання плодової і томатної сировини дозволить скоротити кількість операцій, що знизить енергоємність процесу та металоємність технологічної лінії.

Література:

1. Ковальская Л.П. Технологии пищевых производств / Ковальская Л.П., Нечаев А.П., Горбатьюк В.И. и др. – М. : Колос, 1997. – 752 с.
2. Широков Е. П., Зберігання та переробка плодів і овочів / Широков Е. П. – М. : Агропромиздат, 1989.
3. Скрипніков Ю.Г. Прогресивна технологія зберігання і переробки плодів та овочів / Скрипніков Ю.Г. – М. : Агропромиздат, 1989.

УДК 631.363.2

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ З ОБГРУНТУВАННЯМ ВИБОРУ КОНСТРУКЦІЇ ПОДРІБНЮВАЧА ЗЕРНА

Стрюк О.О., студент гр. М 5/1 маг, Шадзінський Я.О., студент гр. М 5/1 маг

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник ас. Стрельцов В.В.

Анотація

В статті проведено аналіз останніх досліджень, присвячених аеродинаміці кормодробарок ударно-стираючої дії. Запропоновано експериментальну установку для дослідження процесу подрібнення в умовах змінного тиску у робочій камері.

Annotation

The article analyzes the recent studies on aerodynamics kormodrobarok shock erasing action. An experimental setup to study the process of grinding in variable pressure in the chamber.

Основою розвитку тваринництва є, як відомо, потужна кормова база. Саме корми посідають чільне місце у формуванні галузі. Створення ж кормової бази забезпечується виробництвом достатньої кількості всіх видів кормів, у тому числі й комбінованих, завдяки яким

здійснюється збалансування кормових раціонів і підвищення рівня годівлі тварин. Потребу в застосуванні комбікормів у годівлі тварин і птиці довели фахівці, розрахунки яких свідчать, що є певна залежність між характером переробки зерна, згодовуваного тваринам, і ступенем перетворення його поживних речовин на тваринницьку продукцію. Із поглибленням ступеня переробки зерна й ускладненням раціону закономірно падають питомі витрати корму на одиницю продукції і зростає конверсія поживних речовин. Це зростання може в 3...4 рази перевершувати монозернову годівлю й повноцінний комбікорм.

Однією з важливих і самих енергоємних операцій у технології кормовиробництва є подрібнення. Приготування кормів складає 45-50 % у собівартості готової продукції тваринництва. Витрати енергії по операціям розподіляються таким чином: транспортування – 20%, дозування – 15 %, на подрібнення припадає близько 65 % загальних витрат, що складає приблизно 33 % собівартості готової продукції.

Для дослідження процесу подрібнення застосовано експериментальну установку (рис. 1), що представляє собою конструкцію дробарки ударно - стираючої дії з вертикальним розміщенням вала ротора, в робочій камері в якій є можливість змінювати тиск повітря за допомогою насоса або компресора. Установка працює в режимі періодичної дії. Вона дозволяє у процесі експериментів змінювати конструкцію робочих органів, варіювати частоту обертання ротора, змінювати величину тиску повітря в робочій камері. Процеси, що відбуваються в лабораторній установці доступні вимірам, візуальному спостереженню.

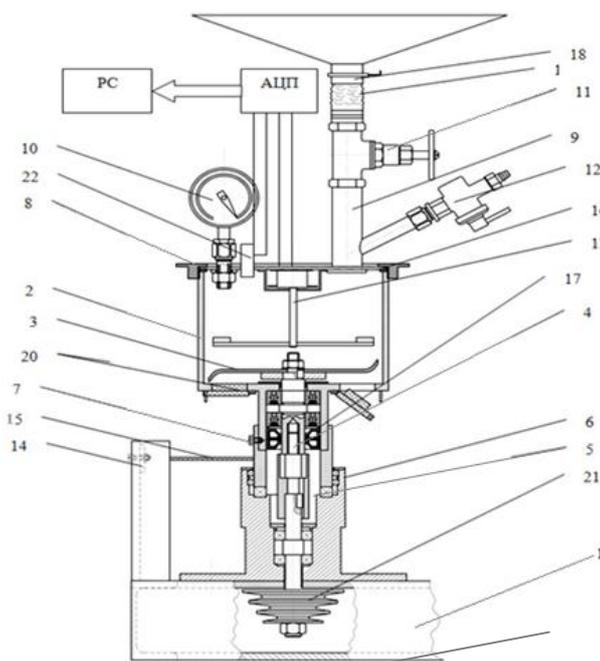


Рис. 1. Експериментальна установка для дослідження процесу подрібнення компонентів комбікормів:

- 1 – станина, 2 – корпус робочої камери, 3 – робочий орган, 4 – вал ротора, 5 – муфта, 6 – опорний стакан, 7 – стопорний болт, 8 – кришка, 9 – трійник, 10 – моновакуум метр, 11 – шаровий кран, 12 - компресорний кран, 13 – пристрій для заміру швидкості повітряно-продуктового шару, 14 – тензOMETричні балочки, 15 – нерозтяжна нить, 16, 17 – ущільнення, 18 – бункер, 19 – повітряно-непроникний рукав, 20 – вихідні кришки, 21 – приводний шків, 22 – датчик тиску МДД-1

При проведенні експерименту можливе дослідження впливу на ефективність процесу подрібнення змінної величини тиску повітря в робочій камері при одночасній зміні конструктивних і технологічних параметрів робочих органів, тривалості подрібнення, частоти обертання ротора, маси завантаженого в робочу камеру продукту.

З викладеного можна зробити висновок:

1) Використання лабораторної установки дає можливість дослідити вплив розрідження чи тиску на процес подрібнення зерна, виявити час подрібнення, можливість збільшення продуктивності і зменшення енергоємності.

2) Застосування подрібнювача запропонованої конструкції зробить можливим збільшення продуктивності і зменшення енергоємності.

Література:

1. Діордієв В.Т. Автоматизація процесів виробництва комбікормів в умовах реформованих господарств АПК / В.Т. Діордієв. – Сімферополь : Доля, 2004. – 138 с.
2. Підвищення ефективності роботи малогабаритних зернових кормодробарок // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Ялпачик Ф.Ю. – 2005. – Вип. 25. – С. 3-13.

УДК 637.027

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КОНСТРУКЦІЇ НОЖА ВОВЧКА ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ

Юрескул Р.В., студент гр. М 5/1 маг, Корчаковська К.Г., студентка гр. М 5/1 маг

Миколаївський національний аграрний університет

Наукові керівники к.т.н., доц. Горбенко О.А., ас. Норинський О.І.

Анотація

Досліджено процес подрібнення м'ясної сировини за рахунок профілювання форми ріжучої кромки леза ножа і визначено закономірності розподілу отворів в ножовій решітці. Запропоновано конструкцію ножа вовчка для подрібнення м'ясної сировини.

Annotation

The process of grinding raw meat by profiling forms the cutting edge knife blade and defined patterns of distribution stab holes in the lattice. The construction broomrape knife for chopping raw meat.

Для сучасних м'ясопереробних підприємств як і раніше актуальною залишається завдання подальшого вдосконалення технологічних процесів та відповідного обладнання з метою

зниження його енергоємності, втрат сировини, підвищення продуктивності, поліпшення якості продукції, що випускається. Машини для подрібнення м'яса і м'ясних продуктів складають близько половини всього діючого обладнання в м'ясній промисловості. Вовчок - одне з найголовніших обладнань м'ясопереробної галузі. Різання м'яса - процес досить енергоємний, тому будь-які можливості скорочення енерговитрат повинні бути вивчені і реалізовані. При подрібненні м'ясної сировини на вовчку відбувається віджимання м'ясного соку, що має високу харчову і біологічну цінність. Від обґрунтованості виконання цієї операції залежать кінцеві енерговитрати, вихід і якість готової продукції.

Метою наукової роботи є дослідження процесу подрібнення м'ясної сировини за рахунок профілювання форми ріжучої кромки леза ножа і визначення закономірності розподілу отворів в ножовій решітці.

В процесі аналізу вибрано і запропоновано для застосування економічно вигідні конструкції ножів, що дозволяють підвищити якість готового продукту і знизити енерговитрати на здійснення процесу.

Досліджувалася сукупність ріжучих органів вовчків, зокрема, ріжуча кромка леза ножа і отвори в ножовій решітці. Предметом дослідження була оптимізація процесу подрібнення м'ясної сировини за критерієм мінімальної потужності, що витрачається на процес.

Різні дослідники говорять про переваги тієї чи іншої форми ріжучої кромки не пропонуючи значень початкового кута ковзання. Так, наприклад, Бистров С. і Степанова В. пропонують виконувати ріжучу кромку вовчка у вигляді спіралі Архімеда. Путівцем В. Г. каже про перевагу неосьової прямолінійної ріжучої кромки. Бренч А. А. рекомендує виконувати ріжучу кромку у формі логарифмічної спіралі, тобто з однаковим кутом ковзання в кожній точці ріжучої кромки. Німецька фірма Mado виконує ріжучі кромки ножа у вигляді концентричного кола, при цьому кут ковзання змінюється від 0 до 90°. Доцільно проектувати ріжучу кромку таким чином, щоб зусилля різання в кожній точці ріжучої кромки було мінімальним. При мінімальній попередній деформації зусилля різання будуть мінімальними. Скорочення попередньої деформації зменшує руйнування клітинної структури харчового матеріалу. При подрібненні м'ясної сировини скорочується віджим м'ясного соку, який володіє високою харчовою і біологічною цінністю.

Результати досліджень процесу різання із застосуванням експериментального ножа з криволінійною ріжучою кромкою представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Результати досліджень процесу різання із застосуванням експериментального ножа

Радіус ріжучої кромки r , мм	Оптимальний кут ковзання β , °	Полярний кут φ , °
14	52,6	0
20	52,4	27
25,25	49,8	46
30	46,8	58
36,5	42,0	72

Зусилля різання приймають своє мінімальне значення при куті ковзання $\beta = 49,8^\circ$ (таблиця

1). Приймаємо цей кут ковзання для середнього радіусу ріжучої кромки.

Таким чином можна зробити наступні висновки:

1) Доцільно проектувати ріжучу кромку таким чином, щоб зусилля різання в кожній точці ріжучої кромки було мінімальним.

2) Зусилля різання приймають своє мінімальне значення при куті ковзання $\beta = 49,8^\circ$. Приймаємо цей кут ковзання для середнього радіусу ріжучої кромки.

Література:

1. Бредихин С.А. Технологическое оборудование мясокомбинатов / Бредихин С.А. и др. – М.: Колос, 2000. – 302 с.
2. Калачев А.А. Технологическое оборудование мясной отряси (колбасное производство и полуфабрикаты) / Калачев А.А., Астанина В.Ю., Кузнецов А.Н. – Воронеж, 2002. – 176 с.
3. Кузьмин В.В. Совершенствование процесса резания мясного сырья на основе математического моделирования формы режущих инструментов: автореф. дис. на соискание учёной степени кандидата техн. наук: спец. 05.18.12 «Процессы и аппараты пищевых производств» / В.В. Кузьмин. Санкт-Петербург, 2008. – 16 с.

УДК 631.362.3

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КОНСТРУКЦІЇ СЕПАРАТОРА ДЛЯ ПЕРВИННОЇ ОЧИСТКИ ЗЕРНА

Чернов І.В., студент гр. М 5/1 маг, Трощенко М.С., студент гр. М 5/1 маг

Миколаївський національний аграрний університет

Наукові керівники к.т.н., доц. Горбенко О.А., ас. Храмов М.С.

Анотація

Запропоновано конструкцію сепаратора для первинної очистки зерна та досліджено процес руху зернової суміші по сепаруючій поверхні циліндричного підсівного решета і в просторі між пластинами барабана.

Annotation

A separator design for the primary treatment of grain and investigated the process of moving grain mixture for separating surface pidsivnoho cylindrical sieve in the space between the plates of the drum.

У загальному випадку процес решетного сепарування можна представити двома стадіями: сегрегації (зміни фізичного стану однорідної маси) і просіювання.

Більш чітко фізичну сутність можна виявити, коли умови взаємодії часток одна з одною і решітною поверхнею представлені у вигляді простих моделей, що дозволяють застосувати основні закони механіки.

Розглянемо процес руху зернової суміші по сепаруючій поверхні циліндричного підсівного решета і в просторі між пластинами барабана.

Для проведення досліджень була використана установка (рис. 1), що має параметри $h = 0,5$ м; $R_{бар} = 0,145$ м; $R_p = 0,105$ м; $R_{oc} = 0,02$ м.

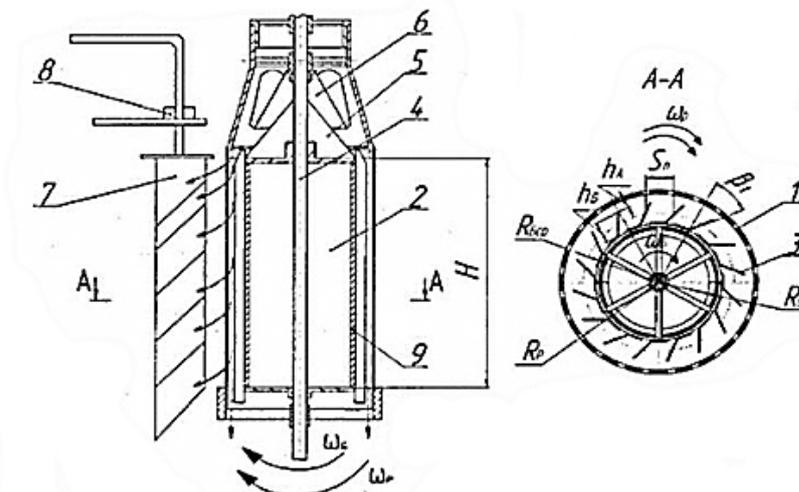


Рис. 1. Схема лабораторної установки відцентрово-решітного сепаратора:

- 1 - решето; 2 - пластинчастий барабан; 3 - пластина барабана; 4 - вал; 5 - конус відбивача; 6 - живильник; 7 - пробовідбірник; 8 - підвіс; 9 - обмежувальний циліндр

Були виділені фактори, що впливають на процес сепарації.

Саме від них залежить ефективність процесу сепарації. Вона розраховується за формулою:

$$\varepsilon = \frac{P_1 \cdot a_{вих}}{P_0 \cdot a_{поч}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де: P_1 – маса прохідової фракції, $a_{вих}$ – вміст дрібних домішок в прохідовій фракції, P_0 – маса вихідного матеріалу, $a_{поч}$ – вміст дрібних домішок в прохідовій фракції.

Керуючими факторами впливу ε : S - крок розстановки пластин; ω_f , ω_s - кутова швидкість решета і барабана відповідно; β_1 - кут нахилу пластин барабана, h_1 - товщина активного шару [2].

Таким чином можна зробити наступні висновки:

1) Виявлено, що при зміні тільки одного параметра - кроку розстановки пластин S , ефективність очищення і втрати зерна у відходи різко знижуються, що пояснюється зменшенням коефіцієнта трансформації.

2) Зміна товщини активного шару з 10 мм до 12 мм призводить до зниження ефективності очищення зерна.

Література:

1. Стрикунов Н. И. Поточная линия для послеуборочной обработки зерна и семян / Н. И. Стрикунов, С. В. Леканов, А. В. Ровенский // Вестник АГАУ. – 2003. – Вып. № (9). – С. 37-39.

2. Тарасов Б. Т. Основные параметры процесса сепарирования зерна на подсевном решете в центробежно-решетном сепараторе / Б. Т. Тарасов, Н. И. Стрикунов, С. В. Леканов // Вестник АГАУ. – 2004. – Вып. 112 (14). – С. 143-147.

УДК 631.363.2

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ

Поколюк Ю.П., студент гр. М 5/1 маг, Миргородський А.А., студент гр. М 5/1 маг

Миколаївський національний аграрний університет

Науковий керівник к.т.н., ас. Доценко Н.А.

Анотація

Виконані дослідження технологічних схем виробництва комбікормів з метою визначення доцільності їх використання в певних виробничих умовах. Проведена оцінка і порівняння відомих технологічних ліній виробництва комбікормів і запропоновано оптимальний варіант для умов сучасних фермерських господарств.

Annotation

It was carried out the research of the animal feed production flowsheets to determine the feasibility of their use in certain working conditions. It was conducted the evaluation and comparison of the known animal feed production lines and offered the best option for the conditions of modern farms.

Ефективність тваринництва і птахівництва в істотному ступені залежить від кормів. Збалансовані за складом корми, призначені певній групі тварин, є запорукою їх здоров'я і продуктивності і можуть повністю розкрити генетичний потенціал. Залежно від виду вироблюваної продукції, яка, в свою чергу, призначена для певних видів і статевовікових груп тварин, на підприємствах застосовується єдиний технологічний процес виробництва комбікормів для основного дорослого поголів'я худоби, птиці та риби, а також комбікормів для поросят, телят і курчат 1 -4 днів. Комбікорми - це однорідні суміші очищених і подрібнених до необхідного ступеня різних кормових сумішей, складених за науково обгрунтованими рецептами і забезпечують збалансоване по всіх елементах годування тварин. Основне призначення - оптимізація раціонів по енергії, протеїну, макро- і мікроелементами, вітамінами та інших біологічно активних вітамінах (БАВ) відповідно до норм годування. Комбікорми дозволяють знижувати витрату зернофуражу майже на третину і підвищувати продуктивність тварин на 15-20%, в порівнянні з незбагаченим зерном. У залежності від призначення виділяють повнораціонні комбікорми, комбікорми-концентрати, кормові суміші, БВМД, БВД, МКД, премікси. Організація виробництва повинна забезпечити мінімальну тривалість технологічного циклу, максимальну механізацію і потоковість процесу, досконалий контроль якості на основних ділянках лінії т.д.

Загальна технологічна схема виробництва комбікормів залежить від числа, поєднання взаємозв'язків ліній, програми виробництва, конструкції устаткування і т.д.



Рис. 1. Технологічний процес виробництва комбікормів

Технологічний процес виробництва комбікормів складається з наступних етапів: приймання сировини; підготовка (очищення, сушіння, подрібнення); дозування і змішування зернових, різних білкових компонентів; збагачення комбікормів вітамінами, мікроелементами, лікарськими препаратами або комплексними сумішами біологічних речовин – преміксами; введення в комбікорми рідких компонентів (м'яси, жиру, солі та ін.); гранулювання; зберігання або фасування й випуск готової продукції в розсипний або гранульованому вигляді.

Цех виробництва комбікормів продуктивності 5 т/год призначено для отримання в автоматичному режимі точно розрахованого раціону комбікорми з зернофуражу та білково-мінерально-вітамінних добавок для годівлі різних статевікових груп свиней, ВРХ, птахів представлений на рис. 2.

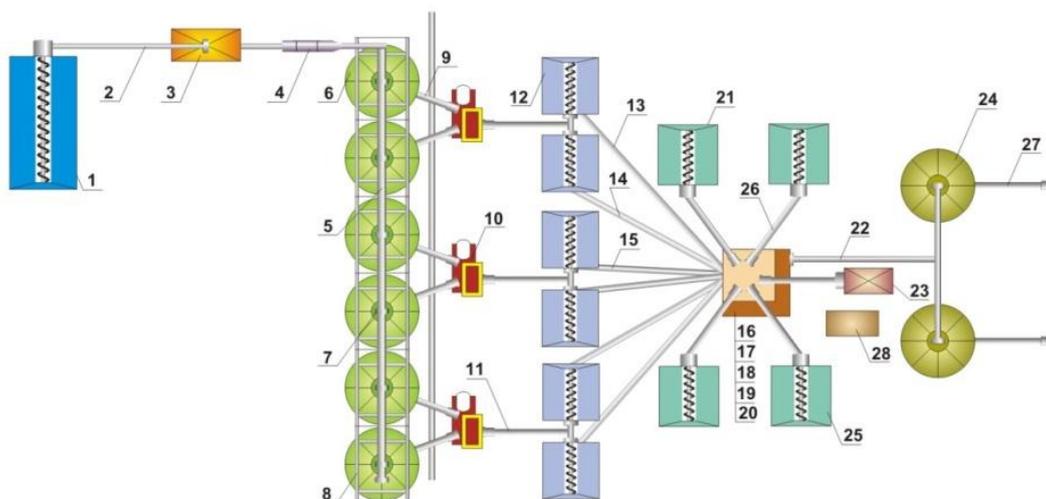


Рис. 2. Технологічна схема кормоцеху продуктивністю 5 т/год:

- 1-бункер завальний; 2-шнековий транспортер; 3-сепаратор; 4-норія; 5-шнековий транспортер; 6-бункер вихідної сировини; 7-електрична засувка; 8-майданчик обслуговування; 9-шнекові транспортери; 10-агрегат дробильний комбікормовий; 11-шнековий транспортер; 12-бункер приймальний; 13-шнековий транспортер; 14-шнековий транспортер; 15-шнековий транспортер; 16-агрегат дозувально-змішувальний; 17-бункер ваговий; 18-естакада; 19-змішувач горизонтальний; 20-бункер приймальний змішувача; 21-бункер добавок; 22-шнековий транспортер; 23-установка введення рідких компонентів; 24-бункер; 25-бункер добавок; 26-шнековий транспортер; 27-шнековий транспортер; 28-шафа управління

Вихідні компоненти автомобільним транспортом доставляються в цех і розвантажуються в завальний бункер, звідки шнековим транспортером подаються в сепаратор і далі норією та

роздатковим шнековим транспортером, оснащеним засувками електричними, доставляються в бункери вихідної сировини. Згідно заданим рецептом комбікорму зерно з бункерів шнековими транспортерами подається в агрегати дробильні комбікормові. Подрібнена маса шнековими транспортерами подається в бункери проміжного зберігання і далі шнековими транспортерами відповідно до рецептури передається в агрегат дозувально-змішувальний. Компоненти, присутні в рецептурі комбікормів в малих обсягах, подаються в агрегат дозувально-змішувальний з бункерів добавок шнековими транспортерами. Рідкі компоненти вводяться за допомогою установки введення рідких компонентів.

Агрегат дозувально-змішувальний складається із змонтованих на загальній естакаді вагового бункера, який оснащений тензодатчиками, що фіксують масу продукту, горизонтального змішувача і бункера приймального змішувача горизонтального. При надходженні необхідної кількості одного компонента у ваговій бункер, автоматика шафи управління відключає шнековий транспортер і включає шнековий транспортер подачі наступного компонента. Після зважування всіх компонентів, що входять в рецептуру комбікорму засувка бункера вагового відкривається і сировина потрапляє в горизонтальний змішувач, який розташований безпосередньо під ваговим бункером. Потім засувка закривається і цикл зважування повторюється. Точність дозування в цьому випадку $\pm 0,2\%$ від максимального ваги бруто бункера без урахування пересипу через інерцію шнекових транспортерів. Змішувач горизонтальний перемішує комбікорм 2 хвилини, після чого відкривається люк в днищі змішувача і комбікорм пересипається в бункер приймальний змішувача. Далі з цього бункера шнековий транспортер переміщує готовий комбікорм в бункери готової продукції. Видача комбікорми здійснюється шнековими транспортерами. Додатково можливе доукомплектувати цех: а) ділянкою гранулювання корму; б) комплексом затарювання мішків.

Нижче представлено результати дослідження технологічної лінії комбікормів та БВМД, яка дозволяє знизити питому матеріаломісткість на 35 - 45 %. При створенні нового комбікормового підприємства вибір схеми технологічного процесу, складу устаткування і його виробника, об'ємно-планувальні рішення як безпосередньо виробничого цеху, так і всього комплексу в цілому визначаються бажаною продуктивністю заводу, видами і якістю використовуваної сировини, частотою поставок основних видів сировини, наявністю необхідних площ для розміщення виробництва, а у результаті – економічними можливостями замовника. Проблема раціонального витрачання ресурсів особливо актуальна зараз у зв'язку з тим, що більшість видів продукції сільськогосподарських підприємств України неконкурентоспроможна, оскільки її ресурсомісткість у 2 - 3, а то й більше, рази вища, ніж у розвинених країнах Заходу. Оскільки у загальних енергетичних витратах на виробництво продукції тваринництва найбільшу частину (54 - 60 %) складає енергія, що витрачається на виробництво і приготування кормів, то зниження ресурсовитрат на їх виробництво дасть вагомий результат в ресурсозбереженні. Наявність різних кормів зернової групи при доступності різних видів комбікормів-концентратів та преміксів створює економічні передумови і зацікавленість у виробництві комбікормів безпосередньо в господарствах. Приготування комбікормів безпосередньо у господарствах дає змогу зменшити транспортні витрати, спростити технологічне обладнання, зменшити енергоємність процесу, внаслідок чого можна істотно знизити собівартість комбікормів так і виробленої з їхнім використанням тваринницької продукції.

В основу розробки технології поставлено завдання удосконалити лінію по виробництву комбікормів та білково-вітамінно-мінеральних добавок з забезпеченням зниження питомих - матеріаломісткості та витрат праці і можливістю одночасного виготовлення не менше двох рецептів комбікормів. Поставлена задача вирішується тим, що лінія по виробництву комбікорму, до складу якої входять навантажувач сировини, дробарка, норія, розподільний шнек з засувками та бункери, яка відрізняється тим, що містить не менше одного вагового дозатора, який забезпечує вивантаження компонентів сировини в двох протилежних напрямках установлений з можливістю пересування вздовж витратних бункерів та змішувачі компонентів сировини на два більше ніж вагових дозаторів. На рис.3 відображено ресурсозберігаючу лінію по виробництву комбікормів та білково-вітамінно-мінеральних добавок, загальний вид. Лінія складається з навантажувача зерна 1, наддробаркового бункера 2, дробарки 3, бункерів 7, кожен з яких має вивантажувальний шнек 8, пересувний ваговий дозатор 9, завантажувальні шнеки 11, 12, змішувачі 13, 15, вивантажувальні шнеки 17, 18. Лінія працює наступним чином: вихідні компоненти, які потребують подрібнення почергово, через навантажувач зерна, та бункер 2 надходять до дробарки 3, в якій подрібнюються, потім за допомогою норії 4 та шнеку 5 розподіляються до відповідних бункерів 7, шляхом перекриття засувок 6. Компоненти, які не потребують подрібнення, минувши дробарку, поступають безпосередньо до бункера-накопичувача. Далі по шнеках 8, згідно вимогам рецепту, компоненти почергово завантажуються до вагового дозатора 9 по мірі його пересування та масу готових компонентів через двосторонній шнек 10 та шнеки 12, до змішувача 13. Мінеральні компоненти завантажуються до цього ж змішувача через люк 14. Потім проходить змішування та вивантаження готового продукту по шнеках 17. При зворотньому русі вагового дозатора 9 компоненти знову почергово завантажуються згідно вимогам рецепту до вагового дозатора по мірі його пересування. Маса готових компонентів завантажуються до змішувача 15. Мінеральні компоненти завантажуються через люк 16 до цього ж змішувача. В подальшому проходить змішування та вивантаження готового продукту по шнеку 18.

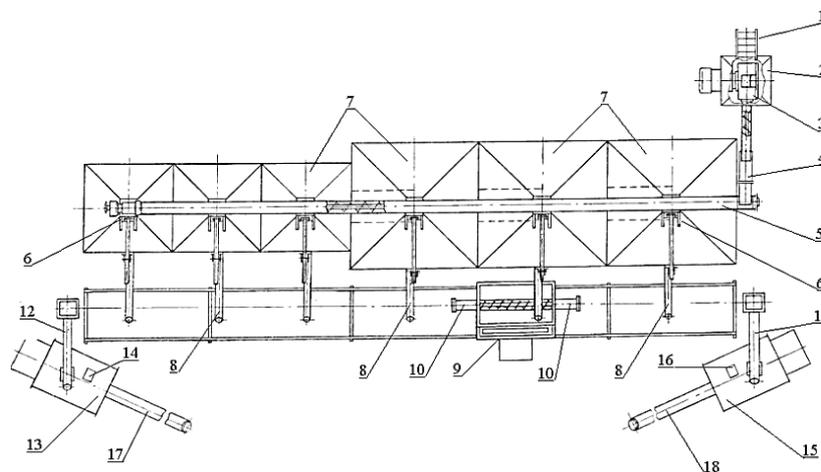


Рис. 3. Лінія по виробництву комбікормів та білково-вітамінно-мінеральних добавок (БВМД):

- 1 – навантажувач зерна; 2 – наддробарковий бункер; 3 – дробарка; 4 – норія; 5 – шнек розподільний; 6 – засувка; 7 – бункер; 8 – вивантажувальні шнеки; 9 – пересувний ваговий дозатор; 10 – шнек з двохсторонньою вигрузкою; 11, 12 – завантажувальні шнеки; 13, 15 – змішувачі; 14, 16 – люки; 17, 18 – вивантажувальні шнеки

Отже, запропонована лінія по виробництву комбікормів та білково-вітамінних мінеральних добавок дозволяє зменшити питому матеріаломісткість на 35 - 45 %, та забезпечує виготовлення одночасно двох рецептів комбікормів. При виконанні технологічного процесу на кожному циклі виробництва комбікормів відсутній холостий хід вагового дозатора, який виготовлений з можливістю вивантаження компонентів сировини в двох протилежних напрямках. Забезпечується зниження вартості комбікормів за рахунок скорочення транспортних витрат; здешевлення вартості годівлі за рахунок не включення в неї податку на додану вартість на комбікорми (оскільки комбікорм готується для власного використання). Також підвищується точність дозування інгредієнтів комбікормів за рахунок використання вагового дозування, що забезпечує покращення якості комбікормів.

Література:

1. Ревенко І.І. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств / І.І. Ревенко, В.Д. Роговий, В. І. Кравчук. – К: Урожай, 1999. –192 с.
2. Марченко А.С. Справочник по механизации и автоматизации в животноводстве и птицеводстве / А.С. Марченко, Г.Е. Кистень, Ю.Н. Лавриненко. – К: Урожай, 1990. – 456 с.
3. Ревенко І.І. Машиновикористання у тваринництві /І.І. Ревенко, В.М. Манько, В.І. Кравчук. – К: Урожай, 1999. –208 с.
4. КуктаГ.М. Удосконалення експлуатації машин і обладнання тваринницьких ферм і комплексів / Г.М. Кукта, В.П. Гейфман, В.І. Дешко. - К: Урожай, 1989. –224 с.
5. Кукта Г.М. Машины и оборудование для приготовления кормов / Г.М. Кукта. - М.: Агропромиздат, 1987. –303 с.
6. КриловВ.В. Технологія виробництва комбікормів / В.В. Крилов, Л.П.Мищенко. – М.: Агропромиздат, 1978. –265 с.
7. Гольдман Е.І. Переробка та виробництво кормів / Е.І. Гольдман, В.В. Мітін. - М.: Агропромиздат, 1986. –325 с.
8. Приходько Е.В. Раціональне використання сировини при виробництві комбікормів / Е.В.Приходько, В.Л. Нечалов. – М.: Агропромиздат, 1989. –344 с.
9. Рахімов С.М. Виробництво комбікорму в умовах господарства / С.М. Рахімов, К.В. Даниленко. М.: Агропромиздат, 1989. –312 с.

УДК 664.3.032:6653

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ ПЕРЕРОБКИ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР

Катрич С.П., студент гр. М 4/2, Глебов А.В., студент гр. М 5/1 маг

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник к.т.н., ас. Доценко Н.А.

Анотація

Виконані дослідження технологічних схем переробки олійних культур з метою визначення доцільності їх використання в певних виробничих умовах. Проведена оцінка і порівняння відомих технологічних ліній переробки олійних культур, що дозволяє запропонувати оптимальний варіант для умов сучасних виробництв.

Annotation

It was carried out the research of the processing oilseedsflowsheets to determine the feasibility of their use in certain working conditions. It was conducted the evaluation and comparison of the known processing oilseedsproduction lines and offered the best option for the conditions of modernmanufacturing.

У світовій практиці існує два способи виробництва олії: механічний, або пресовий, і спосіб розчинення олії в летких органічних розчинниках, або екстракції. У виробництві рослинної олії ці два способи використовуються окремо або сумісно.

На переробку зазвичай надходить неоднорідне за складом насіння олійних культур. Щоб забезпечити оптимальні умови переробки насіння олійних культур, його очищають від сторонніх органічних та мінеральних домішок. Очищають насіння за допомогою сепараторів різної конструкції з відкритим або закритим повітряним циклом.

Одним із основних процесів відокремлення оболонки від ядра є шеретування, після якого одержують суміш, яка називається рушанкою і складається з цілих ядер, оболонки та січки (частинки ядра), цілого і неповністю шеретованого насіння. За технологічними нормами, рушанка може містити: нешеретованого насіння не більше 5 %, січки - не більше 3 % від маси ядра. Віялку треба відрегулювати так, щоб у ядрі залишилося лузги не більше 5 - 6 %, а лузга містила не більше 0,5 % ядра від його маси. Після шеретування рушанку розділяють на такі фракції: ядро, оболонки, ціле насіння і недошеретоване. Оболонки видаляються, ядро надходить на подрібнення, а недорушанка і ціле насіння - на повторне шеретування. Наступним процесом є сепарація рушанки для максимального відокремлення плодкових і насінних оболонки від ядра при мінімальних втратах олії. Для цього використовують аспіраційну віяльну машину МІС-50 продуктивністю 50 т/добу. Вона складається з розсійника та аспіраційного корпусу. Після розподілення рушанки за розміром на ситах її розділяють за щільністю, змінюючи швидкість повітряних потоків.

Процес подрібнення ядра насіння впливає на вихід олії і продуктивність обладнання. Він спрямовується на подрібнення ядра насіння - максимально можливе руйнування структури клітин. Для цього використовують п'ятивальцьовий верстат - вальцівку марки ВС-5. Якість подрібнення ядра значно залежить від вологості насіння. Структура клітин ядра максимально руйнується при його вологості 5,5 - 6%. Подрібнене на вальцівках ядро називають м'яткою. Для зменшення сил, що зв'язують олію з поверхнею м'ятки, застосовують волого-теплову обробку, яка здійснюється у спеціальних апаратах - жаровнях. Продукт, одержаний після волого-теплової обробки, називається мезгою. В промисловості відомі два типи підсмажування - вологе й сухе.

Зволоження та підсмажування м'ятки на олійних заводах здійснюють на спеціальних жаровнях, які за конструкцією поділяють на три типи: чанні, шнекові та барабанні. Мезга із ядра соняшнику при одноразовому пресуванні на пресах подвійної дії (МП-21) після подрібнення надходить у пропарювально-зволожувальний шнек, де зволожується паром до вологості 8-9 % і нагрівається до температури 80-85 °С. Зволожену м'ятку підсушують на жаровні, доводячи вміст вологи у ній до 2-1,5 %, а температуру - до 115-120 °С. Тривалість прожарювання 40 - 45 хв.

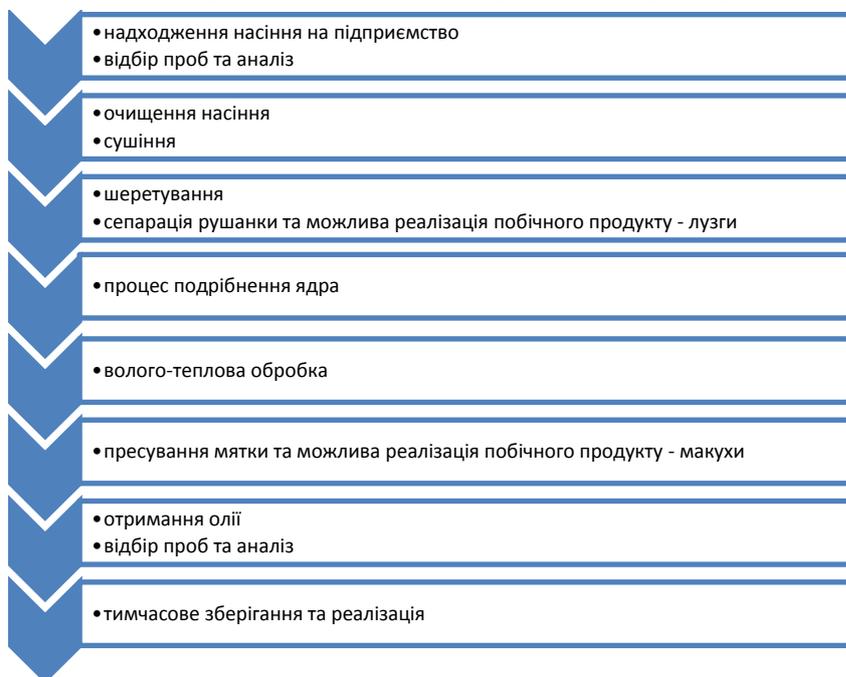


Рис. 1. Технологічна схема отримання олійної сировини механічним способом

Для добування олії пресовим способом раніше застосовували гідравлічні преси, недоліком яких було недостатньо повне видавлювання олії, внаслідок чого вміст її у шротах становив 7 - 8 %. На сучасних заводах застосовують шнекові преси, основними робочими органами яких є шнековий вал і зерний циліндр. Залежно від тиску, створюваного в зерному просторі, на матеріал, що пресується, а також від вмісту олії, яка залишається в макусі, на олійних заводах застосовують різні типи шнекових пресів. За призначенням вони поділяються на преси для попереднього відокремлення олії (форпреси), преси глибокого, або кінцевого, відокремлення олії (експелери) та преси подвійної дії (в одному агрегаті здійснюється попереднє і кінцеве відділення олії).

Екстракційний спосіб добування олії можна застосовувати як у чистому вигляді, так і в комбінації з форпресовим способом. Прикладом екстракційного способу добування олії в чистому вигляді є пряма екстракція «сирої м'ятки» при переробці сої. На олійних заводах для виділення олії екстракційним способом як розчинник використовують бензин, а в останні роки - суміш бутан-пропану, яка за нормальних умов є газоподібною. Після форпресування макуху направляють на екстракцію для остаточного добування олії. Щоб збільшити поверхню дотику між розчинником та подрібненою сировиною (макуховою крупкою), останню пропускають через спарену плющильну вальцівку з гладенькими вальцями і дістають пластини 0,2 - 0,4 мм.

Є два варіанти для добування олії при екстракційному способі - настоювання і послідовне знежирювання. При настоюванні матеріал заливають розчинником. Через деякий час олія

переходить у розчинник та утворюється розчин (місцела), який потім зливають. Знежирений матеріал знову заливають чистим розчинником і так повторюють доти, поки не буде добута майже вся олія. При послідовному знежирюванні чистий розчинник безперервно надходить на максимально знежирений матеріал.

Для відгонки леткого розчинника з місцели застосовують також спосіб дистиляції, використовуючи для цього спеціальні дистиляційні установках. Спочатку місцелу підігрівають у дистиляторі паром до температури 100-105°C. При цьому частина бензину випаровується і концентрація олії підвищується до 75-85 %. Після цього місцела надходить у кінцевий дистилятор, де бензин повністю відганяється паром при температурі 210-220 °C. Утворена в кінцевому дистиляторі олія виводиться з нього, охолоджується водою в теплообміннику, зважується і направляється у сховище, з якого подається на очищення.

Найпоширенішим способом очищення олії є фільтрація на спеціальних фільтрпресах. Перевагою цього способу є те, що він дає змогу відокремлювати механічні домішки, густина яких не відрізняється від густини олії. Олію фільтрують крізь спеціальну тканину або тканину з фільтрувальним папером у фільтрпресах рамного чи камерного типу. Одним з поширених способів очищення олії від жирних кислот є обробка її слабкими розчинами лугів (NaOH). При взаємодії жирних кислот з лугами утворюються нерозчинні в олії солі - мила, які випадають в осад у вигляді пластівців. Щоб очистити олію від барвників, застосовують так зване адсорбційне рафінування. Суть його полягає в обробці олії спеціальними відбілюючими порошками, дрібненькі часточки яких адсорбують на своїй поверхні барвники. Неприємний запах і смак видаляються з олії дезодорацією.

На основі відомих способів механічного вилучення олії побудовано такі технологічні схеми її виробництва: одноразове пресування; дворазове пресування – вилучення олії шляхом попереднього віджимання – форпресування з наступним остаточним віджиманням – експелеруванням; холодне пресування – вилучення олії з сировини без попередньої вологотеплової обробки; форпресування – екстракція – попереднє знежирення олії шляхом форпресування з наступним її вилученням шляхом екстракції бензином; пряма екстракція – екстракція розчинником без попереднього знежирення. Найбільш розповсюдженими є переробка олієвмісної сировини за технологією гарячого (рис. 2) та холодного одноразового пресування (рис. 3). Відповідно технології гарячого пресування [4-9], процес здійснюється наступним чином. Попередньо очищене і просушене насіння засипається в приймальний бункер 1 і транспортується гвинтовим конвеєром 2 в вальцовий верстат 3. Тут насіння подрібнюється, перетворюючись на м'ятку. Отримана м'ятка подається транспортером 2 в тричанну жаровню 4, де відбувається її нагрівання. Для нагрівання технічної олії в жаровні служить піч 10. Нагріта м'ятка транспортується гвинтовим конвеєром 2, в прес остаточного віджиму 5. Отримана олія проходить через зазори в зеєрному циліндрі, збирається на піддоні і зливається в збірник олії 7, звідки вона перекачується насосом в ємність для зберігання 9. Макуха, яка виходить з пресу транспортується в спеціальний бункер 8. Аналіз роботи лінії за такою схемою, виконаний в процесі досліджень, свідчить про значну енерго- та металоємність виробництва олії, окрім того, використання обладнання для нагрівання м'ятки призводить до зниження якості олії і збільшення собівартості кінцевого продукту. Впровадження такого технологічного процесу в умовах господарств з невеликими обсягами

виробництва сировини неможливо через розгалуженість операцій, що призводить до великої витратності.

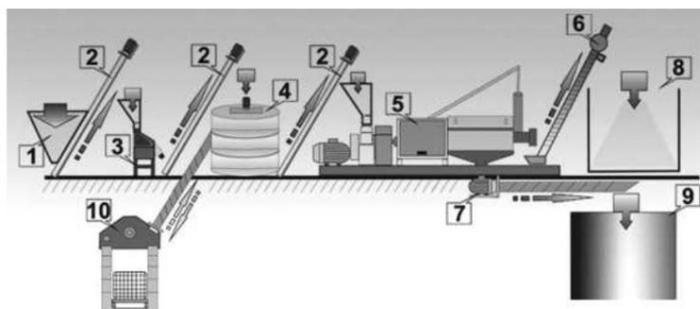


Рис. 2. Технологічна схема гарячого, одноразового пресування:

1–приймальний бункер; 2–транспортер; 3–агрегат розмельно-вальцьовий; 4–жаровня 3-х чанна;
5–прес; 6–транспортер для відбору макухи; 7–збірник олії з насосом; 8–бункер для макухи;
9–ємність для зберігання олії; 10–піч

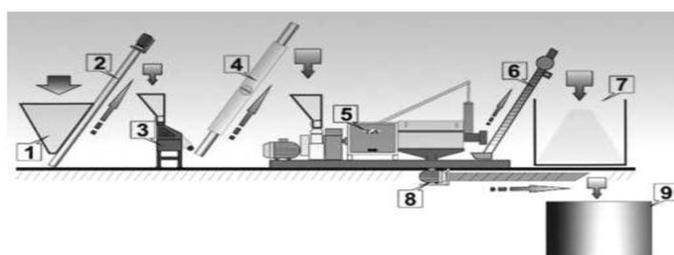


Рис. 3. Технологічна схема виробництва рослинної олії методом холодного, одноразового пресування:

1–приймальний бункер; 2–транспортер; 3–агрегат розмельно-вальцьовий; 4–транспортер з підігрівом; 5–прес; 6–транспортер для відбору макухи; 7–бункер для макухи; 8–збірник олії з насосом; 9–ємність для зберігання олії

Технологічна схема виробництва рослинної олії методом холодного, одноразового пресування відрізняється від попередньої відсутністю пічки для теплової обробки м'ятки, що дещо спрощує технологію, але має достатньо велику кількість одиниць комплектного обладнання, що, в свою чергу, веде до великої металоємності.

Отже, розглянувши технологічні схеми олійного виробництва можна зробити наступні висновки: існує два способи отримання рослинної олії: механічний та екстракційний. Механічний використовується для підприємств порівняно невеликої потужності. Механічний спосіб добування олії реалізується за двома основними технологіями: з попередньою підготовкою насіння (гаряче пресування, коли подрібнена олійна сировина перед відтисканням олії підлягає вологотепловій обробці в жаровнях – для невеликих оліє переробних підприємств) та холодне пресування без попередньої підготовки у прес-екструдерах (реалізується зазвичай у малих фермерських господарствах). Вибір оптимальної технологічної лінії забезпечує безперебійну роботу та хороші показники роботи підприємства.

Література:

1. Гавриленко И.В. Оборудование для производства растительных масел / И.В. Гавриленко. Издательство пищевая промышленность. – М.: 1975. – 350 с.
2. Калошин Ю.А. Технология и оборудование масложировых предприятий / Ю.А. Калошин – М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 363 с.
3. Кошевой Е.П. Оборудование для производства растительных масел / Кошевой Е.П. – М.: Агропромиздат, 1991. – 208 с.
4. Кошевой Е.П. Технологическое оборудование предприятий производства растительных масел / Е.П. Кошевой. – М.: ГИОРД, 2001. – 368 с.
5. Масликов В.А. Технологическое оборудование производства растительных масел / Масликов В.А. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 439 с.
6. Шванская И.А. Современные технологии и оборудование для переработки масляничных культур / И.А. Шванская. – М.:ФГНУ «Росинсрормагротех», 2001. –81 с.
7. Бітюк О.В. Олійно-жирова промисловість України / Бітюк О.В., Піддубник В.О. – Агросвіт, 2005.
8. Кретов И.Т. Оборудование пищекокцентратного производства / И.Т. Кретов, В.М. Кравченко. – М.: Агропромиздат 1988. – 353 с.
9. Оборудование предприятий масложировой промышленности / Б.Н. Чубинидзе, В.Х Паронян, А.В. Луговой и др. – М.: Агропромиздат, 1985. – 304 с.

УДК 756.035

ВІДКРИТІ ОСВІТНІ РЕСУРСИ У ФАХОВІЙ ПІДГОТОВЦІ МАГІСТРІВ

Андрющенко Я.Е., студент гр. М 3/1

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник ас. Бацуровська І.В.

Анотація

Освіта в сучасному світі набуває відкритості, застосування сучасних технологій, технічних засобів, електронних ресурсів. Інформатизація суспільства визначає необхідність вдосконалення системи підготовки майбутніх фахівців. У зв'язку з євроінтеграцією України, її розвиток пов'язаний з високоякісною фаховою підготовкою магістрів. Особливого значення набуває формування готовності майбутніх магістрів до застосування відкритих освітніх ресурсів у фаховій підготовці.

Annotation

Education in the modern world becomes open, modern technologies, hardware, electronic resources. Informatization of Society recognizes the need to improve the system of training of future specialists. Due to the European integration of Ukraine, its development is associated with high-quality

professional training masters. Of particular importance is the formation of future masters for use of open educational resources in professional training.

Розглянемо детальніше зміст поняття «відкритий освітній ресурс». У науково-довідковій літературі під відкритим освітнім ресурсом прийнято розуміти сукупність умов, створених для безперешкодного навчання людини, незалежно від віку, статі, матеріальних умов, тощо. Дефініція відкритий освітній ресурс не має однозначного визначення. На думку вчених, зміст поняття відкритий освітній ресурс можна пояснити по-різному. На думку вченого В. Ю. Бикова, відкритий освітній ресурс можна пояснити як системно організовану сукупність інформаційного, технічного, навчально-методичного забезпечення, що нерозривно пов'язано з людиною як суб'єктом освітнього процесу. Відкритий освітній ресурс можна ототожнити з організаційно-методичними засобами, з сукупністю технічних і програмних засобів зберігання, обробки, передачі інформації, що забезпечують оперативний доступ до інформації і здійснюють освітні наукові комунікації.

Дослідник О.Є. Кравчина у своїх дослідженнях пояснює відкриті освітні ресурси як систему, в якій на інформаційному рівні задіяні та пов'язані між собою всі учасники освітнього процесу: адміністрація закладу – педагоги, викладачі– і ті, хто навчається. Відкритий освітній ресурс ґрунтується на інтеграції інформації на традиційних і електронних носіях, комп'ютерно-телекомунікаційних технологіях взаємодії, віртуальних бібліотеках, розподілених базах даних, навчально-методичних комплексах і розширеному апараті дидактики. Вчений О. О. Андреев об'єднує в понятті інформаційно-освітнього середовища педагогічну систему та її забезпечення, тобто фінансово-економічну, матеріально-технічну, нормативно-правову й маркетингову підсистеми та підсистему менеджменту.

Ми будемо розуміти під відкритим освітнім ресурсом комплекс упорядкованих, структурованих та систематизованих навчально-методичних матеріалів, представлених в єдиному освітньому середовищі для організації відкритої освіти на основі використання інформаційних і комунікаційних технологій.

Питання оптимізації фахової підготовки магістрів зумовлює необхідність визначення сутності понять «підготовка», «професійна підготовка», «фахова підготовка».

Професійна підготовка представляє собою цілеспрямований процес формування особистості професіонала, який забезпечується наявними в освітньому закладі засобами і передбачає готовність особистості до конкретного виду професійної діяльності. Так, на думку І. Мельничук, одним із головних завдань фахової підготовки є першочергова орієнтація навчання на формування професійної компетентності студентів на основі оволодіння ними фаховими знаннями, уміннями і навичками. Тому особливої значущості набуває вдосконалення професійної підготовки фахівців шляхом упровадження інноваційних технологій навчання, які ґрунтуються на активній міжособистісній взаємодії. У педагогічному енциклопедичному словнику розкривається поняття професійна підготовка як «система професійного навчання, що має на меті прискорене придбання навичок, необхідних для виконання певної роботи, групи робіт.

Професійна підготовка – це підготовка, що передбачає набуття студентами теоретичних знань з основ наук відповідної спеціальності та спеціалізації, вироблення практичних умінь і

навичок, необхідних для здійснення професійної діяльності. Зміст професійної підготовки майбутніх магістрів визначається вимогами, які поставлені перед фахівцем. Загальні вимоги до властивостей і якостей випускника вищого навчального закладу як соціальної особистості можна показати як перелік умінь вирішувати певні проблеми та завдання соціально-педагогічної діяльності майбутніми фахівцями. Вони відбивають специфіку їхньої діяльності, і в них знаходять свій прояв структурні та функціональні компоненти професійної культури.

Професійна підготовка магістрів включає в себе фахову підготовку магістрів як структурний елемент. Фахова підготовка магістрів представляє собою цілісний вплив на їхню свідомість і поведінку, результатом чого має бути засвоєння знань, умінь і навичок, визначених стандартами вищої освіти, формування професійних якостей та творчого саморозвитку. Фахова підготовка майбутніх магістрів передбачає вивчення дисциплін циклу професійної та практичної підготовки. Кожна з дисциплін впливає на формування у майбутніх фахівців умінь і навичок професійно-орієнтованого спілкування. Під час навчання у вищому навчальному закладі головним завданням фахової підготовки майбутніх магістрів є формування і засвоєння ними професійно важливих знань, оволодіння професійно важливими вміннями та навичками. Формування умінь і навичок професійно орієнтованого спілкування майбутніх магістрів має бути невід'ємною частиною фахової підготовки.

Розуміння суті фахової підготовки студентів-магістратури значно більше, ніж показник розумового розвитку чи приналежності до відповідної спеціальності. Це сукупність знань, умінь, навичок, професійних, світоглядних якостей, що формуються в процесі фахової підготовки у відкритих освітніх ресурсах з урахуванням перспектив розвитку науки, техніки, технологій, культури і мистецтва та відповідно до потреб суспільства.

Фахова підготовка магістрів передбачає індивідуалізовані форми навчання. Розвиток особистості майбутніх магістрів характеризується становленням професійної спрямованості, формуванням почуття обов'язку і відповідальності за успіх професійної діяльності, прагненням досягти високих результатів у галузі своєї майбутньої професійної діяльності, спрямованістю на формування найголовніших професійних якостей, готовність до майбутньої професійної діяльності. Основна увага у фаховій підготовці магістрів приділяється вивченню фахових дисциплін, ґрунтовні знання з яких будуть основою для формування майбутнього високоякісного фахівця.

Таким чином, відкриті освітні ресурси допомагають забезпечити ефективну фахову підготовку магістра, сприяють формуванню особистості магістра, забезпечують всебічний розвиток, становлення як фахівця. Відкриті освітні ресурси формують здатність до відповідальних дій, готовність до співробітництва з іншими людьми в умовах інтеграційних процесів у суспільстві. Фахова підготовка магістрів передбачає самовдосконалення та саморозвиток на основі відкритих освітніх ресурсів в умовах технологічного прогресу.

Література:

1. Биков В. Ю. Інформаційний освітній портал «Діти України» / В. Ю. Биков, Ю. О. Жук, Н. Т. Задорожна, Т. В. Кузнецова, О. В. Овчарук // Засоби і технології єдиного інформаційного освітнього простору : зб. наук. праць / за ред. В. Ю. Бикова, Ю. О. Жука / Інститут засобів навчання АПН України. – К. : Атака, 2004. – С. 5–17.

2. Бім-Бад Б.М. Педагогічний енциклопедичний словник / Б.М. Бім-Бад. - М., 2002. - 528 с.
3. Каган В. И. Основы оптимизации процесса обучения в высшей школе / В. И. Каган, И. А. Сычеников. – М. : Высшаяшкола, 1987. – 144 с.
4. Кравчина О. Є. Проектування інформаційного середовища загальноосвітнього навчального закладу [Електронний ресурс] / О. Є. Кравчина. — Режим доступу: <http://www.ime.edu.ua.net/em11/content/09koeeis.htm> — Назва з екрану
5. Мельничук І.М. Теорія і методика професійної підготовки майбутніх соціальних працівників засобами інтерактивних технологій у вищих навчальних закладах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.04 "Теорія і методика професійної освіти" / І. М. Мельничук. – Тернопіль, 2011. – 42 с.
6. Орлов Ю. М. Стимулирование побуждения к учению / Ю. М. Орлов, Н. Д. Творогов, В. И. Шкурки. – М. :И ММИ им. И. М. Сеченова, 1988. – 105 с.
7. Педагогічні аспекти відкритого дистанційного навчання. / [Андрєєв О.О., Бугайчук К.Л., Каліненко Н.О. та ін.]; За ред. Андрєєва О.О., Кухаренка В.М. – Харків.: ХНАДУ, 2013. – 212 с.
8. Соціальна педагогіка : теорія і технології : Підручник / За ред. І. Д. Зверєвої. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 316 с.
9. Технологія розробки дистанційного курсу / [Биков В.Ю., Кухаренко В.М., Сиротенко Н.Г. та ін.]; За ред. Бикова В.Ю. та Кухаренка В.М. Київ, Міленіум, 2008. – 324 с.

УДК 616.58

ОРГАНІЗАЦІЯ І ПРОВЕДЕННЯ РЯТУВАЛЬНИХ ТА ІНШИХ НЕВІДКЛАДНИХ РОБІТ ПРИ АВАРІЯХ НА ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУДАХ

Карачок М.О., студент гр. М 5/1 маг

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник ст. викл. Петров І.В.

Анотація

Розглянуті основні причини виникнення гідротехнічних аварій та їх наслідки, шляхи щодо запобігання таким ситуаціям та заходи захисту населення від впливу вражаючих факторів. Проаналізовано організація та проведення рятувальних та інших невідкладних робіт при катастрофічному затопленні місцевості.

Annotation

Considered the main causes of hydraulic failures and their consequences, ways to prevent such situations and protection of population from exposure to damaging factors. Analyzed the organization and conduct of rescue and other emergency operations during catastrophic flooding.

Територія України, її населення на жаль, не застраховані від ризиків виникнення НС. Небезпеки техногенного і природного характеру на сьогодні спричиняють великі людські втрати і значні шкоди матеріальним цінностям. Існує велика кількість різних за характером та їх наслідками надзвичайних ситуацій. Однією з таких ситуацій, яка може статися це аварії на гідротехнічних спорудах, наприклад на греблях, дамбі. Це актуально, особливо у теперішній час, для гідротехнічних споруд, що розташовані на Дніпрі та ін. річках нашої країни. Більшість з них були побудовані ще в 50-х, 60-х роках минулого століття і за прогнозами спеціалістів знаходяться в небезпечному становищі. Прорив тільки однієї дамби, що розташована вгорі ріки Дніпро може неминуче привести до руйнування усього Дніпровського каскаду, а це в свою чергу веде за собою фатальні наслідки.

Аварії на гідротехнічних спорудах різноманітні. Найбільш небезпечні з них - гідродинамічні аварії.

Прорив гідротехнічних споруд може статися через дії сил природи (землетруси, урагани, обвали, зсуви тощо), конструктивних дефектів, порушення правил експлуатації, впливу паводків, руйнування основи греблі і т.д., а у воєнний час - як результат впливу по них засобів ураження.

У результаті прориву греблі, через промоїну у насипу греблі виходить вода, яка падає вниз і створює хвилю прориву. Ця хвиля та різке зростання обсягу води у місті падіння спричиняє швидкий підйом рівня води і створює хвилю прориву, яка розповсюджується з великою швидкістю та призводить до затоплення місцевості, а також всього того що на ній знаходиться. Основними чинниками ураження катастрофічного затоплення є: хвиля прориву (висота хвилі, швидкість руху) і тривалість затоплення.

У результаті великих гідродинамічних аварій можуть припинитися подача електроенергії, порушується телефонний зв'язок та інші елементи інфраструктури, виводитися з господарського обороту сільськогосподарські угіддя, порушується життєдіяльність населення та виробничо-економічна діяльність підприємств, втрачаються матеріальні, культурні та історичні цінності, завдається шкоди природному середовищу, в тому числі в результаті змін ландшафту, а саме жахливе, що гине велика кількість людей.

Вторинними наслідками гідродинамічних аварій є забруднення води і місцевості речовинами із зруйнованих (затоплених) сховищ промислових і сільськогосподарських підприємств, масові захворювання людей, тварин, аварії на транспортних магістралях, зсуви, обвали.

Особливо великі втрати населення і значні збитки народному господарству можуть бути заподіяні при каскадному розташуванні гідровузлів, тому що в результаті руйнування вище розміщеного гідровузла утворена хвиля буде призводити до руйнування гребель гідровузлів, розташованих нижче за течією річки.

Організація та проведення рятувальних та інших невідкладних робіт (РІНР) в районах лиха і осередках ураження - одне з головних завдань цивільного захисту. За планування та організацію РІНР відповідають органи управління і сили центральних та місцевих органів виконавчої влади, виконавчих органів рад, підприємств, установ та організацій.

Сутність РІНР – це усунення безпосередньої загрози життю та здоров'ю людей, відновлення життєзабезпечення населення, запобігання або значне зменшення матеріальних збитків.

Організація, підготовка та проведення РІНР проводиться у кілька етапів, хоча, залежно від ситуації, що склалася, має конкретний зміст і послідовність проведення окремих заходів і може змінюватися.

Найбільш прийнятною є універсальна схема організації, підготовки та проведення РІНР.

I етап - проведення заходів щодо екстреної захисту і порятунку населення та підготовки сил і засобів цивільного захисту до проведення повномасштабних РІНР;

II етап - проведення повномасштабних рятувальних та інших невідкладних робіт у зонах НС;

III етап - ліквідації наслідків НС.

На основі даних можливої обстановки в зоні затоплення необхідно створювати угруповання сил ліквідації наслідків повені здатних: провести розвідку зони затоплення; провести порятунок постраждалого населення; організувати будівництво пунктів посадки і висадки постраждалого населення зі всіх видів транспорту; організувати відновлення автомобільних доріг і залізничних магістралей; організувати відновлення пошкоджених і будівництво нових мостів; організувати відновлення пошкоджених і будівництво нових захисних гребель; організувати відновлення комунально-енергетичних мереж і ліній зв'язку; організувати порятунок і поховання загиблої худоби.

Для цього проводиться розрахунок сил аварійно-рятувальних робіт при повенях, плануються аварійно-відновлювальні роботи.

Своєчасна евакуація - найбільш ефективна міра, що забезпечує порятунок практично всього населення. Цей захід буде мати мінімальні наслідки для життя та здоров'я людей, пов'язані головним чином з їх психічним перенапруженням. У залежності від часу приходу хвилі прориву евакуація може бути здійснена пішим порядком і з використанням транспортних засобів.

Література:

1. М.І. Стеблюк «Цивільна оборона» вид. Київ «Знання» 2010.
2. В.М. Шоботов «Цивільна оборона» Київ, 2004.
3. Андронов В.А., Рогозін А.С., Соболев О.М., Тютюник В.В., Шевченко Р.І. Природні та техногенні загрози, оцінювання небезпек. Навчальний посібник. Харків, 2011.- С. 125-140.
4. Рекомендації по вибору комплексів заходів щодо захисту населення в надзвичайних ситуаціях. - М., 1982.
5. Коронкевич Н. І., Малік Л. К., Барабанова Є. А. Катастрофічні затоплення // Бібліотечка «Військових знань» - № 10. - 1998.

НЕБЕЗПЕКА АВАРІЙ НА РАДІАЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТАХ ТА РАДІОЗАХИСНЕ ХАРЧУВАННЯ

Остапенко М.О., студент гр. М 5/1 маг

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник ст. викл. Петров І.В.

Анотація

Зроблено порівняний аналіз небезпек найбільших аварійних ситуацій на атомних електростанціях за останні роки та розглянуті способи щодо захисту населення яке потрапляє в зони радіоактивного забруднення. Наведені приклади накопичення радіонуклідів в продуктах харчування та надані рекомендації по раціональному харчуванню, що запобігає накопиченню радіонуклідів в організмі людини.

Annotation

Make the most comparable analysis of the dangers of accidents at nuclear power plants in recent years and discussed ways to protect the population that enters the zone of radioactive contamination. Examples accumulation of radionuclides in food and recommendations on nutrition that prevents the accumulation of radionuclides in the human body.

Людина постійно відчуває природні приховані навантаження, яке складається з космічного випромінювання з космосу, земного випромінювання від радіоактивного розпаду в земній корі, випромінювання газоподібного радону (у внутрішніх приміщеннях) і природних радіоактивних ізотопів (по харчовим продуктам).

Біля 0,01% природного калію в харчуванні складається з радіоактивного ізотопу калій-40. Дорослий з їжею приймає щодня від 100 до 300 Бк калію-40. Його тіло містить близько 4000 Бк калію-40; це призводить до внутрішнього навантаження приблизно в 0,18 мЗв / рік.

При катастрофі в Чорнобилі вивільнилася суміш більш 20 радіоактивних речовин, в тому числі цезій-134, цезій-137, стронцій-90, а також йод-131, який в перші дні після події становив майже 70% загального опромінення.

Основні уражаючі фактори аварій з викидом у навколишнє середовище радіоактивних матеріалів.

Радіаційно-небезпечними називають об'єкти народного господарства, що використовують у своїй діяльності джерела іонізуючого випромінювання, або такі утворюються в процесі їхнього функціонування. Крім небезпеки, що створюють аварії на АЕС, існують ще багато різних джерел радіоактивного зараження. Вони безпосередньо зв'язані з видобутком урану, його збагаченням, переробкою, транспортуванням, збереженням і похованням відходів. Небезпечними є чисельні галузі науки і промисловості, що використовують радіоізотопи та інші джерела іонізуючих

випромінювань. Це – ізотопна діагностика, рентгенівське обстеження хворих, рентгенівська оцінка якості технічних виробів та інші. Радіоактивними іноді можуть бути деякі будівельні матеріали.

Аварія на АЕС Фукусіма-1 — велика радіаційна аварія максимального 7-го рівня за Міжнародною шкалою ядерних подій, що сталася 11 березня 2011 року в результаті сильного в історії Японії землетрусу і наступного за ним цунамі. Землетрус і удар цунамі вивели з ладу зовнішні засоби електропостачання та резервні дизельні генератори, що стало причиною непрацездатності всіх систем нормального та аварійного охолодження і призвело до розплавлення активної зони реакторів на енергоблоках 1, 2 і 3 в перші дні розвитку аварії. За місяць до аварії японське відомство схвалило експлуатацію енергоблоку № 1 протягом наступних 10 років.

У грудні 2013 року АЕС була офіційно закрита. На території станції тривають роботи з ліквідації наслідків аварії. Японські інженери-ядерники оцінюють, що приведення об'єкта в стабільне, безпечне стан може зажадати до 40 років .

Чорнобильська катастрофа — 26 квітня 1986 року з руйнуванням четвертого енергоблоку Чорнобильської атомної електростанції, розташованої на території Української РСР (нині - Україна). Аварія також мала максимальний 7-й рівень за Міжнародною шкалою ядерних подій. Руйнування мало вибуховий характер, реактор був повністю зруйнований, і в навколишнє середовище було викинуто велику кількість радіоактивних речовин. Аварія розцінюється як найбільша у своєму роді за всю історію атомної енергетики. Для ліквідації наслідків були мобілізовані значні ресурси, більше 600 тис. Людей брали участь в ліквідації наслідків аварії. Чорнобильська аварія стала подією великого суспільно-політичного значення для СРСР. Все це наклало певний відбиток на хід розслідування її причин. Підхід до інтерпретації фактів і обставин аварії мінявся з часом, і повністю єдиної думки немає до сих пір.

Захист організму від радіоактивного випромінювання.

Основним способом захисту людей слід вважати ізоляцію їх від зовнішньої дії радіоактивного випромінювання, а також усунення умов, при яких можливе попадання радіоактивних речовин всередину організму людини разом з повітрям, водою, їжею та іншим шляхом.

Найбільш надійним способом захисту від радіоактивного зовнішнього опромінення і радіоактивних речовин є сховища і протирадіаційні укриття, які надійно захищають від радіоактивного пилу і забезпечують послаблення гамма-випромінювання радіоактивного забруднення в сотні - тисячі разів.

Для захисту від випромінювання використовують перешкоди з поглинаючих матеріалів. Наприклад, захистом від β -випромінювання може бути шар алюмінію товщиною у кілька міліметрів. Найбільш складним є захист від γ -випромінювання і нейтронів через їх велику проникну здатність. Кращим поглиначем γ -променів є свинець. Повільні нейтрони добре поглинаються бором і кадмієм. Швидкі нейтрони попередньо уповільнюються за допомогою графіту.

Кожен радіоактивний елемент має свої біофізичні характерні особливості. Йод-131 дуже накопичується в молоці і молочних продуктах. Після вживання в організмі відбувається 100-кратне накопичення йоду в щитовидній залозі. Внаслідок короткого періоду напіврозпаду

опромінення проходить протягом декількох тижнів. Цезій-137 рослини вбирають, як і калій, корінням. Деякі види лісових грибів та лишайники очевидні накопичувачами цезію. В організмі цезій-137, як і калій, розподіляється рівномірно. Радіоактивне опромінення в організмі після випадання радіоактивних опадів зменшується протягом декількох років. Стронцій-90 накопичується в харчових продуктах, багатих кальцієм. У тілі людини він збирається в кістках. Тому існує загроза тривалого опромінення кісткового мозку (небезпека пошкодження кісткового мозку і лейкемія)

Раціональне харчування запобігає накопиченню радіонуклідів (радіоактивних ізотопів атомів), сприяє їх знешкодженню та швидкому виведенню з організму, має значення для нормалізації обміну речовин, вітамінного статусу та інших змін, які можуть виникнути в організмі під впливом іонізуючого випромінювання.

З їжею людина повинна отримувати білки, жири, вуглеводи, вітаміни, мінеральні речовини, які мають радіозахисні властивості. Спостереження показують, що недостатній вміст таких нутрієнтів (харчових речовин), як білки, вітаміни, мінеральні солі веде до значного накопичення в організмі радіонуклідів.

Частка тваринних білків в раціоні дорослої людини повинна складати 55% загальної кількості білків, їх кількість збільшують в раціоні дітей, вагітних жінок, матерів, які годують груддю. Значна кількість повноцінних білків рослинного походження міститься в картоплі, гречаній і вівсяній крупах, житньому хлібі, сої та квасолі. В вівсяній крупі також значна кількість рослинного жиру з поліненасиченими жирними кислотами, солей магнію і поліфенолів, проявляють протирадіаційну дію. У радіозахисні харчуванні корисні горіхи, які містять в собі повноцінні білки, рослинний жир з поліненасиченими жирними кислотами і токоферолами.

Література:

1. Смоляр В. И. Рациональное питание.- К.: наукова думка. 1991.
2. Харчування людини / Т. М. Димань, М. М. Тарановський, М. С. Ківа та інші: за ред. Т. М. Димань – Біла Церква, 2005.
3. Стеблюк І. М. Цивільна оборона: підручник / І. М. Стеблюк. — К.: Знання, 2006.
4. Цивільна оборона: навч. посіб. Кулаков М.А., Ляпун В.О., та ін. – Харків: НТУ—ХПІ, 2005.
5. Безпека життєдіяльності в надзвичайних ситуаціях / Принципи, способи та засоби захисту населення [Електронний ресурс] – Режим доступу : subject.com.ua/safety/bezpeka/82.html.

УДК 13058

ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ТА МЕДИЧНОГО ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Сандольська Т.В., студентка гр. Б 5/2 спец

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник ст. викл. Петров І.В.

Анотація

Розглядається актуальність питання забезпечення всього населення країни засобами індивідуального і медичного захисту. Наведені основні марки протигазів та інших засобів індивідуального захисту для різних категорій населення. Пропонуються шляхи для підвищення захисту населення від уражаючих факторів надзвичайних ситуацій.

Annotation

Discusses the relevance of the question of providing the entire population with personal and medical protection. The main brands of respirators and other PPE for various categories of the population. Suggests ways to improve protection of the population from damaging factors of emergencies.

Основним завданням цивільного захисту при виникненні надзвичайних ситуацій є захист населення.

Захист населення — це створення необхідних умов для збереження життя і здоров'я людей у надзвичайних ситуаціях.

До нормативно-правової бази, яка регулює використання засобів індивідуального та медичного захисту населення в умовах надзвичайних ситуацій відносять наступне:

1. Конституція України ;
2. Кодекс Цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-V [2];
3. Закони України;
4. Постанова Кабінету Міністрів України від 19.08.2002 № 1200 “Про затвердження Порядку забезпечення населення і особового складу невоєнізованих формувань засобами радіаційного та хімічного захисту”.

Головним органом управління, у сфері забезпечення населення країни необхідною кількістю засобів індивідуального та медичного захисту населення, є Кабінет Міністрів України. На теперішній час даний орган управління не повністю справляється зі своїм обов'язком, так як не створено достатніх резервів на складах засобами захисту населення. Яскравим прикладом є те, що в наш час одними з найбільш поширених засобів індивідуального захисту населення є протигази, але найчастіше це протигази, які використовуються при захисті від бойових отруйних речовин, що є не досить позитивним чинником, так як на даний момент стає більш нагальним накопичення резервів на складах для захисту від СДОР, які найбільш використовуються в промисловості це аміак і хлор.

До системи захисту населення і територій, що проводяться в масштабах держави у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій належать: інформація та оповіщення, спостереження і контроль, укриття в захисних спорудах, евакуація, інженерний, медичний, психологічний, біологічний, екологічний, радіаційний і хімічний захист, індивідуальні засоби захисту, самодопомога, взаємодопомога в надзвичайних ситуаціях.

Щодо засобів індивідуального захисту населення в надзвичайних ситуація, то до них відносять:засоби захисту органів дихання;засоби захисту шкіри;медичні індивідуальні засоби захисту.

До засобів захисту органів дихання належать:фільтрувальні протигази;ізолювальні протигази;протигази та камери для дітей;респіратори;протипилові тканинні маски;прості ватяно-марлеві пов'язки.

До засобів захисту шкіри належать:ізолювальні засоби захисту (захисний комплект, захисний костюм);фільтрувальні засоби захисту;найпростіші засоби захисту (плащі, накидки, гумове взуття).

До медичних індивідуальних засобів захисту належать:аптечка індивідуальна;паKET перев'язувальний індивідуальний;індивідуальний протихімічний пакет; радіозахисні препарати; протибактеріальні засоби (антибіотики, антидоти, вакцини, сироватки тощо).

Радіозахисні препарати призначені для профілактики уражень іонізуючими випромінюваннями і послаблення проявів променевої хвороби.

Для захисту організму від отруйних речовин, сильнодіючих отруйних речовин використовуються антидоти (протиотрута) – специфічні лікарські засоби, що попереджають або усувають дію отрути на організм. За механізмом дії розрізняють антидоти детоксицируючої та функціональної дії. Антидоти можуть бути використані як засоби профілактики або надання першої медичної допомоги.

Одним із основних способів особистого захисту населення при аваріях на об'єктах господарювання з викидом СДОР або радіоактивних речовин є використання виробничим персоналом і населенням засобів індивідуального захисту і медичних засобів.

Для захисту органів дихання людини від впливу отруйних речовин (ОР) і сильнодіючих отруйних речовин (СДОР), радіоактивних речовин (РР) використовуються фільтруючі та ізолюючі протигази (ГП-5, ГП-5м, ГП-7, ГП-7в).

Для захисту дітей використовують ПДФ 2Д, ПДФ-Ш, для грудних дітей до 1,5 року - КЗД-4 (КЗД-6).

Для захисту від оксиду вуглецю (СО) застосовують додатковий патрон (КДП), гопкалітовий патрони - ДП-1, ДП-2, респіратори: Р-2, Р-2Д, ПП-46, ПП-46м [1].

Таким чином, існує велика кількість засобів індивідуального, колективного, медичного захисту населення в умовах надзвичайних ситуацій, але ці заходи необхідно планувати і проводити при раціональному використанні матеріальних, фінансових та інших ресурсів, адже саме точність, швидкість реагування, сконцентрованість, відточеність у правильному прийнятті рішень, під час, надзвичайної ситуації, дасть змогу зберегти максимум людських життів.

Література:

1. Безпека життєдіяльності. Безпека життєдіяльності в надзвичайних ситуаціях / Принципи, способи та засоби захисту населення [Електронний ресурс] – Режим доступу : subject.com.ua/safety/bezpeka/82.html.
2. Кодекс Цивільного захисту України від 02.10.2012 № 5403-V.
3. Конституція України.

4. Постанова Кабінету Міністрів України від 19.08.2002 № 1200 —Про затвердження Порядку забезпечення населення і особового складу невоєнізованих формувань засобами радіаційного та хімічного захисту.
5. Стеблюк І. М. Цивільна оборона: підручник. - К.: Знання, 2006. - 487 с.
6. Цивільна оборона: навч. посіб. Кулаков М.А., Ляпун В.О., та ін. – Харків: НТУ—ХПІ, 2005 – 362 с.

УДК 631.354.2(043)

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОБСЛУГОВУВАННЯ ВТУЛОЧНО-РОЛИКОВИХ ЛАНЦЮГІВ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

Аввакумов А.Д., студент гр. ЗМ 6/1 маг, Губіна К.Є., студент гр. М 5/1 спец

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник к.т.н., доц. Марченко Д.Д.

Анотація

Встановлені показники динаміки подовження і оптимального допустимого значення подовження ланцюга в залежності від застосовуваного консерваційного матеріалу, визначені критерії вибору раціональних способів обслуговування ланцюгів зернозбиральних комбайнів.

Annotation

Established performance indicators and optimal elongation of acceptable chain extension, depending on the material used preservative, the criteria of selection of rational methods of service chains combine harvesters.

В даний час більше 400 видів мобільних збиральних та інших вітчизняних і зарубіжних сільськогосподарських машин оснащені ланцюговими передачами. Їх ефективна робота і надійність в значній мірі залежать від довговічності втулочно-роликів ланцюгів. З метою забезпечення продуктивної роботи зернозбиральних комбайнів потрібно приділяти особливу увагу втулочно-роликів ланцюгах, так як вони забезпечують надійне функціонування основних робочих органів по всій схемі технологічного процесу.

Надійність втулочно-роликів ланцюгів визначається багатьма факторами: періодичністю ТО, взаємним розташуванням валів і зірочок, зберіганням ланцюгів. Вивчення процесу зношування втулочно-роликів ланцюгів і їх елементів, показало, що комплексним критерієм оцінки технічного стану ланцюга служить подовження її кроку. Для підвищення експлуатаційної надійності ланцюгових передач необхідно удосконалювати їх обслуговування, з метою збільшення зносостійкості і корозійної стійкості робочих поверхонь.

Послідовність програмного циклу експериментальних досліджень включала в себе комплексну методику дослідження впливу консерваційних матеріалів на працездатність втулочно-роликів ланцюгів зернозбиральних комбайнів і послідовне відсіювання найменш ефективних з них.

Методика дослідження захисних властивостей консерваційних матеріалів передбачала:

- дослідження корозійної стійкості зразків зі сталі марки Ст.3 в камері вологості Г-4;
- стендові випробування зразків зі сталі марки Ст.3 в умовах відкритої атмосфери;
- дослідження впливу умов зберігання і захисного складу на збереженість втулочно-роликів ланцюгів.

У лабораторних умовах дослідження проводили на зразках зі сталі марки Ст.3 в камері вологості Г-4. З огляду на геометричні розміри камери, сталеві зразки для випробувань виготовляли розміром $60 \times 70 \times 2$ мм. Перед нанесенням досліджуваних консерваційних матеріалів їх маркували. Консерваційні матеріали наносили на підготовлені зразки методом занурення і витримували протягом 24 годин при кімнатній температурі, потім їх поміщали в камеру вологості Г-4. Огляд зразків і зважування проводили через 24, 48, 72, 120, 240, 360, 420 і 720 год. Оцінка захисної здатності консерваційних матеріалів проводилась гравіметричним методом і полягала у встановленні втрати маси на одиницю площі зразка в одиницю часу.

З метою перевірки і отримання більш достовірних результатів проведені стендові випробування консерваційних складів в умовах відкритої атмосфери. Випробування проводили на сталевих зразках аналогічно лабораторних випробувань і на зразках втулочно-роликів ланцюгів. З метою зменшення витрат на проведення досліджень відбирали найбільш ефективні консерваційні матеріали за результатами прискорених випробувань. Загальна тривалість випробувань - 1 рік, це дозволило імітувати реальну специфіку зберігання сільськогосподарської техніки. Огляд об'єктів в процесі випробувань в перші 10 днів проводили щодня, а потім через 2, 3, 6, 9 і 12 місяців.

Для дослідження впливу умов зберігання і захисного складу на збереженість втулочно-роликів ланцюгів вибирали зразки втулочно-роликів ланцюгів з кроком 19,05 мм. Монтаж ланцюгів на стенді імітував умови їх зберігання безпосередньо на сільськогосподарських машинах в ослабленому стані. Дослідження по кожному варіанту зберігання і консервації проводили з шестиразовою повторністю протягом 1 року.

Методика дослідження впливу умов зберігання та консерваційних матеріалів на процес зношування втулочно-роликів ланцюгів. Характерною особливістю методики є дослідження на стенді для ресурсних випробувань втулочно-роликів ланцюгів.

Для проведення випробувань, на базі ГОСНИТИ створений стенд (рис. 1) для випробування ланцюгів з номенклатурою кроку 19,05 і 25,4 мм, ременів і інших виробів, які можна з'єднати в замкнутий контур. Для імітації умов експлуатації та забезпечення форсованого зносу, на втулочно-роликів ланцюг подавалося 100 г гранульованого кварцового піску (розміри частинок - 0,8 ... 1,6 мм) через кожні дві години роботи. Число зубів зірочок $Z = 19$, значення частоти обертання зірочок ланцюгової передачі фіксувалося універсальним тахометром АТТ-9006 з лазерним маркером. Режим випробувань ланцюгового контуру наступний: частота обертання валів електродвигуна і гальма - 1700 хв^{-1} (швидкість руху ланцюга 9,86 м / с),

навантаження в провідній гілці ланцюга - 1000 Н. Тривалість випробувань одного контуру - 50 год.

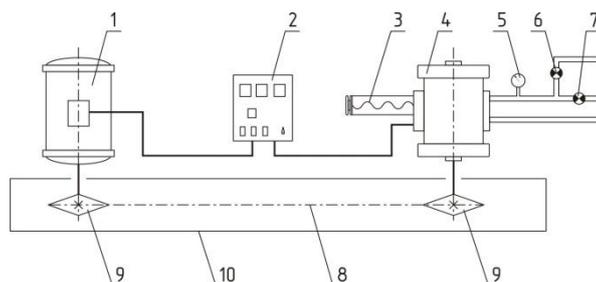


Рис. 1. Схема стану для ресурсних випробувань втулочно-роликів ланцюгів:

- 1 - вал електродвигуна; 2 - пульт управління; 3 - гвинт; 4 - порошковий гальмо; 5 - манометр; 6 - кран перепускний; 7 - кран впускний; 8 - втулочно-роликів ланцюг; 9 - зірочка; 10 - захисний кожух

Оцінка впливу умов зберігання і захисного складу на зношування зразків ланцюгів проводилася за величиною відносного подовження шляхом вимірювання їх середнього кроку.

Методика дослідження впливу умов зберігання та консерваційних матеріалів на міцність від втоми втулочно-роликів ланцюгів. Основним завданням було отримання втомної характеристики втулочно-роликів ланцюгів, що виражає зниження міцності ланцюгів в залежності від технології обслуговування і числа циклів зміни навантаження. З метою визначення залишкового ресурсу втулочно-роликів ланцюгів після 50 год ресурсних випробувань їх розбирали на ділянки по 7 ланок і відчували на міцність від втоми (при $N = 6 \cdot 10^6$ циклів) на надійному і багатофункціональному станді (рис. 2) з дистанційним управлінням для динамічних випробувань на міцність від втоми багатоланкових і пружно деформуються виробів, в тому числі, при комбінованих циклічних навантаженнях розтягування, вигину і крутіння.

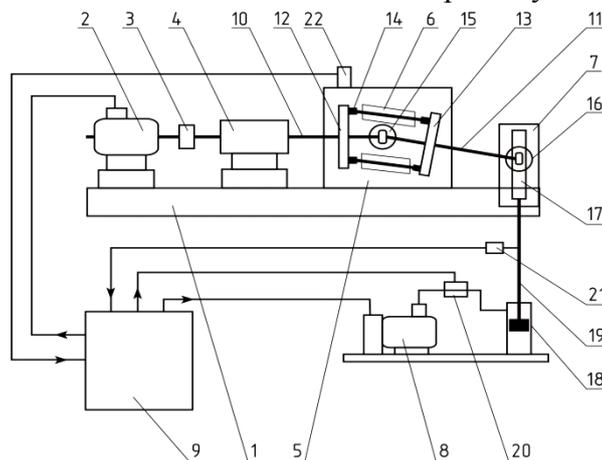


Рис. 2. Схема стану для динамічних випробувань на міцність від втоми багатоланкових і пружнодеформуючих виробів:

- 1 - підстава; 2 - електродвигун; 3 - муфта; 4 - опори підшипникові; 5 - екран захисний; 6 - випробувальні вироби; 7 - пристрій для регулювання розтягуючих зусиль; 8 - компресор; 9 - блок управління; 10, 11 - вал; 12, 13 - фланець; 14 - кріплення; 15, 16 - шарнір обертання; 17 - повзун опорний; 18 - пневмоциліндр; 19 - шток; 20 - електромагнітний клапан; 21, 22 - датчики контактні

Стенд спроектований на базі ГОСНИТИ, функціонує наступним чином. При відключеному харчуванні стенду відкривають захисний екран 5, що охоплює механізм циклічного розтягнення, і закріплюють в ньому виробу 6 у вигляді чотирьох відрізків з 5-7 ланок приводних роликів однорядних ланцюгів типу ПР з номенклатурою кроку 12,7-25,4 мм. Далі, включають компресор 8 і в пневмаціліндр 18 подають повітря під початковим тиском 0,05 МПа, включають електродвигун 2, частота обертання якого регулюється з пульта управління в діапазоні 1500 ... 2500 хв⁻¹, підвищують тиск повітря в пневмаціліндре 18 до 0,19 - 0,4 МПа. Час проведення випробувань - 50 ... 70 год.

Методика дослідження процесу зношування втулочно-роликових ланцюгів зернозбиральних комбайнів в умовах експлуатації передбачала дослідження динаміки процесу зношування приводних ланцюгів в залежності від способу обслуговування в період використання їх за призначенням і зберігання без зняття з зернозбиральних комбайнів. Зручною для дослідження в умовах експлуатації була втулочно-роликовий ланцюг від приводного вала на нижній вал варіатора мотовила (81 зв.) Комбайна «Дон-1500Б». Вимірювання зносу ланцюгів проводили по можливості частіше, при щоденному обслуговуванні, під час вимушених простоїв комбайнів через поломки, вологою хлібної маси і ін.

Відповідно до технологічного процесу при обслуговуванні ланцюгів в період використання за призначенням через кожні 60 год напрацювання необхідно послабити ланцюг за допомогою натяжна зірочки, очистити від забруднень за допомогою щіткового пристосування з використанням миючої рідини (бензин чи дизельне паливо) і нанести консервації складу Росойл-700 пристроєм для нагрівання і нанесення консерваційних композицій ПРК-5-28.

Література:

1. Щеглов, Е. В. Изнашивание втулочно-роликовых цепных передач зернокомбайнов в условиях эксплуатации / Е. В. Щеглов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2006. – № 4. – С. 33-34.
2. Щеглов, Е. В. Исследование защитных свойств консервационных составов / Е.В. Щеглов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2006. – № 7. – С. 34-35.
3. Щеглов, Е. В. Стенд для динамических испытаний изделий на усталостную прочность при циклических нагрузках / Е. В. Щеглов, Р. Г. Мартынов // Труды ГОСНИТИ. Вып. 100. – М. : ГНУ ГОСНИТИ, 2007. – С. 198-200.
4. Пат. 64370 Российская Федерация, МПК⁷G 01 N 3/00, G01 M 13/00 Стенд для динамических испытаний изделий на усталостную прочность при циклических нагрузках / Щеглов Е. В., Пучин Е. А., Мартынов Р. Г. ; заявитель Щеглов Е. В. – № 2007109564/22 ; заявл. 16.03.07 ; опубл. 27.06.07, Бюл. № 18 – 2 с. : ил.

ДІАГНОСТИКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПІДШИПНИКІВ ДИСКОВИХ БОРІН НА ОСНОВІ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Атаманчук В.В., студент гр. ЗМ 6/1 маг, Колпоносов Р.В., студент гр. М 5/1 спец, Захаров І.А., студент гр. ЗМ 5/1 спец

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник к.т.н., доц. Марченко Д.Д.

Анотація

Розроблено методики оцінки технічного стану підшипників дискових борін на основі інфрачервоного випромінювання. Встановлено залежність діагностичних параметрів від технічного стану підшипників дискової борони.

Annotation

The methods of evaluation of the technical condition of the bearing disc harrows based on infrared radiation. The dependence of the diagnostic parameters of the technical condition of the bearing disc harrow.

Методи і засоби діагностики технічного стану сільськогосподарських машин повинні забезпечувати високу ефективність, економічність, бути зручними в застосуванні. Не виявлено ефективних способів діагностики підшипникових вузлів дискових борін. Існуючі методи оцінки технічного стану підшипників дискових борін трудомісткі і вимагають розбирання підшипникового вузла. Відсутність оперативного методу контролю технічного стану призводить до простою агрегату. Тому розробка методу діагностики підшипників дискових борін актуальна.

Значний рівень запиленості, великі динамічні сили навантаження і кількість підшипникових вузлів ставлять завдання розробки методу, заснованого на дистанційному вимірі діагностичних параметрів, за якими можна оцінити технічний стан підшипника.

Одним з таких параметрів є інфрачервоне випромінювання, що виходить з поверхні всіх об'єктів. Його можна вимірювати дистанційно. За його величиною можна судити про температуру поверхні об'єкту.

В даний час поширення набули тепловізори, що визначають температуру об'єктів по інтенсивності інфрачервоного випромінювання їх. Вони використовуються в енергетиці, хімічній промисловості, енергозбереженні, металургії. Як засоби діагностики сільськогосподарських машин вони не застосовуються. Обмежує їх застосування відносно висока ціна і відсутність методик діагностики.

Експериментальні дослідження з розробки методики визначення технічного стану підшипників дискових борін на основі інфрачервоного випромінювання проведена оцінка

достовірності теоретичних досліджень. Для цього розроблений стенд, що моделює експлуатаційні умови роботи підшипників дискової борони (рис. 1).

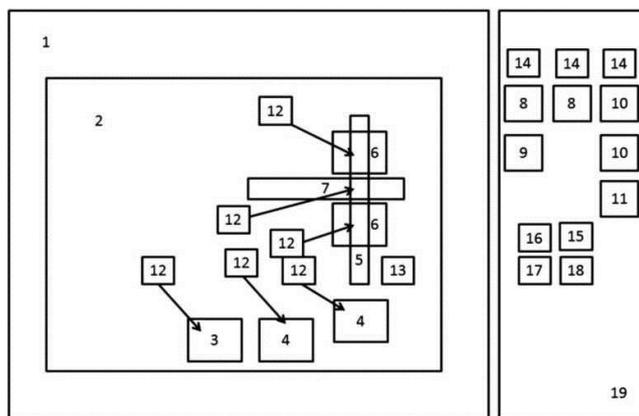


Рис. 1. Схема стенду:

- 1 - платформа; 2 - рама; 3 - електродвигун; 4 - двоступенева ремінна передача; 5 - вал;
- 6 - кріплення для установки підшипникових вузлів; 7 - навантажувальний пристрій;
- 8 – аналоговий вимірювальний модуль введення МВА8; 9 - електровимірювальний цифровий прилад параметрів трифазної електричної мережі Omix P99-MA-3-0.1-ACX220-RS485;
- 10 - конвертер інтерфейсів ARC-485; 11 - перетворювач інтерфейсів AC3-M-220;
- 12 - термоелектричний перетворювач; 13 - частотомір цифровий; 14 - трансформатор струму вимірювальний; 15 - персональний комп'ютер; 16 -монітор; 17 - клавіатура; 18 - миша; 19 - стіл

Кожне стендове випробування підшипників з осьовими зазорами і попередніми натягами проведено з потрібною повторністю. Тривалість кожного випробування становила дві години.

Вимірювання температури підшипникових вузлів термопарами виконувалось з інтервалом 1 с, а тепловізором кожні 15 хвилин. Частота обертання складала 160 хв^{-1} , що відповідає швидкості руху дискової борони в 20 км/год .

В результаті статистичної перевірки встановлено, що дисперсії рівнів вимірювання однорідні, а варіанти теоретичної моделі описують експериментальні дані з довірчою ймовірністю 0,95.

На рис. 2, як приклад представлений графік оцінки адекватності одного з варіантів теоретичної моделі і експериментальних даних.

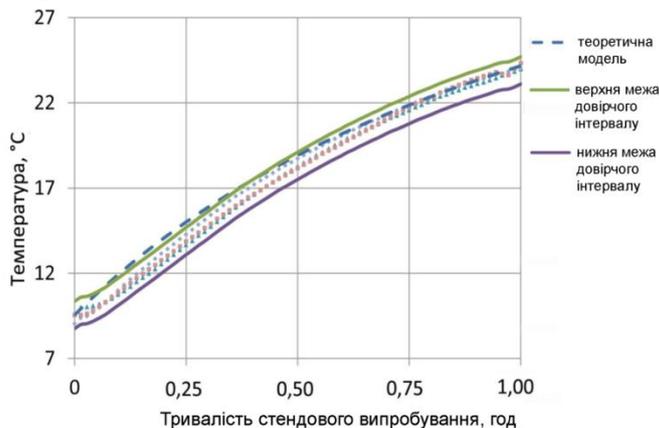


Рис. 2. Оцінка адекватності варіанту теоретичної моделі для інсталяційного зазору в підшипниках 0,1 мм і експериментальних даних при вимірюванні термопарами

Визначено, що діагностику необхідно проводити не раніше ніж через 60 хвилин роботи, так як розбіжність між температурними діапазонами при різних станах підшипникового вузла стає значимо і достатньо для визначення технічного стану підшипника.

На рис. 3 в якості прикладу, представлено інфрачервоні знімки після години стендових випробувань.

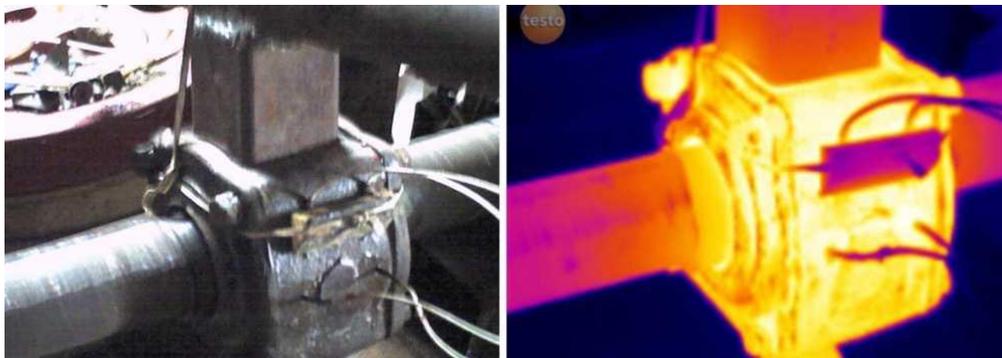


Рис. 3. Фотографічне (зліва) і інфрачервоне (праворуч) зображення підшипникового вузла з попереднім натягом в підшипниках 0,09 мм. Середні температури поверхні підшипникового вузла 84,2°C і області контакту манжета-вал 69,8°C. Різниця становить 14,4°C

Для перевірки достовірності теоретичної моделі проведено польове випробування. Випробування проводились на важкій дисковій борони БДТ-7 при обробці стерні. Швидкість руху становила 12 км/год. Кут атаки дискових батарей 18 градусів. Випробування проведені з чотирикратної повторністю. Тривалість кожного випробування склала дві години. Інфрачервона зйомка проводилася через кожні 30 хвилин. Для випробувань були підготовлені чотири підшипникових вузла із заданою величиною осьового зазору в підшипниках: 1 - 0,0 мм; 2 - 0,2 мм; 3 - 1,0 мм і попереднього натягу: 4 - 0,09 мм.

Розроблено та зібраний стенд, що моделює експлуатаційні умови роботи підшипників дискової борони і оснащений вимірною апаратурою параметрів (потужність, температура, частота обертання), що забезпечує точність вимірювань потужності і частоти обертання 1,0% і температури 0,5%.

Дослідженнями в польових умовах 4 математичних моделей, що визначають технічний стан підшипників, підтверджені теоретичні діапазони осьових зазорів з довірчою ймовірністю, яка дорівнює 0,95.

Розроблена методика діагностики технічного стану підшипників дискової борони дозволяє встановити зазор з точністю 0,1 мм, а попередньо натяг - 0,01 мм по розрахунковим номограмам для робітників діапазонів швидкостей руху агрегату.

Встановлено, що діагностику необхідно проводити не раніше, ніж через 60 хвилин роботи агрегату.

Література:

1. Власов, А. Б. Тепловизионная диагностика объектов электро- и теплоэнергетики (диагностические модели): Учебное пособие для вузов / А. Б. Власов. - Мурманск: Изд-во МГТУ, 2005. - 266 с.

2. Восстановление деталей, ремонт и диагностика машин / под ред. Е. Л. Воловика. - Калуга.: Малоярославская, 1977. - 330 с.
3. П.Гончаров, Н. И. Надежность технических систем: Учебник для вузов / Н. И. Гончаров. - Кострома: КГСХА, 2008. - 219 с.
4. Дисковая прицепная борона модульная БДМ-3,2х4. 18.11.2011 / Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.agroachtuba.ru/techbor4.php>.
5. Клюкин, Л. М. Диагностирование сельскохозяйственной техники по температурному параметру / Л. М. Клюкин, А. В. Наседкин // Техника в сельском хозяйстве. - № 6. - М., 1988. - С. 16-18.
6. Клюкин, Л. М. Бесконтактное диагностирование техники переносным прибором / Л. М. Клюкин, М. С. Голубева, А. М. Новиков, М. В. Томилин // Техника в сельском хозяйстве. - № 3. - М., 1986. - С. 17-19.

УДК 621.891:539.2

ПІДВИЩЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ШВИДКОРІЗАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТУ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ІОНІЗОВАНОГО ПОВІТРЯ

Єськов В.О., студент гр. ЗМ 6/1 маг, Калієвський І.В., студент гр. ЗМ 5/1 спец

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник к.т.н., доц. Марченко Д.Д.

Анотація

Встановлено закономірності щодо впливу кількості введеного в повітряний потік масла І-20А на знос інструментів, якість оброблених поверхонь, усадку стружки і величину зон вторинної деформації. Виявлено взаємозв'язок концентрації масла І-20А в повітряному потоці і подається потенціалу на коронуючим електроді зі стійкістю швидкоріжучого інструменту.

Annotation

The laws on the effect of the amount of air flow introduced into the I-20A on the tool wear, surface quality, shrinkage of chips and the amount of secondary deformation zones. The correlation between the concentration of the I-20A in the air stream and the feed capacity at the discharge electrode resistance with high-speed tools.

Підвищення економічності машинобудування нерозривно пов'язане з ростом ефективності металообробки і зниження витрат, пов'язаних із зносом металорізального інструменту. Зносостійкість ріжучого інструменту на операціях точіння в чималому ступені залежить від застосовуваного змащувально-охолоджуючого технологічного засобу (ЗОТЗ). У сучасному машинобудуванні пред'являються підвищені вимоги не тільки до функціональних, а й до

екологічних властивостях ЗОТЗ, так як ЗОТЗ повинна не тільки покращувати працездатність інструменту і якість обробленої поверхні, але і не повинна надавати техногенного впливу на обслуговуючий персонал і навколишнє середовище. При виготовленні ЗОТЗ прагнуть зменшити кількість мінерального масла і мінімізувати, а іноді і виключити ефективні, але небезпечні для здоров'я деякі неорганічні і органічні компоненти ЗОТЗ.

Одним із способів створення екологічно чистих ЗОТЗ являється мінімізація кількості необхідних ЗОТЗ, зокрема, це досягається введенням мікродоз ЗОТЗ повітряний потік з подальшою його активацією електричними розрядами.

Активация повітряного середовища здійснювалася спеціально сконструйованими установками за допомогою електричних розрядів, з допрацьованим соплом-насадкою, що дозволяє дозовано подавати в'язкі рідини в зону різання рис. 1.

Принцип роботи установки полягає в наступному, повітря з камери іонізатора потрапляє в повітряно-рідинний канал 2, який проходячи через резервуар з рідиною виходить в дифузійній частині сопла 6. Повітряно-рідинний канал має отвір всередині резервуара, через яке в нього потрапляє рідина, при цьому, відбувається її часткове перемішування з повітрям.

Далі ця суміш потрапляючи в дифузійну частину сопла остаточно розбивається основним повітряним потоком, після чого відбувається іонізація цього потоку. Регулювання витрати рідини, що подається регулюється голчастими кранами 4. У нашому випадку була проведена калібрування даної системи на витрату індустриального масла І-20А, який склав від 0,2 - 50 г / год, з кроком 0, 2 г / год.

Дослідження за розміром частинок розпорошеного масла І-20А з витратою масла 0,5 г / год показали, що в неіонізованому потоці розміри частинок складають від 15 до 25 мкм, а при використанні іонізації від 5 до 10 мкм.

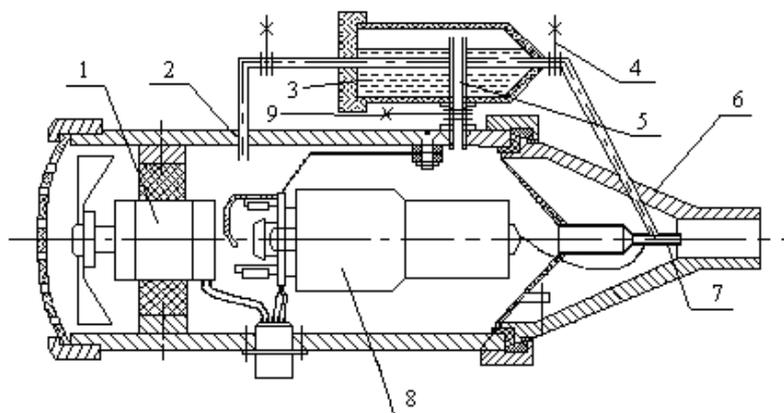


Рис. 1. Схема іонізатора з розробленим соплом-насадкою:

- 1 - електродвигун; 2 - повітряно-рідинний канал; 3 - резервуар для рідини, що подається;
- 4 - регулювальні крани; 5 - з'єднувальний канал; 6 - сопло; 7 - коронуючий електрод;
- 8 - трансформатор; 9 - кран регулювання перепаду тисків

Перевага даної соплової насадки полягає в тому, що на відміну від існуючих установок для подачі розпорошених рідин розпорошення відбувається при відносно невисокому тиску (1 атм.), яке нагнітається вмонтованим в іонізатор вентилятором. Зниження робочого тиску

підвищує безпеку роботи на даному приладі і усуває наявність спеціальних повітродів високого тиску.

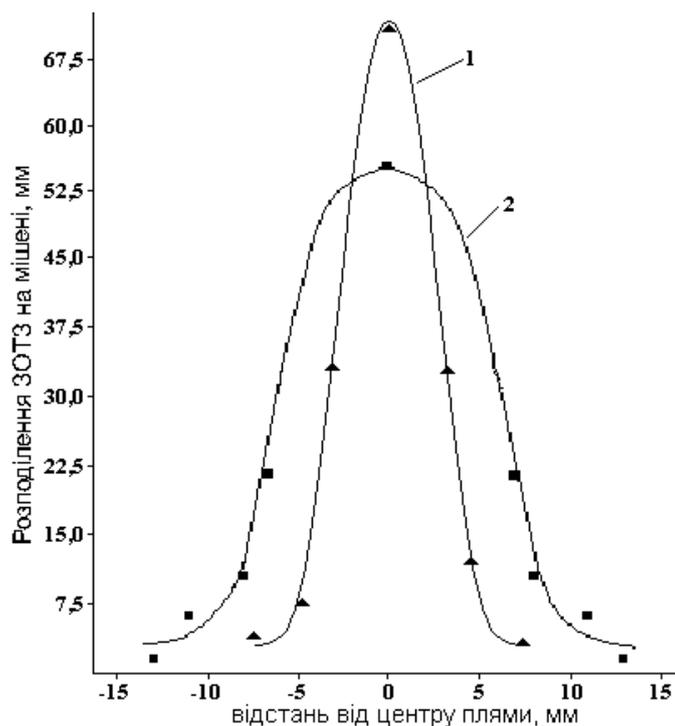


Рис. 2. Розподіл ЗОТЗ за поперечним перерізом повітряного струменя на відстані 100 мм від вихідного перетину сопла:
1 - масло I-20A, 2 - магнітні мікрокапсули P = 1 атм

Дослідження по розсіюванню часток пройшли через сопло (рис. 2) показали, що масло I-20A має меншу пляма розсіювання, в порівнянні з плямою розсіювання магнітних мікрокапсул. Це сприяє тому, що більша кількість розпоршеної ЗОТЗ потрапить в зону різання. А це, в свою чергу, призводить до зменшення кількості необхідного для досягнення мастильного ефекту масла.

Були проведені порівняльні дослідження по визначенню стійкості ріжучих інструментів в середовищах позитивно і негативно іонізованого повітря з різним потенціалом заряду на коронуючому електроді, а також з введенням в повітряний потік нано- і мікродоз масла I-20A з витратою 0,2, 0,5 і 1 г / год з наступною іонізацією цього потоку. Спосіб подачі ЗОТЗ в зону різання показаний на рис. 3. Ефективність методів підведення мастильно-охолоджуючих рідин та їх вплив на знос і стійкість різального інструмента визначалися шляхом порівняння інтенсивності зношування і стійкості інструменту при подачі в зону різання мастильно-охолоджувальної рідини, що представляє собою 100% масла I-20A.

При проведенні експериментів через рівні проміжки часу вимірювався знос по передній і задній поверхнях. За критерій зносу була прийнята величина фаски зносу по задній поверхні рівна 0,6 мм.

Як впливає з результатів досліджень іонізований повітряний потік, що має в своєму складі мікродози масла більш ефективний у порівнянні з поливом масла і його подачею у вигляді неіонізованої повітряно-масляної суміші при аналогічних концентраціях масла. При цьому, експериментами встановлено, що на ефективність запропонованого методу роблять значний

вплив концентрація масла в повітряному потоці, знак і величина потенціалу на коронуючому електроді.

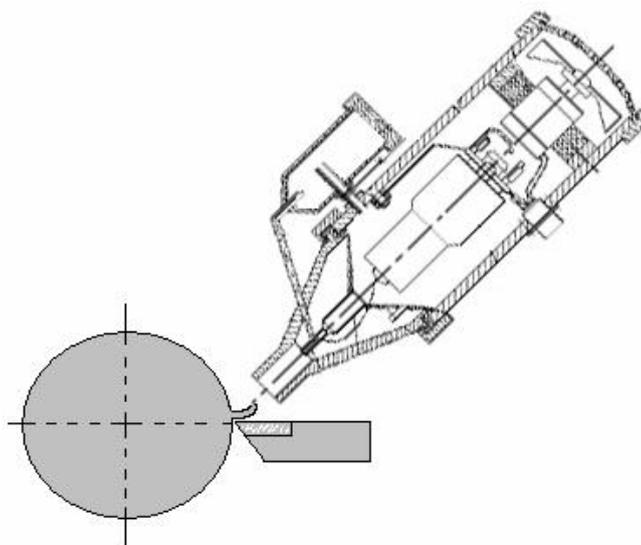


Рис. 3. Схема установки іонізатора при різанні

Так, в експериментах зафіксовано, при малих кількостях масла (близько 0,2 г / год) максимальна зносостійкість різців спостерігалася при негативному потенціалі на електроді. При позитивному потенціалі зносостійкість інструменту перебувала на рівні неіонізованого стану. При збільшенні концентрації масла до 0,5 г / год стійкість різців, як при використанні позитивного потенціалу, так і негативного, приблизно однакова і знаходиться на рівні працездатності інструменту при використанні неіонізованої повітряно-масляної суміші. Подальше збільшення витрати масла до 1 г / год призводило до того, що максимальна працездатність різців відповідала використанню позитивної корони. При цьому, стійкість інструментів з використанням негативної корони знижувалася до значень неіонізованого повітряного потоку.

Література:

1. Комельков В.А., Наумов В.Н. Трибометрический стенд для определения смазочных свойств СОТС // Физика, химия и механика трибосистем. Вып. 3. Иваново: Иван. гос. ун-т, 2004. – С. 15 – 25.
2. Латышев В.Н. Автоматизированный трибометрический стенд // Физика, химия и механика трибосистем. Вып. 5. Иваново: Иван. гос. ун-т, 2006. – С. 22 – 28.
3. Комельков В.А., Наумов А.Г., Корчагин А.В. Изменение трибологических характеристик масла И-20А под действием коронного разряда // Физика, химия и механика трибосистем. Вып. 4. Иваново: Иван. гос. ун-т, 2005. – С. 17–19.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ГУСЕНИЧНИХ ЛАНЦЮГІВ ТРАКТОРІВ

Касьян А.А., студент гр. ЗМ 6/1 маг, Мамрега О.О., студент гр. М 5/1 спец

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник к.т.н., доц. Марченко Д.Д.

Анотація

Надано рекомендації з технологічних методам проведення діагностичних робіт. Виконано обґрунтування раціональної технології ремонту гусеничних ланцюгів в умовах регіонального спеціалізованого підприємства та запропоновано результати дослідження зносостійкості елементів гусеничних ланцюгів в заданих ґрунтово-кліматичних умовах експлуатації

Annotation

Recommendations on technological methods of diagnostic work. The justifications of a rational technology of repair chains tracked in terms of the regional specialized enterprises and proposed findings durability elements crawler chains in the set of soil and climate conditions

В умовах агропромислового комплексу одним із шляхів підвищення рівня надійності машин є повне використання ресурсу деталей за рахунок своєчасного проведення операцій технічного обслуговування, діагностування, грамотної організації ремонтних процесів із застосуванням методів дефектації та сучасних технологічних процесів відновлення форми і посадок з'єднань. Особливе значення ці питання мають стосовно збиральної техніки, від надійності якого залежить збереження біологічної цінності, своєчасність і повнота збирання вирощуваних харчових і кормових культур. Ґрунтово-кліматичні умови Приморського краю обумовлюють використання збиральних і транспортних машин на гусеничному ході. Висока металоємність рушія, значні навантаження на деталі, механічний склад і кислотність середовища визначає високу швидкість зношування поверхонь, що сполучаються ходової частини і як наслідок періодичність ремонтно-обслуговуючих робіт. Таким чином дослідження щодо підвищення довговічності гусеничних ланцюгів складеного типу шляхом вдосконалення діагностичних операцій і оптимальної організації централізованого ремонту в умовах досліджуваного регіону є сучасною і актуальною задачею.

Збір інформації про надійність гусеничних ланцюгів в експлуатаційних умовах здійснювався згідно РД 50-204-87. Кількість об'єктів спостережень визначалося по ГОСТ 15895-77. Для випробувань гусениць на довговічність з тракторів, які перебувають під наглядом, були обрані машини, оснащені новими гусеничними ланцюгами і пройшли капітальний ремонт на регіональному спеціалізованому підприємстві. На спостереження за надійністю велися за планом NRT згідно РД 50-690-89 з періодичністю реєстрації показників не рідше двох разів на місяць, як

для об'єкта, що має тривалість роботи в сезон більше одного місяця. Напрацювання тракторів відзначалася в годинну основної роботи по ГОСТ 24059-88 і в гектарах зібраної площі. Експлуатаційні випробування гусениць на довговічність за планом NUN засновані на методиці ОН 13-122-61. Однак вимір контрольованого параметра ланцюга вироблено без демонтажу останньої. Необхідне зусилля розтягування ланцюга забезпечувалося домкратних пристроєм, сполученим з динамометром. Вимірювання контрольованого ділянки кола проводилося розробленим штангенінструментом з діапазонами вимірювань і показань 1700 - 1860 мм.

Збір інформації про зношувальний стан деталей гусеничного ланцюга на ремонтному підприємстві проводився за планом NUN. Кількість об'єктів спостережень визначалося по ГОСТ 15895-77. Для підвищення достовірності інформації з кожного ланцюга, що надійшла в ремонт і пройшла розбирання, випадкова вибірка деталей становила 6 - 10 шт. Дефектація деталей проводилася відповідно до технічних вимог на капітальний ремонт. Додатково визначалися значення відстані між центрами отворів під втулку і палець. Нові деталі піддавалися дослідженню, як надійшли у вигляді ремонтного фонду для збирання на спеціалізованому ремонтному підприємстві. При вимірах використовувалися нутроміри НИ-18-50 (ГОСТ 868-82) і розроблений індикаторний кронциркуль для визначення відстані Q між найближчими точками обох отворів. Значення міжцентрової відстані підраховувалася за формулою:

$$B = Q + D_1 / 2 + D_2 / 2.$$

Отримана інформація за планами NUN оформлялася в вигляді статистичного ряду і піддавалася комп'ютерній обробці з використанням програми Microsoft EXCEL.

Тарування і випробування експериментального пристрою для вимірювання міжцентровою відстаней отворів проведені з використанням 4-х співвісно встановлених мікрометричних головок типу МК, що імітують зміну розмірів ΔB , ΔD_1 , ΔD_2 , багатоканального підсилювача електричних сигналів ППН 701, двох вимірювальних головок типу М 906 для відображення сигналу щодо приросту діаметрів і вимірювальної головки типу М 1113 для відображення сигналу щодо приросту міжцентрової відстані.

Для реалізації рекомендацій щодо забезпечення раціональних параметрів механічної обробки отворів під втулку і палець розроблена двошпіндельна головка. Для точіння використовувалися інструменти з матеріалом ріжучої частини Т5К10.

Розподіл початкової довжини контрольованої ділянки нового ланцюга (10-ти ланок) близько до нормального закону розподілу із середнім значенням $= 1747,6$ мм і середньоквадратичним відхиленням $\sigma = 2,79$ мм. Крива динаміки подовження ланцюга (рис. 1) з достатнім ступенем відповідності апроксимується формулою полінома 3-го ступеня:

$$L = 0,0259t_3 - 0,792t_2 + 11,267t + 1747,6.$$

Початкова довжина контрольованої ділянки кола, що пройшла капітальний ремонт традиційним методом, має більший розмах розподілу в порівнянні з новим ланцюгом з параметрами $= 1751,4$ мм і $\sigma = 4,396$ мм. Динаміка подовження такого ланцюга апроксимована логарифмічною функцією $L = 22,823 \ln(t) + 1752,5$.

Характеристики початкової довжини гусеничних ланцюгів відповідають розрахунковим значенням розмірного ланцюга з відносною помилкою 2,8%. При цьому для вирішення розмірної ланцюга використовувалися середні статистичні значення відстані між центрами отворів в щоці під втулку і палець і середнє значення зазору в шарнірному з'єднанні ланцюга.

В результаті експериментів встановлено вплив швидкості різання і подачі на зношування задньої поверхні ріжучого інструменту і якість обробленої поверхні при чистовому точінні.

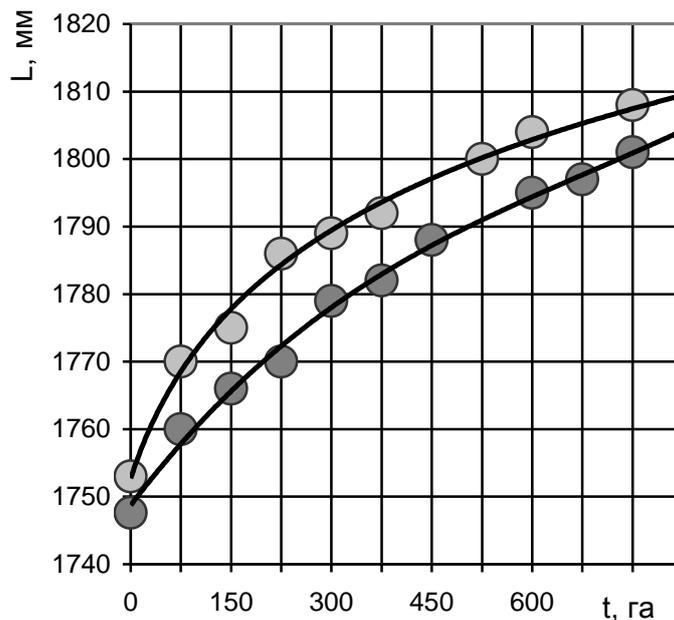


Рис. 1. Розподіл початкової довжини контрольованої ділянки ланцюга і динаміка його подовження

Аналіз результатів свідчить про те, що в діапазоні швидкостей різання від 0,2 до 2,0 м / с найбільш сприятливі умови для ріжучого інструменту забезпечуються в інтервалі 0,9 - 1,2 м / с, що відповідно рекомендує частоту обертання інструменту щодо отвори під втулку (\varnothing 45 мм для деталі В 34025 Л / П) 40 - 53 с^{-1} (380 - 510 об / хв), щодо отвори під палець (\varnothing 27,5 мм для В 34025 Л / П) - 62 - 83 с^{-1} . Збільшення швидкості різання сприяє зниженню і стабілізації шорсткості обробленої поверхні.

Від охолодження зони різання мастильно-охолоджувальним технологічним середовищем вирішено відмовитися через особливості технологічного обладнання і малої довжини оброблюваної поверхні (15 - 20 мм), що не дозволяє температурі в зоні різання досягти величин, що впливає на стійкість інструменту.

Література:

1. Иншаков С. В. Изменение размерного состояния гусеничных цепей рисоуборочных комбайнов // Эффективное использование сельскохозяйственной техники на Дальнем Востоке: Сб. науч. тр. / Приморский сельскохозяйственный ин-т. – Уссурийск, 1992. – С. 59– 69.
2. Пивоваров А. Д. Определение составляющих размерной цепи гусеницы рисоуборочного комбайна с разработкой нестандартного мерительного инструмента // Роль научных исследований высших учебных заведений в формировании научно-технического и производственного потенциала региона: Материалы научно-произв. конф. межрегиональной ассоциации “Агрообразование” регионального отделения “Дальний Восток и Забайкалье” / Прим. гос. с.-х. акад. – Уссурийск, 2000. – С. 206 – 211.

3. Карпузов В. В. Расчет величины компенсации динамической ремонтной размерной цепи / Диагностика сложных технических систем и восстановление работоспособности их деталей и соединений: Сб. науч. тр. - М.: МГАУ. - 1997. – С. 17 – 23.
4. Устройство для измерения межцентровых расстояний отверстий: Патент RU №41857 / Мурманцев Ф. М. - №2004120911 G 01B 5/14; Заявл. 12.07.04; опубл. 10.11.2004. – Бюл. №31.

УДК 625.08(075.32)

ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ДЕТАЛЕЙ ГІДРОПРИВОДУ ШЛЯХОМ ВІДНОВЛЕННЯ ПЛАЗМОВИМ ПОКРИТТЯМ

Ковальська А.А., студент гр. ЗМ 6/1 маг, Чернецький С.Г., студент гр. М 5/1 спец

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник к.т.н., доц. Марченко Д.Д.

Анотація

Розроблено методику розрахунку зносу деталей гідроциліндрів від напружень вигину і створені технічні засоби для випробування гідроциліндрів на зносостійкість. Науково обгрунтований спосіб і оптимальні технологічні параметри відновлення сполучених деталей гідроциліндра «шток - циліндр» і досліджено фізико-механічні властивості відновленого шару.

Annotation

The method of calculation of wear and tear on the hydraulic cylinders and bending stresses created by technical means for testing the durability of hydraulic cylinders. Scientifically substantiated method and optimal technological parameters of the recovery of the mating parts cylinder "of stock - cylinder" and studied the physical and mechanical properties of the recovered layer.

На більшості будівної і сільськогосподарської техніки широко використовується гідравлічний тип приводу робочих органів. Важкі умови експлуатації будівної і сільськогосподарської техніки, віддаленість від баз і режими циклічно змінюється навантаження негативно позначаються на ефективності їх використання з причин зниження довговічності гідроприводу. Значний вплив на довговічність гідроприводу надає технічний стан одного з дорогих і найбільш інтенсивно зношуються елементи, яким є гідроциліндр. Якщо на частку відмов гідроприводу припадає близько 45% від загального числа відмов, то на частку гідроциліндрів до 28% відмов. Підвищений знос сполучених деталей виникає в значній мірі через знакозмінних навантажень і зміни проектної траєкторії руху деталей щодо базової осі.

Для підвищення якості відновлюваної деталі і поліпшення фізико-механічних властивостей покриття розроблена математична модель технологічних параметрів плазмового

напилення, конструкція плазмотрона, проведений розрахунок її параметрів і обґрунтований склад порошку.

Дослідженнями встановлено, що якість відновлення залежить від наступних основних параметрів: коефіцієнта перемішування порошоків в плазмі, величини адгезії і пористості покриття. Підвищити коефіцієнт перемішування запропоновано впровадженням багатокомпонентного дозатора, що складається з шестикутника, дозуючих штуцерів і обойми. Порошок подається через дозуючий штуцер в робочий канал насадки, і на зрізі дюза формується суміш плазми і багатокомпонентної порошкової композиції.

Величина адгезії напилюваного матеріалу підвищена за рахунок максимальної швидкості напилюючих частинок, шляхом конструктивної зміни робочого каналу дюза плазмотрона. Розрахунки ґрунтувалися на законах тиску і швидкості вильоту газів. За результатами розрахунку побудована номограма, яка визначає залежність величини адгезії від діаметра дюза, швидкості плазмового струменя і напруги дуги (рис. 1).

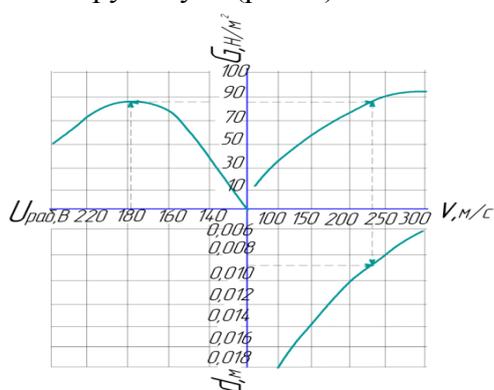


Рис. 1. Номограма визначення залежності величини адгезії від діаметра дюза, швидкості плазмового струменя і напруги дуги

Напилення шару металу, що компенсує зношування, вели з подаванням порошкової композиції фракцією 63-100 мкм в співвідношенні: нікелю Ni = 60-80%; хрому Cr = 17%; кремнію Si = 3%; Ті = 2%; В₂ = 3,5%; алюмінію Al = 5-6%; витрата транспортує газу -1,5 г / с, витрата плазмоутворюючого газу (повітря + C₃H₈) – 1 - 1,5 г / с; сила струму дуги-160-280А, напруга-160-180В; дистанція напилювання - 100-120 мм, поздовжня подача плазмового пальника – 3,5 - 3,8 мм / об; діаметр сопла пальника – 6 – 7 мм, кут напилення – 90 – 600; частота обертання виробу – 45 – 60 об / хв; витрата матеріалу покриття – 4 – 5 кг / год, товщина підшару – 0,1 – 0,2 мм (рис. 2).

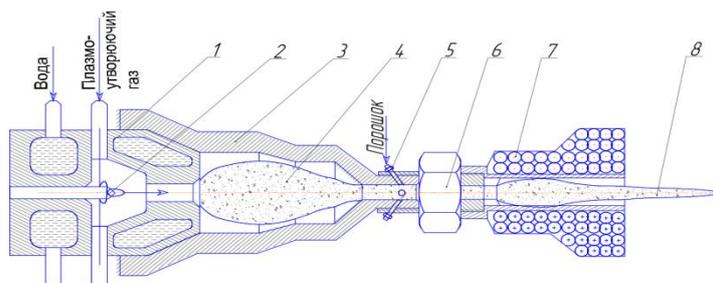


Рис. 2. Схема конструкції плазмотрона:

- 1 - сопло плазмотрона; 2 - катод; 3 - конусозвужувальна насадка; 4 - плазмовий струмінь;
- 5 - дозуючий штуцер; 6 - обойма дозатора; 7 - соленоїд, 8 - сфокусований плазмовий струмінь

Впровадження конструкції плазмотрона і порошкової композиції дозволяє значно збільшити швидкість плазмового струменя до 1800 м / с, швидкість часток порошку до 200-320 м / с, сфокусувати плазмовий струмінь до 30, знизити пористість до 3% і підвищити фізико-механічні властивості покриття. Режимми напылення, розроблені на основі математичної моделі, можуть бути рекомендовані для підвищення довговічності відновлюваних деталей.

Література:

1. В.В. Савинкин. Исследование влияния выбранного материала покрытия на физико-механические свойства детали, восстановленной плазменным напылением // Вестник Академии военных наук. - №3(28). - 2009 (спецвыпуск). - С. 345 - 351.
2. А.К. Томашец, В.В. Савинкин. Повышение качества плазменного напыления путем разработки конструкции плазмотрона // Вестник ОмГТУ: Омский научный вестник. - №2 (80). - 2009. - С. 110 - 113.
3. С.Н. Нураков, А.К. Томашец, В.В. Савинкин. Обоснование методики экспериментального определения износа сопряжений гидроцилиндров // Научный журнал министерства образования и науки Республики Казахстан «ПОИСК». - 2009. - №1. - С. 305 - 309.

УДК 621.57

**ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ УТИЛІЗАЦІЙНОЇ ВОДО-АМІАЧНОЇ
ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ПОКРАЩЕНО ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ
ПОКАЗНИКІВ ДВИГУНІВ КОМБАЙНІВ**

Скорбілін П.Г., студент, гр. М 3/3, Зарванський І.В., студент, гр. М 3/3, Шпорталюк І.Г., студент, гр. ЗМ 5

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник д.е.н., проф. Гавриш В.І.

Анотація

Розглянуто тепловий баланс двигунів внутрішнього згорання. Показано що з відпрацьованими газами втрачається приблизно 30% енергії палива. Доведено що теплову енергію відпрацьованих газів можна використати утилізаційну холодильною машиною для зменшення температури циклового повітря. Це призведе до поліпшення економічних та екологічних показників сільськогосподарської техніки.

Annotation

The heat balance of internal combustion engines has been considered. It is shown that the exhaust gases lost about 30% of energy consumption. It is proved that the heat of exhaust gases can be

used by a heat recovery to reduce the cyclic air temperature. This will improve economic and environmental performance of agricultural machinery.

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

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

Зазначене тепло відпрацьованих газів можна використовувати для покращення техніко-економічних показників техніки. В мобільних енергетичних засобах та зернозбиральних комбайнах зокрема можна використовувати енергію відпрацьованих газів для забезпечення роботи абсорбційної холодильної машини. Вона в свою чергу може охолоджувати циклове повітря двигуна.

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

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

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

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

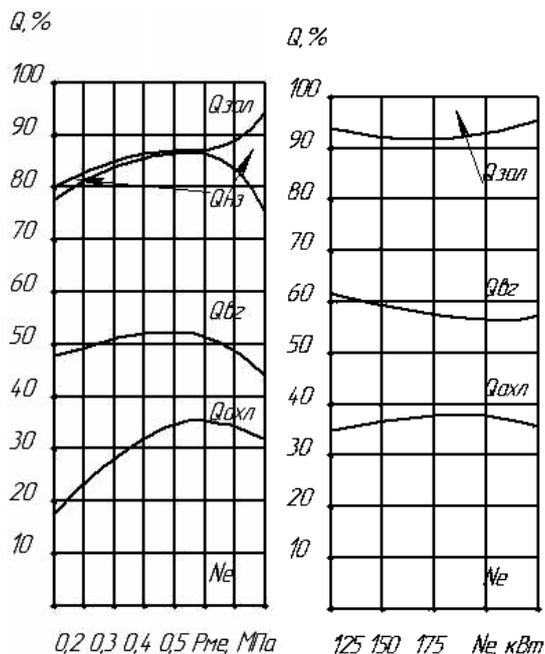


Рис. 1. Вплив швидкісного і навантажувального режимів роботи двигуна на складові енергетичного балансу: двигуна ЯМЗ – 238Н

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

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

Приведену потужність Ne_0 , кВт та відповідній їй питомої витрати палива $ge_{0,t}$ визначають за формулами:

$$Ne_0 = K \cdot Ne_t,$$

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

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

K - коефіцієнт приведення.

Коефіцієнт приведення визначається за наступною формулою:

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

де: fa - атмосферний коефіцієнт;

fm - коефіцієнт рівня форсування.

Для дизельних двигунів з наддувом та охолодженням впускного повітря:

$$fa = \left(\frac{99}{B_{окр}} \right)^{0.7} \times \left(\frac{T_{окр}}{298} \right)^{1.5},$$

де: $T_{окр}$ - абсолютна температура оточуючого повітря атмосферному тиску мінус порційний тиск водяної пари.

Результат розрахунків представлений на рис. 2.

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

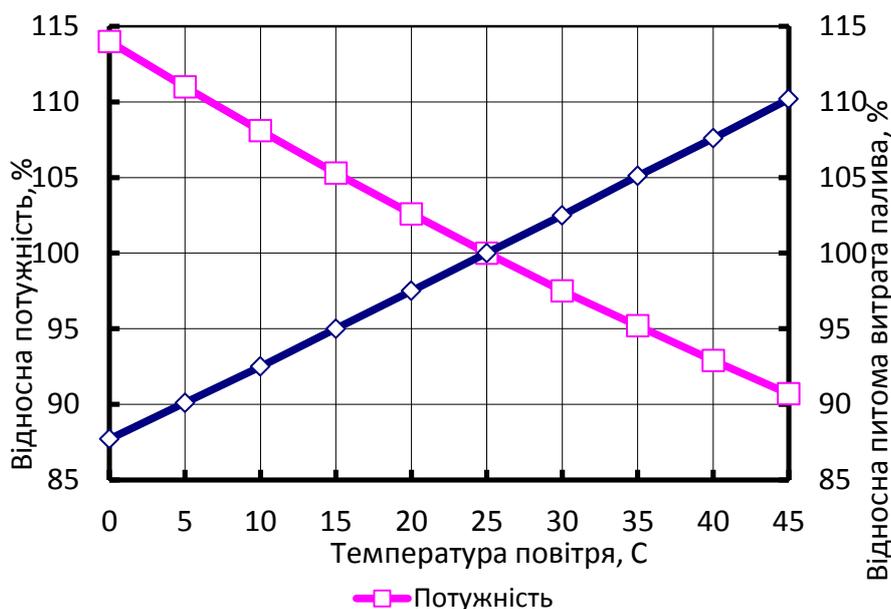


Рис. 2. Залежність відносної потужності та витрати палива від температури оточуючого повітря

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

Для забезпечення її роботи можна використовувати відпрацьовані гази.

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

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

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

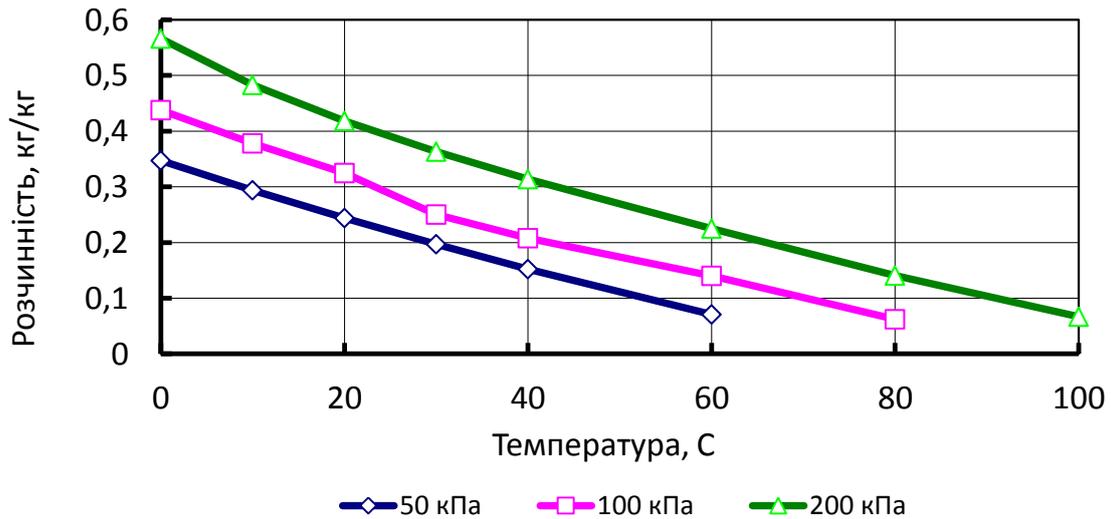


Рис. 3. Розчинність аміаку у воді

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

$$\psi = \frac{T_2 - T_y}{T_2 - T_a},$$

де: T_2 – температура відпрацьованих газів, К;

T_y – температура газів за утилізаційним котлом, К;

T_a – температура повітря оточуючого середовища, К.

Температура газів за утилізаційним котлом приймається рівною:

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

де: T_s – температура конденсації сірчаної кислоти, К; ΔT_p – запас температури, $\Delta T_p = 25\text{К}$;

Для дизельного палива $\Delta T_p = 396\text{ К}$.

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

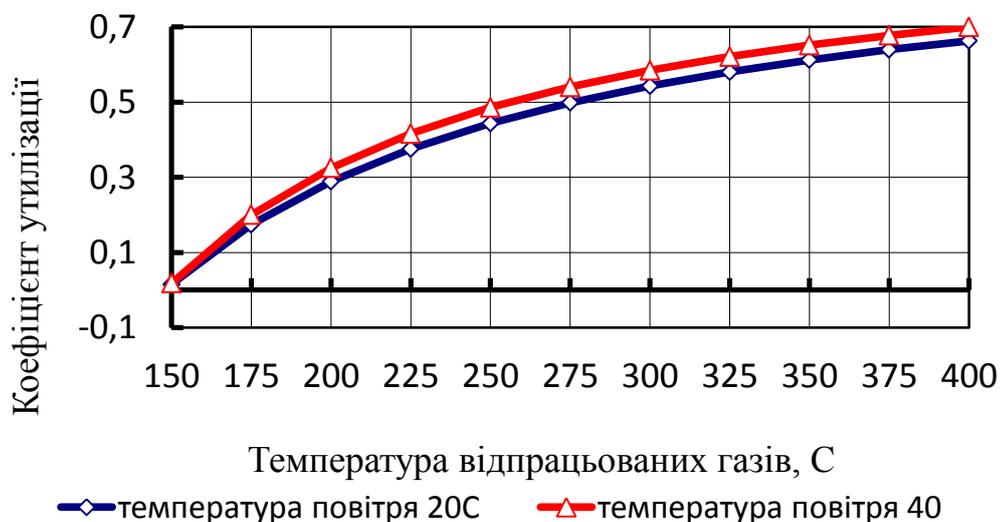


Рис. 4. Залежність коефіцієнта утилізації від температури відпрацьованих газів

Були проведені вимірювання температури відпрацьованих газів двигунів сільськогосподарської техніки.

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

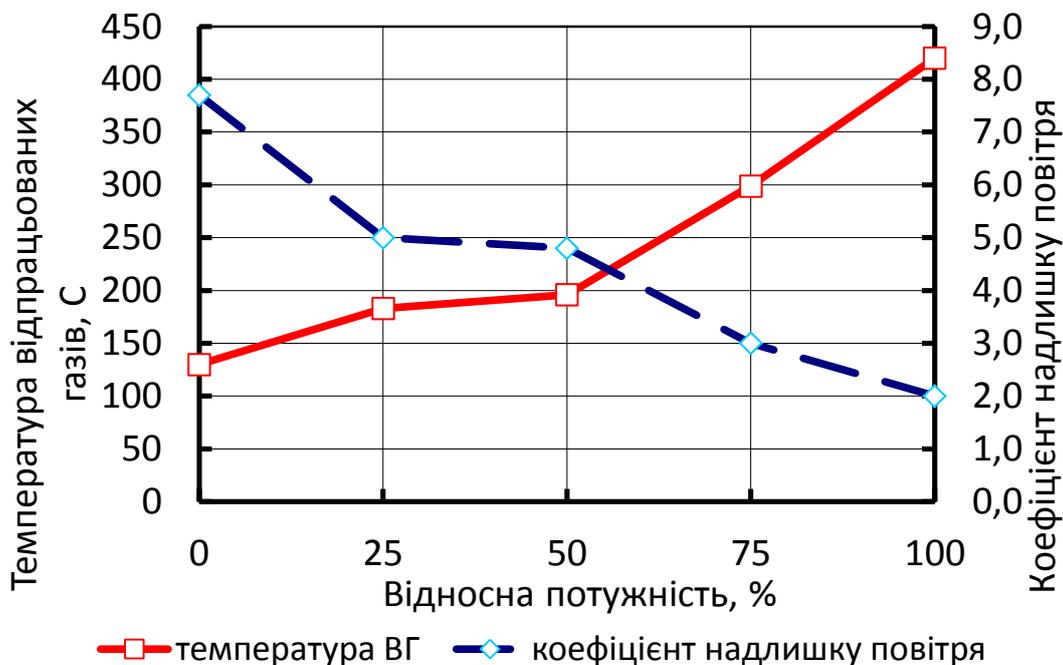


Рис. 5. Результати випробування дизеля ЯМЗ-238

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

Кожні 10°С зниження температури циклового повітря забезпечують 0,5% приросту ККД. Комплексна утилізація тепла АХМ забезпечує приріст ККД від 2 до 4%. Незважаючи на ефективність застосування АХМ для охолодження циклового повітря, зазначене обладнання має і недоліки. Воно має великі габарити та масу, що обумовлено наявністю десорбера, дефлегматора та абсорбера. З вищевикладеного можна зробити наступний висновок. Використання утилізаційної аміачної холодильної машини для охолодження повітря дизеля дозволяє підвищити ККД на величину до 4 %, залежно від навантаження.

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

Література:

1. Бурковский А.Н., Радионенко Г.Я., Парашенко Г.Д. Вопросы тепловых расчетов взрывозащитенных асинхронных двигателей в различных режимах работы.- Донецк: Сб.трудов "Взрывоза-щитенное электрооборудование", вып.12, 1964, с.96-105.

2. Берон А.И. и др. Определение нагрузки двигателей очистных комбайнов в связи с изменчивостью свойств угля в забое.-М.: Уголь, 1969, № 3, с.44-49.
3. Важнов А.И. Основы теории переходных процессов синхронной машины.- М.: Госэнергоиздат, 1960.- 312 е.
4. Василевский М.Н., Траубе Е.С., Хатулев Е.А. Деформация моментных характеристик асинхронных двигателей в условиях сети ограниченной мощности.- Донецк: Сб.тр.: "Взрывобезопасное электрооборудование", вып.1, 1964, с.3-6.
5. Вейц В.Л. Динамика машинных агрегатов.-Л.: Машиностроение,
6. Волощенко Н.Й., Неякин Д.В. Повшение эффективности систем электроснабжения угольных шахт,- М.: Горные машины и автоматика, 1976, 4, с.2-3.
7. Горев А.А. Основные уравнения неустановившегося режима синхронной машины.- Львов: Труды ЛИИ, 1936, 5, с.6-11.

УДК 621.787.4

ПОДБОР ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА ОБКАТЫВАНИЯ ВАЛОВ РОЛИКАМИ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ

Креминский С. С., студент гр. М 4/1

Николаевский национальный аграрный университет

Научные руководители д.т.н, проф. Бутаков Б.И., ассистент Артюх В.А., ассистент Баранова Е.В.

Анотация

Исследования распределения микротвёрдости по глубине показали, что после обкатывания вала роликом с помощью устройства со стабилизацией усилия обкатывания, создаётся достаточно однородный по структуре и свойствам поверхностный слой, который обеспечивает заданное качество материала в течение всего ресурса работы детали. После проведения испытаний на износ у вкладышей, работающих в паре с обкатанными образцами наблюдается большая износостойкость по сравнению со шлифованными.

Annotation

Researches of distribution of microhardness showed on a depth, that after the rolling-off of billow a roller by means of device with stabilizing of effort of rolling-off, the homogeneous enough is created on a structure and properties superficial layer which provides the set quality of material during all resource of work of detail. After testing on a wear at hobs working in a pair with rollings standards there is large wearproofness as compared to polished.

Для упрочнения поверхностного слоя металлических деталей ответственного назначения находит применение поверхностное пластическое деформирование (ППД) обкатыванием роликами или чеканкой бойками. Для улучшения внешнего товарного вида и повышения износостойкости поверхностного слоя применяется чистовое ППД, а с целью повышения износостойкости деталей – упрочняющая обработка.

Современная техника для упрочнения поверхностных слоев, которые в большинстве случаев определяют служебные характеристики деталей машин, включает целый ряд методов: химико-термическую обработку, закалку ТВЧ, лазерную обработку и т. д. Для массового производства широкое применение для упрочнения поверхностных слоев деталей машин нашло обкатывание роликом.

При осуществлении технологического процесса обкатывания наиболее широко применяются сферические или торообразные ролики и при больших углах вдавливания ролика в направлении его подачи на обкатанной поверхности детали появляется волнистость с шагом, отличным от величины подачи.

Основной причиной появления волнистости многие исследователи считают наличие торцевого биения ролика, приводящего к переменной подаче обкатывания. Для предотвращения появления волнистости при чистовом обкатывании рекомендуют принимать угол вдавливания, значением $2 - 3^{\circ}$ что, ограничивает шероховатость обкатанной поверхности величиной $40 < R_z < 80$ мкм, а для уменьшения волнистости – использовать ролики с точным рабочим профилем и чаще их перешлифовывать. При упрочняющем обкатывании тонкий поверхностный слой для исключения волнистости поверхности сошлифовывают или стачивают, это существенно уменьшает эффективность упрочнения.

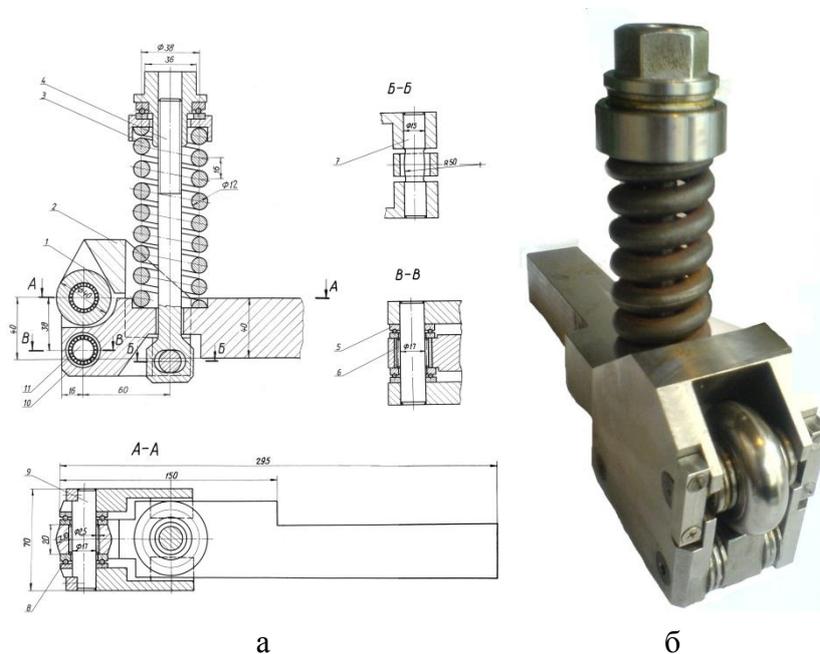


Рис. 1. Устройство для обкатывания деталей торообразным роликом со стабилизацией усилия обкатывания:

а - конструктивная схема; б - общий вид

С помощью универсального динамометра УДМ конструкции ВНИИ были измерены составляющие усилия P обкатывания торообразным роликом валов диаметром 100-200 мм из

стали 40 (200 НВ) на токарном станке с помощью устройства, показанного на рис. 1, а. Ролик 1 установлен через подшипники 8 на оси 9. Усилие пружины 3 через тягу 4, ось 7 и рычаг 2 передается на ролик 1 и прикладывается к детали. Рычаг 2 установлен на оси 11 с помощью игольчатого 6 и упорных 5 подшипников и легко поворачивается относительно корпуса 10. В устройстве вместо подшипников качения 5 и 6 могут быть установлены подшипники скольжения.

На рис. 2 показана осциллограмма составляющих усилия P , полученная при установке роликового узла на опорах скольжения, т.е. применительно к конструкции устройств, используемых на заводах для упрочняющего или чистового обкатывания стальных деталей.

Номинальное значение усилия поджима ролика к детали, $P_{ун} = 5$ кН, а соотношение: $P_{хн} : P_{ун} : P_{zn} = 0,15 : 5 : 1,5$. Сила P_x в процессе обкатывания остается практически постоянной, а силы P_y и P_z с каждым оборотом ролика периодически изменяются; амплитуда колебания силы P_y составляет $\Delta P_y = 0,45$, а сила P_z (в направлении подачи) изменяется менее заметно. При установке роликового узла на подшипниках качения, как показали измерения, $\Delta P_y < 0,03 P_{ун}$, а колебания сил P_x и P_y практически не обнаружены.

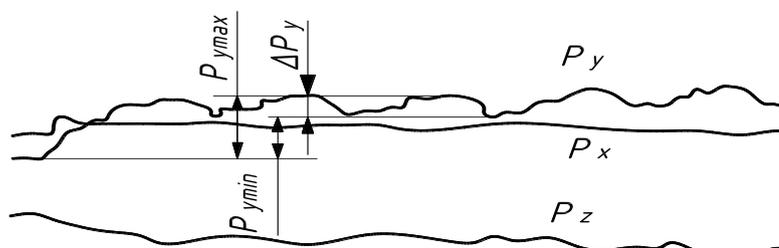


Рис. 2. Осциллограмма составляющих усилия P обкатывания:

P_x – касательное усилие качения ролика; P_y – нормальное усилие поджима ролика к детали;
 P_z – усилие подачи

Коэффициент трения в подшипниках скольжения составляет $f_c = 0,05 \div 0,1$, а в подшипниках качения $f_k = 0,003 \div 0,008$, поэтому стабилизация силы P при установке роликового узла на подшипниках качения достигается существенным уменьшением сил трения в опорах. Силы трения в опорах, складываясь с рабочим усилием пружинящего элемента обкатного устройства, влияют на величину усилия P обкатывания; при наличии же радиального биения ролика силы трения в процессе обкатывания становятся переменными по величине и направлению. Это позволило предположить, что основной причиной появления волнистости является наличие колебания усилия P обкатывания при каждом обороте ролика в результате его радиального биения.

Рассчитаем шаг волны S_w при некратных отношениях D_d/D_p , где D_d , D_p соответственно диаметры детали и ролика. Точками на развертке следа ролика при качении его по детали отмечены места максимального значения усилия P (рис. 3).

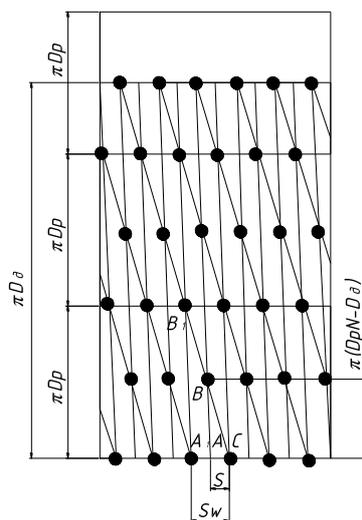


Рис. 3. Схема расчета шага S_w волны при обкатывании роликами

Точки, сдвигаясь по поверхности детали, образуют винтовые линии с шагом S_w , превосходящим величину S подачи ролика. Вдоль этих линий деформация металла поверхностного слоя детали получается большей, чем в промежутках между ними, чем и определяется появление волнистости. Из подобия треугольников ABC и A_1B_1C получим

$$S_w = D_p S / (D_p N - D_d), \quad (1)$$

где: $N = D_d / D_p + 1$ (здесь D_d / D_p - целая часть отношения). Данное выражение справедливо для случая, исключающего проскальзывание ролика по детали при их взаимном вращении, при наличии скольжения фактический шаг волны может значительно отличаться от расчетного. Разворотом оси ролика вокруг перпендикуляра к поверхности контакта в ту или другую сторону можно изменить степень проскальзывания ролика и тем самым повлиять на величину S_w .

Стабилизируя с помощью установки роликового узла на подшипниках качения усилие P , можно исключить появление волнистости при больших углах вдавливания, которые свойственны даже упрочняющему обкатыванию. При этом удается получить шероховатость поверхности $R_a = 0,08 - 0,32$ мкм при исходной $R_z = 80 - 160$ мкм, и кроме того, совместить чистовое и упрочняющее обкатывание.

С помощью изготовленного устройства произведено обкатывание вала из стали 40 диаметром 50 мм (рис. 4).

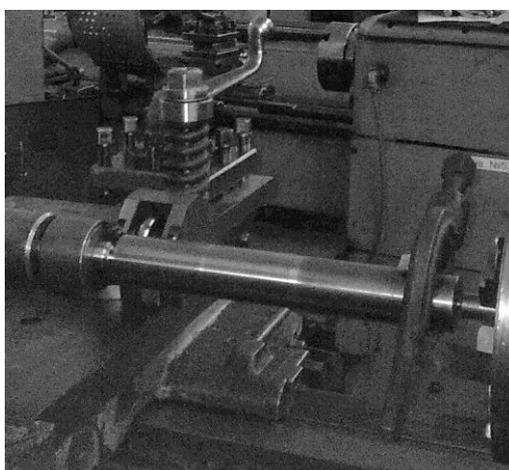


Рис. 4. Обкатывание вала роликом на токарно-винторезном станке 1К62

Вал был установлен в центрах и поводковый патрон, а устройство было зажато в резцедержатель станка.

Обкатывание производилось по двум режимам, чистовой - с усилием обкатывания 0,75 кН и упрочняющий - с усилием 3 кН. Усилие было подобрано по номограмме [3] и осуществлялось с помощью сжатия пружины устройства. Обкатывание выполнялось с частотой вращения детали 315 об/мин и подачей 0,07 мм/об. Перед обкатыванием вал смазывался индустриальным маслом И-20. После обкатывания вал был порезан на образцы шириной 11 мм. По периметру образец, перед тем как его полировать, заливался самотвердеющей пластмассой "ПРОТАКРИЛ-М", для того чтобы не завалить торцы при полировке (рис. 5).



Рис. 5. Образцы подготовленные для исследования микротвердости

Микроструктура обкатанного образца приведена на рис. 6. Перед измерением микротвердости сталь травилась 3% раствором азотной кислоты для выявления микроструктуры.

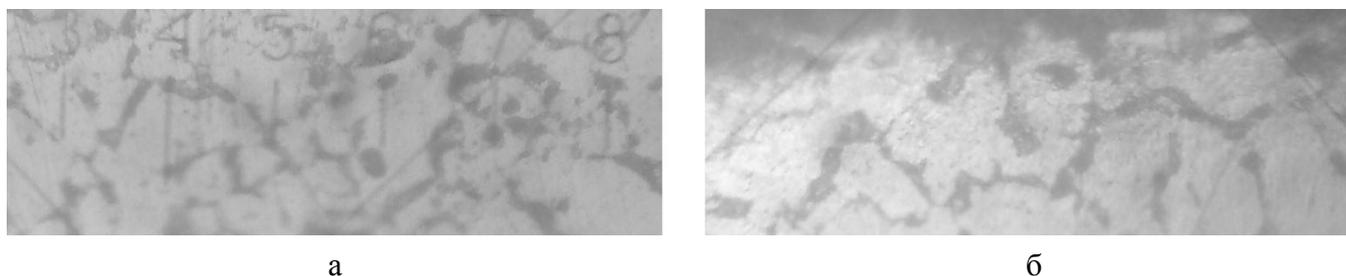


Рис. 6. Микроструктура поверхностного слоя вала из стали 40 ($\times 500$):
а – до обкатывания; б – после обкатывания с усилием 3 кН

После обкатывания вала из стали 40, как видно из рис. 6, наблюдается вытягивание ферритных и перлитных зерен в направлении подачи ролика.

Измерения микротвердости выполнялось на приборе ПМТ –3 по глубине через 0,2 мм. Изображение отпечатков микротвердости приведено на рис. 7. На экране монитора можно изображение увеличивать, изменять яркость и резкость. Это очень важно для материалов, имеющих очень неоднородную микроструктуру.

По результатам измерения микротвердости были построены графики изменения микротвердости по глубине рис. 8.

Глубина упрочненного слоя, обкатанного при усилнии 3 кН, составляет 2...2,6 мм, а вала, обкатанного при усилнии 0,75 кН, составляет 1...1,6 мм.



Рис. 7. Измерение отпечатков микротвердости на приборе ПМТ-3 ($\times 500$)

Глубина наклепа определяется по формуле Хейфеца:

$$t = \sqrt{\frac{P}{2\sigma_m}},$$

где: P – усилие обкатывания, σ_m – предел текучести стали.

Твердость на глубине достаточно резко начинает снижаться, что является свидетельством малой ширины переходной зоны.

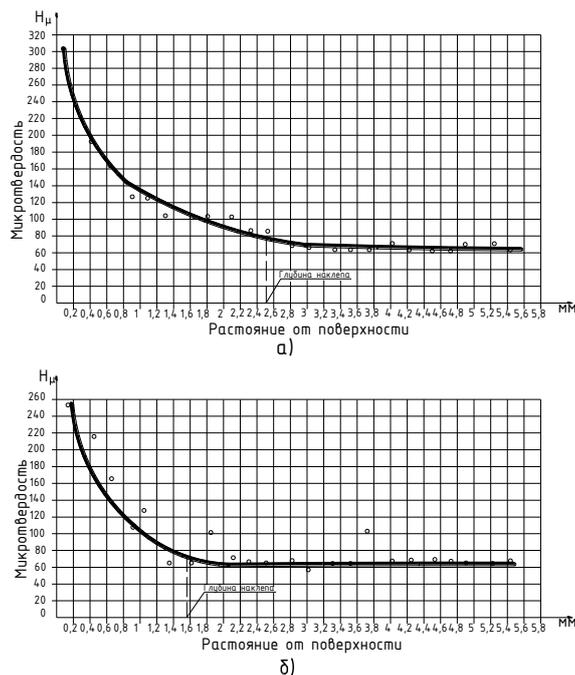


Рис. 8. Изменение микротвердости по глубине:

а – образец, обкатанный с упрочняющим режимом при усиллии 3 кН;

б – образец, обкатанный с чистовым режимом при усиллии 0,75 кН

После проведения исследований шероховатости поверхности были представлены профилограммы поверхности образцов, которые сняты после пути трения 20000 и 40000 м (рис. 9, 10, 11, 12).

Измерение шероховатости и снятие профилограмм поверхности производилось на профилографе-профилометре завода «Калибр».

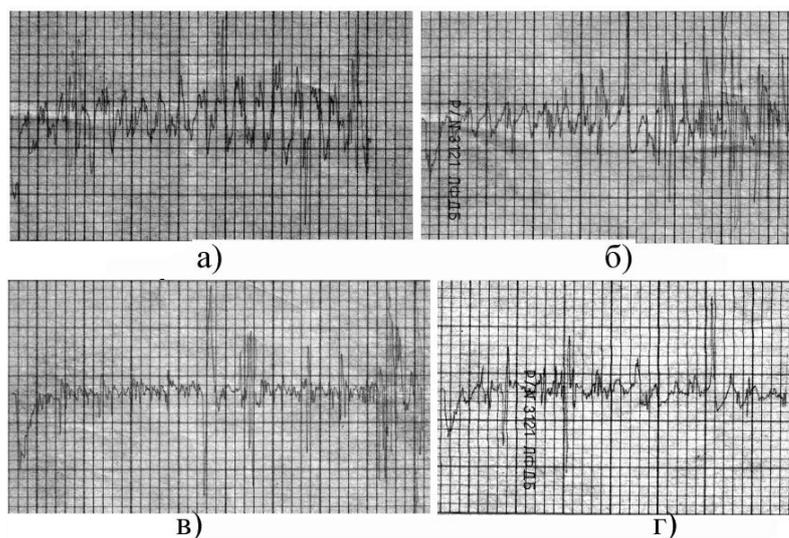


Рис. 9. Профилограммы поверхности стальных образцов, снятые после пути трения 20000 м (по вертикали $\times 1000$, по горизонтали $\times 10$):
 а – образец, обкатанный с усилием 3 кН после шлифовки; б – шлифованный образец;
 в – образец, обкатанный с усилием 0,75 кН после точения; г – образец, обкатанный с усилием 3 кН после точения

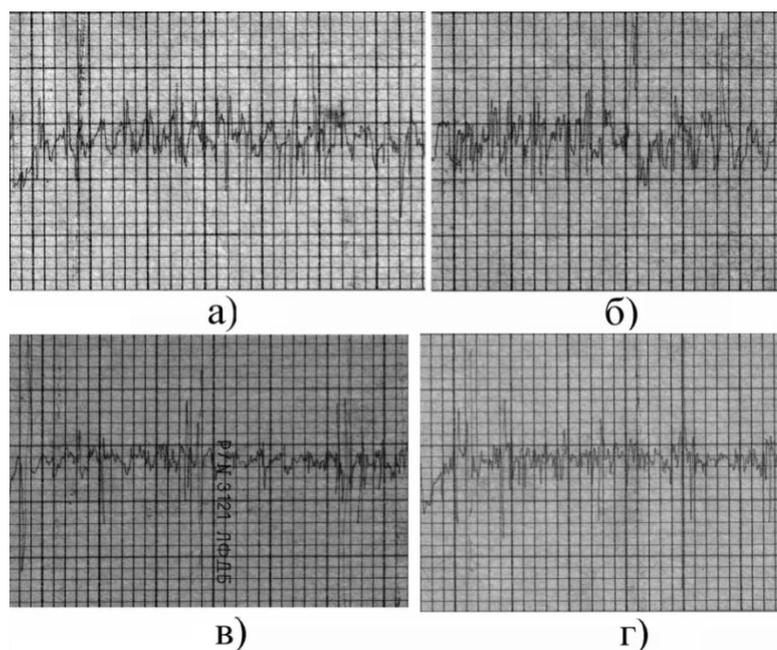


Рис. 10. Профилограммы поверхности стальных образцов, снятые после пути трения 40000 м (по вертикали $\times 1000$, по горизонтали $\times 10$):
 а – образец, обкатанный с усилием 3 кН после шлифовки; б – шлифованный образец;
 в – образец, обкатанный с усилием 0,75 кН после точения; г – образец, обкатанный с усилием 3 кН после точения

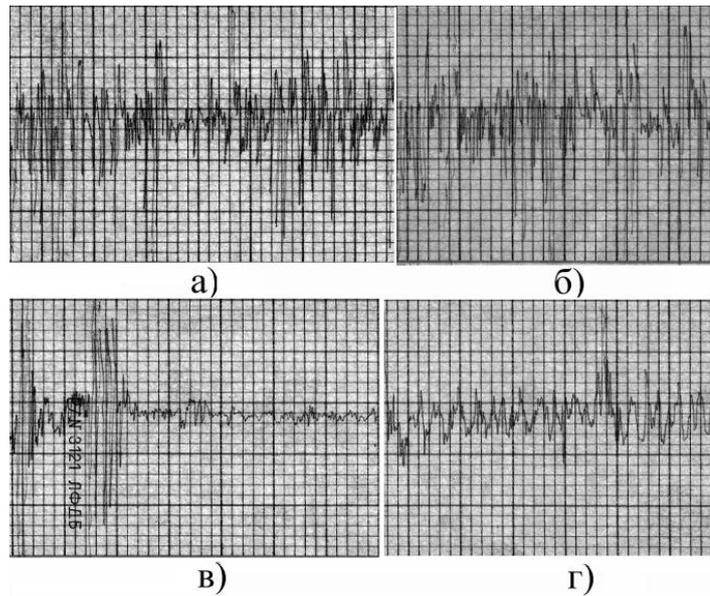


Рис. 11. Профилограммы поверхности бронзовых образцов образцов, снятые после пути трения 20000 м (по вертикали $\times 1000$, по горизонтали $\times 10$):
 а – образец, работающий в паре с валом, обкатанным с усилием 3 кН после шлифовки;
 б – образец, работающий в паре со шлифованным валом; в – образец, работающий в паре с валом, обкатанным с усилием 0,75 кН после точения; г – образец, работающий в паре с валом, обкатанным с усилием 3 кН после точения

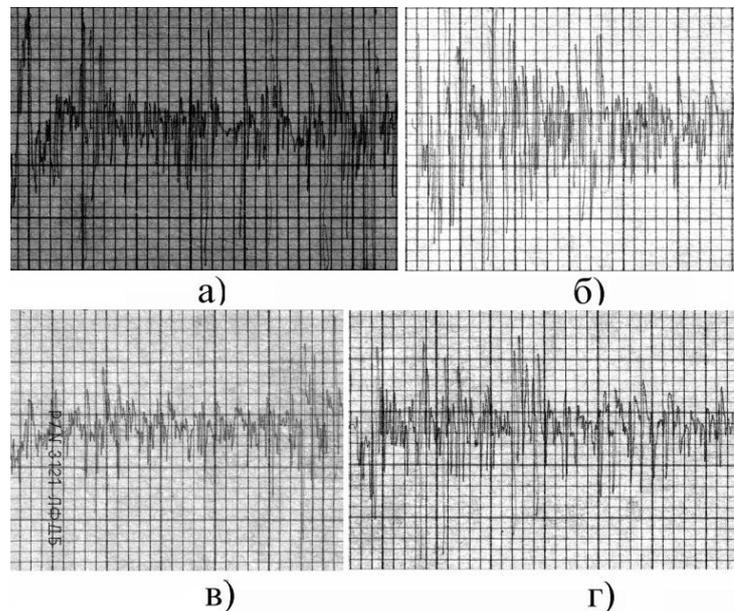


Рис. 12. Профилограммы поверхности бронзовых образцов образцов, снятые после пути трения 40000 м (по вертикали $\times 1000$, по горизонтали $\times 10$):
 а – образец, работающий в паре с валом, обкатанным с усилием 3 кН после шлифовки;
 б – образец, работающий в паре со шлифованным валом; в – образец, работающий в паре с валом, обкатанным с усилием 0,75 кН после точения; г – образец, работающий в паре с валом, обкатанным с усилием 3 кН после точения

Как видно из профилограмм, шероховатость поверхности обкатанного вала меньше, чем шероховатость шлифованной поверхности, это ускоряет приработку деталей.

Во всех случаях на поверхности вкладышей формируется новый рельеф. В табл. 1 представлены параметры шероховатостей стальных и бронзовых образцов, указанных выше на рисунках после пути трения 20000 и 40000 м.

Таблица 1

Параметры шероховатости поверхности экспериментальных образцов

Образец	R_a , мкм	n^*	H_{max}^* , мкм	H_{min} , мкм	t_p^* , %
1	2	3	4	5	6
Стальные образцы					
После пути трения 20000м					
Образец, обкатанный с усилием 3 кН после шлифовки	0,28 – 0,29	5-7	5,3	6,79	91,1
Шлифованный образец	0,44 – 0,45	6-8	7,4	8,1	55
Образец, обкатанный с усилием 0,75 кН после точения (чистовой режим)	0,16 – 0,20	3-4	4,8	3,2	95
Образец, обкатанный с усилием 3 кН после точения (упрочняющий режим)	0,18 – 0,25	5-6	4,7	2,5	97
После пути трения 40000м					
Образец, обкатанный с усилием 3 кН после шлифовки	0,20 – 0,21	5-7	5,3	1,9	94
Шлифованный образец	0,27 – 0,28	10 – 11	7,9	4,85	54
Образец, обкатанный с усилием 0,75 кН после точения (чистовой режим)	0,16 – 0,21	1 – 3	2,3	8,1	96
Образец, обкатанный с усилием 3 кН после точения (упрочняющий режим)	0,17 – 0,22	3 – 4	2,8	1,3	97,5
Бронзовые образцы					
После пути трения 20000м					
Вкладыш, работающий с образцом, обкатанным с усилием 3 кН после шлифовки	0,50 – 0,51	11 – 13	4,96	6,78	82
Вкладыш, работающий со шлифованным образцом	0,61 – 0,62	12 – 16	6,76	7,73	51
Вкладыш, работающий с образцом, обкатанным с усилием 0,75 кН после точения (чистовой режим)	0,39 – 0,51	9	4,81	2,46	95
Вкладыш, работающий с образцом, обкатанным с усилием 3 кН после	0,35 – 0,36	9	4,85	2,10	95

точения (упрочняющий режим)					
После пути трения 40000м					
Вкладыш, работающий с образцом, обкатанным с усилием 3 кН после шлифовки	0,30 – 0,31	8	5,48	1,64	82
Вкладыш, работающий со шлифованным образцом	0,58 – 0,60	11	6,85	4,65	51,6
Вкладыш, работающий с образцом, обкатанным с усилием 0,75 кН после точения (чистовой режим)	0,18 – 0,19	9	1,14	7,62	95
Вкладыш работающий с образцом обкатанным с усилием 3 кН после точения (упрочняющий режим)	0,26 – 0,27	9	1,04	0,88	95,4

Как видно из таблицы 1 у обкатанных образцов возрастает опорная поверхность t_p за счет снижения шероховатости поверхности, которая в процессе приработки с бронзовым вкладышем формируется в виде нового рельефа.

Для испытания на износ образцов на машине трения СМЦ – 2 применялся образец 1 из стали 40 диаметром 50 мм в паре с образцом 2 из оловянистой бронзы Бр. ОЦС 8-21 (рис.13).

Стальные образцы были обработаны по четырем вариантам: шлифованные (шероховатость поверхности $R_a = 0,25$ мкм); обкатанные роликом с чистовым режимом при усилии $P = 0,75$ кН после точения, (шероховатость поверхности $R_a = 0,15$ мкм); обкатанные роликом с упрочняющим режимом при $P = 3$ кН после шлифовки (шероховатость поверхности $R_a = 0,12$ мкм) и обкатанные роликом с упрочняющим режимом при $P = 3$ кН после точения (шероховатость поверхности $R_a = 0,17$ мкм). Поверхность вкладышей (втулок) после растачивания имела шероховатость $R_a = 0,36$ мкм.

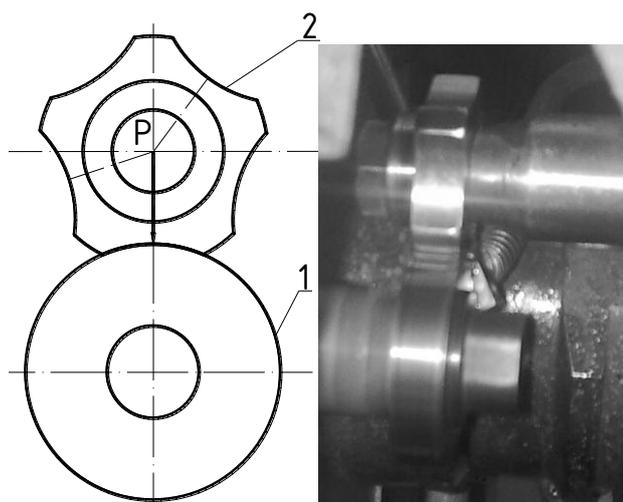


Рис. 13. Схема нагружения экспериментальных образцов:
1 – Образец из стали 40; 2 – образец из оловянистой бронзы Бр. ОЦС 8-21

Испытания пары трения выполнялись при номинальной удельной нагрузке 5 МПа и окружной скоростью 79 м/мин; образцы обильно смазывались моторным маслом фирмы “Castrol Magnatec” 10W – 40.

На рис. 14 и 15 приведены графики зависимостей износа бронзовых и стальных образцов от пути трения. При проведении испытаний образцы взвешивались через каждые 1000 м пути трения на аналитических весах ВЛР – 200, испытания проводились на основании 16 пар образцов, а в дальнейшем – четырех пар для каждого варианта обработки.

Как видно из графиков в момент интенсивной притирки $L = 20000$ м наблюдается значительное повышение износа вкладыша работающего в паре со шлифованным валом, приводящее к значительному повышению температуры экспериментальных образцов по сравнению с вкладышами, работающими с валом, обкатанным при усилии 0,75 и 3 кН после точения и шлифовки. Коэффициент трения f в начале испытаний составлял для шлифованных образцов 0,127, а для образцов, обкатанных при $P = 0,75$ кН и $P = 3$ кН после точения и шлифовки, соответственно 0,047 и 0,12. В дальнейшем, коэффициент трения достиг минимума ($f = 0,016$) для образцов, обкатанных при $P = 3$ кН после точения.

Как видно на рис. 14, 15, приработка бронзовых вкладышей в паре с обкатанными стальными образцами происходит в несколько раз быстрее, чем шлифованных; при этом износ шлифованных образцов за значительный период работы в 3 – 3,5 раза больше, чем обкатанных.

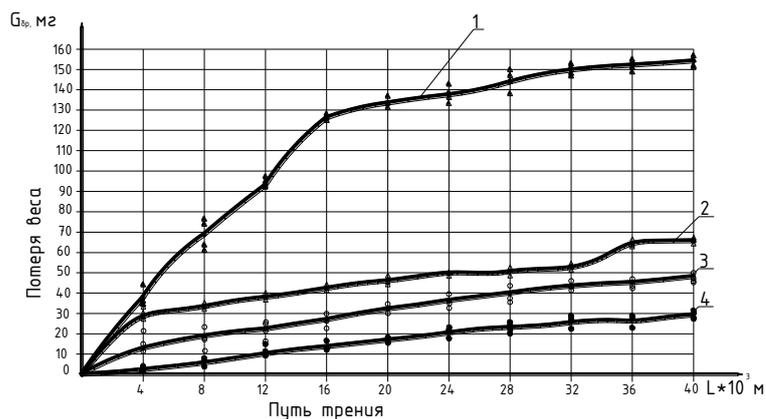


Рис. 14. График износа бронзовых вкладышей:

- 1-Бронзовый вкладыш в паре со шлифованным валом;
- 2-Бронзовый вкладыш в паре с валом, обкатанным при усилии 0,75 кН после точения;
- 3-Бронзовый вкладыш в паре с валом, обкатанным при усилии 3 кН после шлифовки;
- 4-Бронзовый вкладыш в паре с валом, обкатанным при усилии 3 кН после точения

Минимальный износ имели образцы, обкатанные роликом при $P = 3$ кН после точения; это обусловлено не только упрочняющим эффектом и увеличением твердости, но и обеспечением оптимальной шероховатости при данном методе обработки. Опорная площадь поверхности обкатанных образцов в верхних слоях в 1,5 – 2, а в нижних слоях – в 1,1 – 1,2 раза больше, чем шлифованных, высота неровностей обкатанной поверхности уменьшилась в 1,5 – 1,8 раза, а шлифованной – в 1,2 раза. На обкатанных поверхностях возникающая при их износе шероховатость образуется в основном за счет сглаживания вершин выступов без существенного изменения шероховатости в нижних ее сечениях. Благодаря этому различие в величине опорной

площади между шлифованной и обкатанной поверхностями в процессе их изнашивания возрастает еще больше.

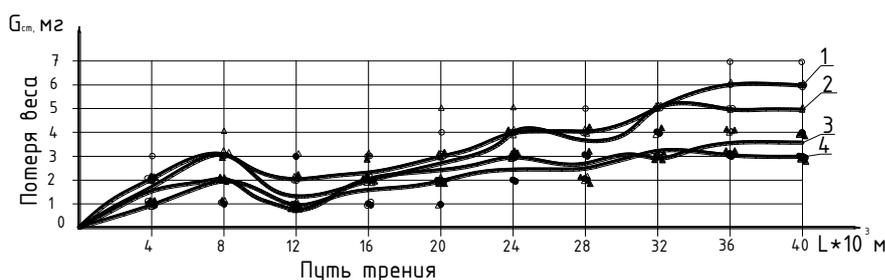


Рис. 15. График износа образцов из стали 40:

- 1-Стальной шлифованный образец;
- 2-Образец, обкатанный при усилии 0,75 кН после точения;
- 3- Образец, обкатанный при усилии 3 кН после шлифовки;
- 4- Образец, обкатанный при усилии 3 кН после точения

Способ обкатывание деталей роликами со стабилизацией усилия обкатывание позволяет получать упрочненный слой различной толщины с достаточно высокой и однородной твердостью, а также повышенной износостойкостью.

Литература:

1. Браславский В.М. Технология обкатки крупных деталей роликами. / Браславский В.М. 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1975. – 160 с.
2. Бутаков Б.И. Усовершенствование процесса чистового обкатывания деталей роликами / Б.И.Бутаков. Вестник машиностроения. - 1984. - № 7. - С. 50 – 53.
3. Бабей Ю.И. Поверхностное упрочнение металлов. / Ю.И. Бабей, Б.И. Бутаков, В.Г. Сысоев – К.: Наукова думка, 1995. – 255 с.

УДК 631.355.3

**ДОСЛІДЖЕННЯ НОВОГО СПОСОБУ ВІДОКРЕМЛЕННЯ
КАЧАНІВ КУКУРУДЗИ ВІД СТЕБЕЛ**

Решотка К.О., студентка гр. М 4/2

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник ас. Завірюха М.В.

Анотація

В даній статті обґрунтовано роботу нового способу відокремлення качанів кукурудзи, шляхом проведення експериментальних досліджень процесу відокремлення качанів за рахунок удару на пластинах, які мають підвищені демпфуючі показники.

Annotation

In this article the work of strypper apparatus for separating heads from composite materials with high damping properties, through experimental studies cobs separation process by blow.

Найвна в Україні кукурудзозбиральна техніка технічно та технологічно застаріла – в основному використовуються технології і засоби механізації ще радянського виробництва або закордонних фірм. Це пояснюється відсутністю нових конструкційних рішень, які можуть бути впроваджені у виробництво перспективної техніки.

За останні два десятиріччя частка кукурудзи в структурі посівних площ України збільшилася майже вдвічі. Це сприяло значному збільшенню її ціни та рівня рентабельності вирощування. Площа збирання під кукурудзою у 2014 році склала 4893 тис. га, або на 13 % більше від площ 2011 року. В результаті збільшення урожайності з 47,9 до 64,1 ц/га, валовий збір кукурудзи у 2014 році збільшився на 32% і склав 30950 тис. т. Урожайність кукурудзи за останні два десятиріччя збільшилась майже в двічі - до 64,3 ц/га. Але провідні світові виробники кукурудзи, такі як США, Китай та Бразилія довели її середню врожайність до 90...100 ц/га. Кліматичні умови та ґрунти України достатньою мірою відповідають біологічним потребам кукурудзи, тому, за умов застосування сучасних технологій виробництва та впровадження високопродуктивних гібридів, середня урожайність зерна, на думку автора, може сягати 100...140 ц/га, що робить цю культуру провідною за рентабельністю в Україні.

Створення нового качановідокремлювального апарату, який матиме підвищені показники якості збирання, продуктивності, зменшенні пошкодження качанів та зерна кукурудзи є актуальною задачею механізації збирання кукурудзи.

Найбільш відомим є спосіб відокремлення качанів від стебла кукурудзи, який включає операцію захоплення стебел лапкою подавальних ланцюгів, введення їх в зазор між протягувальними вальцями і пластинами, протягування стебел з качаном вальцями вниз, розрив плодоніжки при контакті з качановідокремлювальними пластинами (стриперними) і подальшого транспортування качана лапками подавальних ланцюгів у загальний шнек качанів.

Основним недоліком даного способу є обмеження поступальної швидкості комбайна, яке пов'язано зі збільшенням вилущування зерна із качана при збільшенні ударного імпульсу, яке викликано збільшенням обертання протягувальних вальців. При цьому значно збільшуються втрати вільними качанами, при незначному підвищенні швидкості руху комбайна.

Поставлено задачу створити спосіб відокремлення качанів кукурудзи від стебел, який дозволив би зменшити ударні навантаження при відокремленні качанів, втрати вільними качанами, їх травмування та вилучення зерна, а також підвищити пропускну здатність качановідокремлювального апарату.

Поставлена задача вирішується в способі відокремлення качанів кукурудзи від стебел, що містить операції захоплення стебел лапками в подавальних ланцюгів, введення їх в зазор між протягувальними вальцями і стриперними пластинами, протягування стебла з качаном вальцями вниз, розрив плодоніжки при ударному контакті зі стриперними пластинами і подальшого транспортування качанів лапками подавальних ланцюгів у шнек качанів, шляхом виконання

стриперних пластин із полімерного композиційного матеріалу, який має підвищену демпфуючу властивість.

Запропонований спосіб відокремлення качанів кукурудзи дозволить зменшити ударні навантаження при відокремленні качанів, втрати вільними качанами, їх травмування та вилучення зерна, а також підвищити пропускну здатність качановідокремлювального апарату, за рахунок зменшення ударного імпульсу качанів при взаємодії з відокремлювальними органами жатки.

Виконання стріперних (качановідокремлювальних) пластин з полімерних композиційних матеріалів дозволяє використовувати їх міцність, низьку вагу і демпфуючу властивість, тобто поглинати і розсіювати енергію удару на незворотні процеси в середині матеріалу пластин при їх циклічному деформуванні. При циклічному деформуванні пластин з полімерних композиційних матеріалів спостерігається не співпадання залежності між напругами σ і деформаціями ϵ при навантаженні і розвантаженні, що свідчить про не пружний характер деформування пластин, тобто механічного гістерезису.

Це призводить до підвищення продуктивності збиральних агрегатів за рахунок зниження ударного імпульсу качана при взаємодії з відокремлювальними органами жатки і підвищення пропускну здатності качановідокремлювального апарату забезпечує можливість збільшення робочої швидкості збирального агрегату з 3...9 км/год до 6...15 км/год.

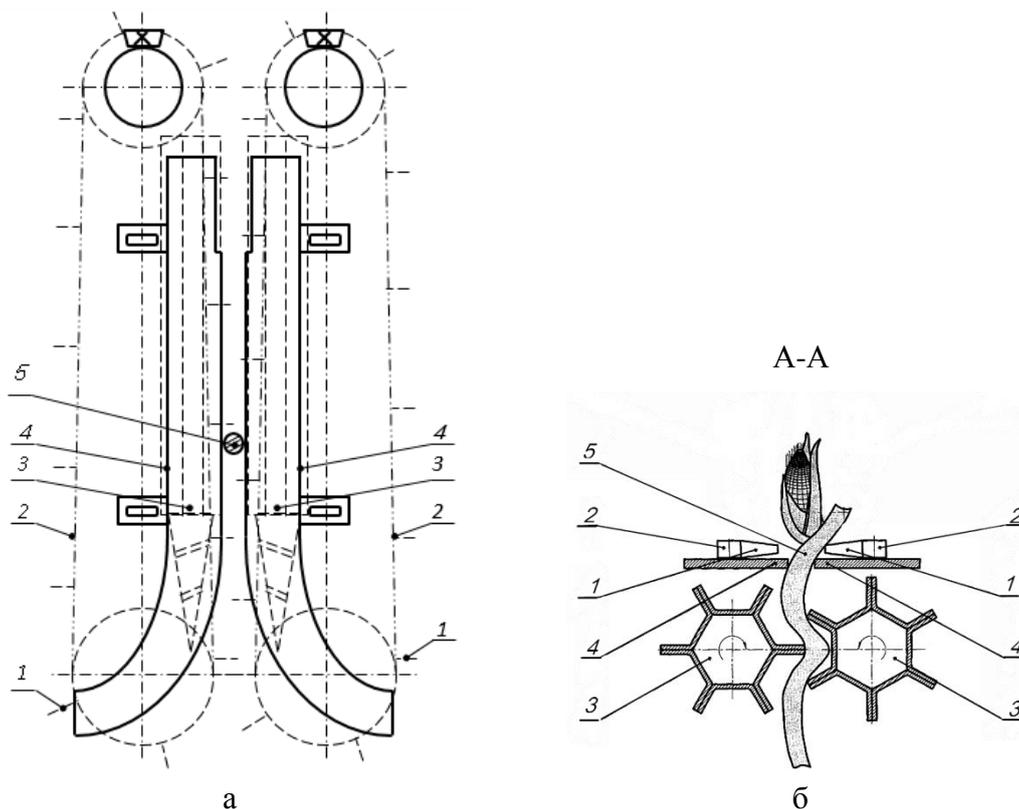


Рис. 1. Качановідокремлювальний апарат, в якому реалізується заявлений спосіб:

а - вид зверху; б - переріз по А-А

Новий спосіб відокремлення качанів від стебла кукурудзи, який включає операцію захоплення стебел лапкою 1 подавальних ланцюгів 2, введення їх в зазор між протягувальними вальцями 3 і стріперними пластинами 4, протягування стебла 5 з качаном вальцями 3 вниз,

розрив плодоніжки при контакті з стріперними пластинами 4 і подальшого транспортування качана лапками 1 подавальних ланцюгів 2 у загальний шнек качанів, заключається в тому, що стріперні пластини 4 виготовлені із полімерних композиційних матеріалів, які мають підвищену демпфуючу властивість.

Перевірити ефективність запропонованого способу можливо за допомогою використання спеціально розробленого лабораторно-дослідного приладу – ударного маятника, для визначення травмованості при ударі об стріперні пластини в процесі відокремлення, представлений на рис. 2. Прилад складається зі станини 7 на якій змонтована стійка 3 та вісь маятника 2. На кінці маятника передбачений механізм кріплення качана таким чином, щоб качан мав жорстке кріплення і доторкався до змінних ударних пластин 4 у стані спокою, коли маятник займає чітке вертикальне положення. При відхиленні маятника 2 фіксується кут його підйому на транспортирі 1.

На розробленому лабораторно-дослідному приладі визначались значення коефіцієнтів відновлення при ударі качанів об стріперні пластини $k_{кач}$ та енергію залишкових деформацій $W_{кач}^{ост.диф}$, при якому починається виділення зерен з качану (процес травмування).

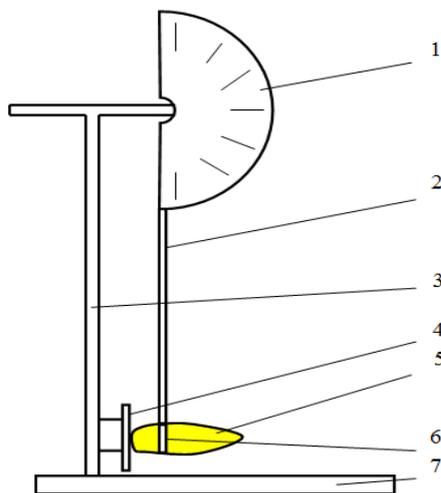


Рис. 2. Схема лабораторно-дослідного пристрою (ударного маятника)

Згідно теорії удару приймемо, що лінія удару проходить через центр маси качана і удар являється центральним. Зобразимо схематично удар нерухомої пластини і качана кукурудзи у вигляді кульки, яка підвішена на нитці та нерухомим масивним тілом у вигляді куба (рис. 3).

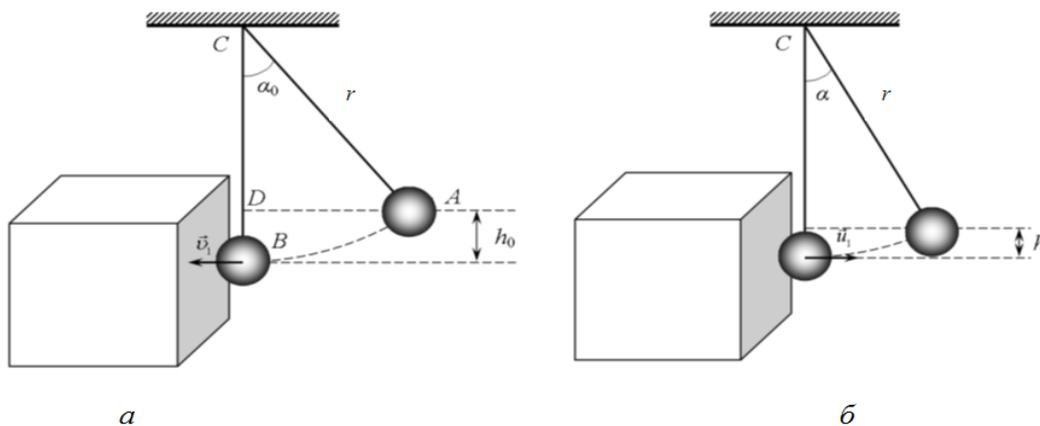


Рис. 3. Траекторія руху кульки відповідно до (а) та після удару (б)

При ударі качана об стріперні пластини механічна енергія до кінця удару відновлюється лише частково внаслідок втрат на утворення залишкових деформацій (видавлювання зерна – руйнування зв'язку між клинами зерен). Для врахування цих втрат введемо коефіцієнт відновлення k , який вважається залежним лише від фізичних властивостей матеріалів тіл і в нашому випадку визначається наступним чином:

$$k = \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{\sin \frac{\alpha_0}{2}}, \quad (1)$$

де: α_0 - початковий кут відхилення маятника; α - кут відхилення маятника після удару.

Після удару кут відхилення кульки зменшиться $\alpha < \alpha_0$, внаслідок того, що частина енергії перетворилась в енергію залишкових деформацій.

Також використовуючи закон збереження енергії для даного випадку величина залишкових деформацій буде визначатись наступною розрахунковою залежністю:

$$W_{\text{кач}}^{\text{зал.диф}} = 2 \cdot G \cdot r \cdot \sin^2 \frac{\alpha_0}{2} \cdot (1 - k^2) \quad (2)$$

Представимо значення енергії залишкових деформацій у наступному вигляді:

$$W_{\text{кач}}^{\text{зал.диф}} = \frac{p \cdot v_{\text{руїн}}}{2}, \quad (3)$$

де: p - імпульс сили;

$$p = m \cdot v_{\text{руїн}} = F_{\text{зовн}} \cdot \Delta t, \quad (4)$$

тут: Δt - час удару.

Знаючи значення енергії залишкових деформацій є можливість визначити граничне значення зовнішньої сили $F_{\text{зовн}}$ використовуючи формули (1-4), коли починається відокремлення зерен:

$$F_{\text{зовн}} = \frac{2 \cdot G \cdot r \cdot \sin^2 \frac{\alpha_0}{2} \cdot (1 - k^2)}{v_{\text{руїн}} \cdot \Delta t}. \quad (5)$$

Швидкість кінця маятника в період початку руйнування зразка визначається (початок удару) визначається з наступної залежності:

$$v_{\text{руїн}} = 2\sqrt{g \cdot r \cdot \sin^2 \frac{\beta_0}{2}}. \quad (6)$$

Загальний вигляд лабораторно-дослідного приладу, для визначення травмованості при ударі об стріперні пластини в процесі відокремлення, представлений на рис. 4.

На розробленому лабораторно-дослідному приладі визначались значення граничного значення зовнішньої сили $F_{\text{зовн}}^{\text{max}}$ (коли починається виділення сусідніх зерен), при якому травмованість качанів кукурудзи різних груп стиглості залишалася б в межах агротехнічних вимог. Узагальнені статистичні показники експериментальних даних зведені в табл. 1.

Граничне значення зовнішньої сили $F_{зовн}^{max}$, (Н)

Гібрид	Вид матеріалу стриперних пластин					
	сталь		дерево		композитний матеріал	
	сер.	σ	сер.	σ	сер.	σ
Почаївський 190 МВ	37	2,46	53	1,98	72	1,62
Бестселер 287 СВ	39	2,29	54	2,07	70	1,97
Гіаліт 391 МВ	34	2,51	51	2,21	69	1,31
Соколов 407 МВ	33	1,71	47	1,77	65	2,20

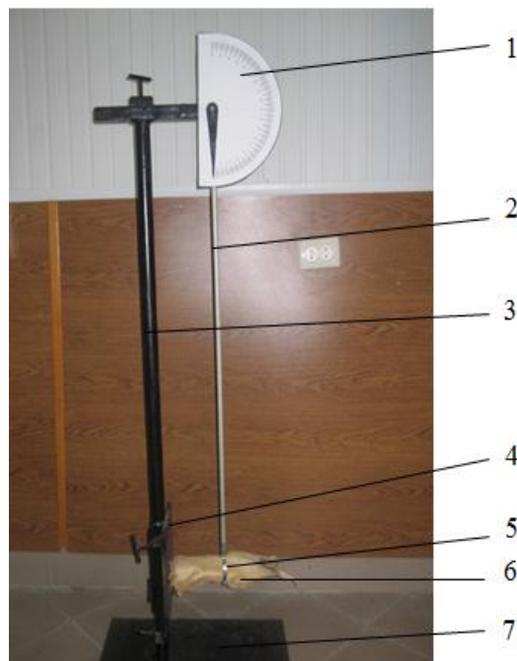


Рис. 4. Лабораторно-дослідний пристрій (ударний маятник):

1 – транспортер; 2 – маятник; 3 – стійка; 4 – ударна пластина; 5 – механізм кріплення качана; 6 – качан кукурудзи; 7 – станина

Приведені значення граничного середні значення зовнішньої сили $F_{зовн}^{max}$, коли починається травмування качанів (виділення сусідніх зерен) при ударі мають досить широкий діапазон - в межах 33...72 Н. Це можливо пояснити достатньою анізотропністю в будові всього качана (зерні, стрижні, обгортці), але крім природніх факторів, які впливають на граничне значення зовнішньої сили при ударі - вологість качанів та кількість листів обгортки, є ще параметр, який можна корегувати конструктивно - матеріал стриперних пластин.

Проводилось визначення значення коефіцієнта відновлення $k_{кач}$ для качанів кукурудзи різних груп стиглості при ударі об різні матеріали триперних пластин за формулою (1) і вище прийнятою методикою вибіркового дослідження. Узагальнені статистичні показники експериментальних даних зведені в табл. 2.

Коефіцієнт відновлення качанів кукурудзи $k_{кач}$

Гібрид	Вид матеріалу стріперних пластин					
	сталь		дерево		композитний матеріал	
	сер.	σ	сер.	σ	сер.	σ
Почаївський 190 МВ	0,116	0,020	0,113	0,021	0,018	0,010
Бестселер 287 СВ	0,125	0,018	0,118	0,014	0,025	0,015
Гіаліт 391 МВ	0,117	0,016	0,101	0,019	0,023	0,011
Соколов 407 МВ	0,119	0,022	0,083	0,016	0,031	0,012

Приведені значення коефіцієнтів відновлення качанів кукурудзи при ударі мають досить широкий діапазон - в межах 0,018...0,125. В результаті проведених досліджень можна зробити висновок про зниження стійкості качанів до ударних навантажень при використанні металевих і дерев'яних стріперних пластин, в порівнянні з стріперними пластинами, які виконані з композитних матеріалів.

Узагальнюючи проведені експериментальні дослідження є можливим рекомендувати граничну швидкість протягування для сталевих стріперних пластин не вище 5 м/с, що регламентовано суттєвим зниженням якості зібраного врожаю, а при використанні стріперних пластин з композиційного матеріалу, які мають підвищену демпфуючу властивість гранична швидкість протягування збільшується до 9...11 м/с.

Література:

1. Демешкин А.Г. Демпфирующие характеристики композиционных конструкционных материалов / Демешкин А.Г., Козеко М.Е., Корнев В.М., Кургузов В.Д. // Прикладная механика и техническая физика. – Новосибирск, 2001. Т.42, №1. - С. 190-195.
2. Мельников СВ. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / СВ. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рощин.-Л.: Колос, 1980.-168 с.
3. Патент України на корисну модель №102900, МПК А01D45/02, Спосіб відокремлення качанів кукурудзи від стебел / М.В. Завірюха, О.В. Бондаренко, К.О. Решотка // u201504921 заявл. 20.05.2015. Опубліковано 25.11.2015 Бюл. № 24.
4. Статистичний щорічник України за 2014 рік. Державний комітет статистики України / За ред. О.Г. Осауленка. — К.: «Консультант», 2015. — 534 с.
5. Халанський В.М., Горбачев И.В. Сельскохозяйственные машины. — М.: Колос, 2004 р. — С. 404-413.

ГІБРИДНІ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ЖИЛИХ ПРИМІЩЕНЬ

Юрескул Р.В, студент гр. М 4/2

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник ас. Завірюха М.В.

Анотація

В роботі здійснено доопрацювання існуючої системи теплопостачання з урахуванням сучасних вимог з енергозбереження та енергоефективності, встановивши систему геліоустановок для одержання теплої води в період неопалювального сезону, а також використовуючи дану систему в опалювальний період для підігріву води, яка призначена для підживлення системи опалення.

Annotation

In the article the revision of the existing heating system with the current requirements of energy saving and energy efficiency by installing a system of solar power plants to produce hot water during the season, unheated and using this system during the heating season to heat water, which is designed to fuel the heating system.

Проблеми пов'язані із стрімким дорожчанням паливно-енергетичних ресурсів зумовлює пошук альтернативних джерел енергії для забезпечення якісного теплопостачання. В якості такого джерела розглянемо Сонячну енергію. Зважаючи на значну нерівномірність інтенсивності сонячного випромінювання в нашому регіоні протягом року, для якісного і безперебійного теплопостачання у комплексі із геліоколекторами потрібно залучати інше джерело енергії. Тому питання дослідження гібридного використання сонячної енергії та енергії викопного палива для потреб теплопостачання є актуальним.

Використання енергії сонця для підігріву води - це один з прадавніх прикладів досвіду використання альтернативних джерел. Вчені та дослідники пройшли довгий шлях невдач та досягнень, перш ніж отримали сучасні системи водопідігріву. Сонячні колектори пережили багато конструктивних змін та варіантів. Сучасні сонячні колектори перетворюють енергію сонячного проміння в тепло, що нагріває воду в баку-накопичувачі.

Сонячні колектори призначені для перетворення сонячної енергії у теплову для підігріву води на побутові потреби та підтримки системи опалення (рис. 1). Завдяки конструктивним удосконаленням та високому коефіцієнту абсорбції (95%) сонячні колектори ефективно працюють майже 9 місяців на рік. Скло колекторів ударостійке, та гарантує механічну стійкість до атмосферних опадів (граду), чи попадання твердих предметів. Використання незамерзаючої рідини (розчину гліколю) забезпечує роботу колекторів за низьких температур повітря - до -30

°С. Максимальна робоча температура системи може бути керована завдяки фізичним властивостям рідини у тепловій трубці та спеціальній конструкції накопичувача. Відтак, зникає потреба у складних системах контролю і забезпечується проста та безпечна експлуатація.

Дослідження плануються проводити на базі Миколаївського НАУ – гуртожиток №3 (готель «Агроосвіта»), просп. Г. Сталінграду 91а. На базі гуртожитку (готелю) знаходиться автономний газовий котел з терморегулюючим механізмом, що враховує температуру навколишнього середовища і дає змогу знизити витрати природного газу. Система вакуумних геліоколекторів буде працювати в парі з даним енергетичним агрегатом по принципу гібридної системи теплопостачання.

Розроблений проект на впровадження альтернативних джерел енергії, а саме використання вакуумних сонячних колекторів для отримання гарячої води, дозволить доопрацювати систему теплопостачання гуртожитку та готелю на базі Миколаївського національного аграрного університету. Окрім підігріву води, в зимовий період є можливість використовувати сонячні колектори і для опалення приміщення. Але для того щоб опалення було ефективним, сонячні колектори потрібно використовувати в парі з котлами (твердопаливними, газовими, електричними) і акумуляційними ємкостями.

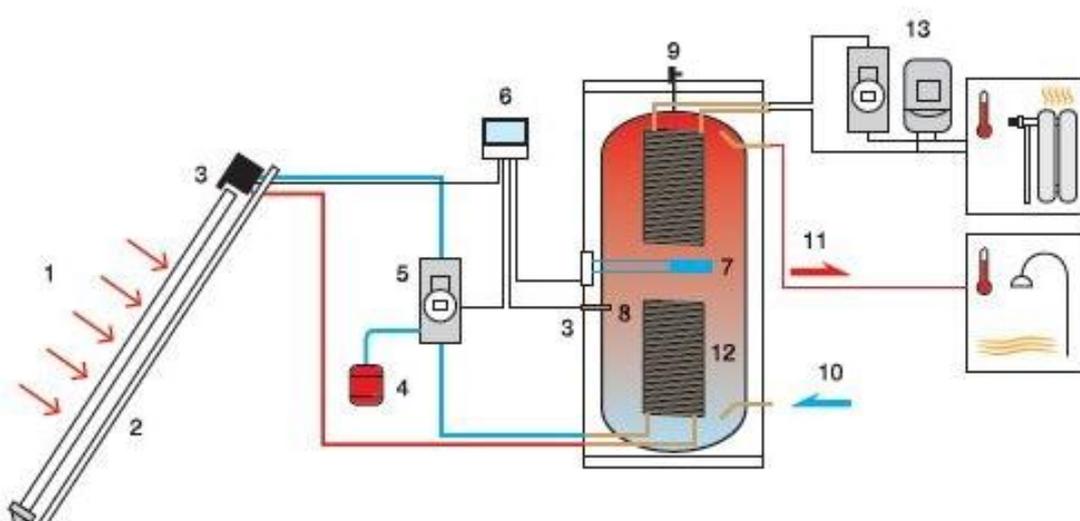


Рис. 1. Схема системи гарячого водопостачання/опалення на базі вакуумного сонячного колектора

В цьому випадку сонячні колектори працюють цілорічно в автоматичному режимі паралельно зі звичайними опалювальними приладами. Для найбільш ефективного підбору треба зробити попередній технологічно-економічний розрахунок, щоб мінімізувати витрати.

В результаті створення проекту буде сформовано не лише сонячний енергетичний модуль для підігріву води, а і сонячний тепловий полігон для проходження практики студентами університету напрямку підготовки «Енергетика та електротехнічні системи в агропромисловому комплексі». Будуть розроблені рекомендації щодо удосконалення існуючих систем підігріву води та проведення проектних розрахунків з метою надання студентам навичок інжинірингу та енергоконсалтингу, а також виявлення раціональних режимів роботи гібридних систем теплопостачання будівель.

В результаті проведеного техніко-економічного обґрунтування було визначено, що необхідна кількість вакуумних сонячних колекторів на об'єм гарячої води $5 \text{ м}^3/\text{добу}$ складає 20 шт. (600 вакуумних трубок). Це дасть змогу в літній період працювати із завантаженням комплексу 139%, а в зимовий період 33%, що дасть змогу економити відповідно 423,3 кВт·год/добу та 98 кВт·год/добу енергії. Коефіцієнт річного завантаження складає 77% або $85,278 \text{ МВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$ (при цьому в зимовий період 33%, влітку – 139%).

Об'єм природного газу, який можна замінити сонячною енергією, що потенційно вироблена на протязі року складає $13705,9 \text{ м}^3 / \text{рік}$. В результаті річний економічний ефект складає більше $R = 123517 \text{ грн} / \text{рік}$, при чистому приведенному доході $NPV = 375240 \text{ грн}$, індексі прибутковості $PI = 2,00$, внутрішній нормі рентабельності $IRR = 24,9\%$, строку окупності проекту $PBP = 5,82 \text{ років}$ та ставці дисконтування 12%.

При виконанні аналізу чутливості проекту були враховані наступні фактори:

1. Величина початкових інвестицій.
2. Строк інвестування проекту.
3. Завантаження комплексу.
4. Зміна ціни на газ.

В результаті було доведено, що проект найменш чутливий до збільшення величини завантаження комплексу та зміни ціни на газ і складають 44 % та 46% відповідно. В свою чергу найбільш чутливий до об'ємів інвестицій та строку існування проекту 80 та 81% відповідно.

Запропонований проект має багато переваг, але влітку, в найспекотніший період, виникає проблема надлишку тепла в обсязі $120 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{добу}$, що дає можливість використовувати її для кондиціонування повітря в приміщенні.

В даний час є досить багато винаходів орієнтованих саме на використанні сонця, як джерела енергії для холодильних машин. У більшості випадків ці пристрої працюють за принципом холодильника абсорбції з використанням легкокиплячих компонентів. Температура кипіння залежить від складу компонентів холодоагенту і тиску в системі. Такі сонячні холодильники прості по конструкції і дешеві при виготовленні, як правило, у них відсутні рухомі частини, що забезпечує безшумну і надійну роботу подібних систем.

Широкому застосуванню сонячного охолодження за допомогою систем, що містять сонячний абсорбційний холодильник, заважає ряд властивих їм особливостей і недоліків. Однак при правильному використанні сонячне охолодження цілком може бути конкурентоспроможним і частково замінити традиційні холодильники і кондиціонери. Основна особливість сонячного охолодження в тому, що холодильники працюють періодично і нерівномірно протягом доби і року. Позитивним моментом є те, що найбільша продуктивність сонячного охолодження буде в самий жаркий період дня і року, коли найбільша потреба в охолодженні приміщень. Тому сонячне охолодження пропонується використовувати для охолодження приміщень в жаркий період року (рис. 2).

Сонячні холодильники (кондиціонери) абсорбції-нагрівачі переважно утилізують сонячну теплову енергію, що дає змогу знизити витрати природного газу або електроенергії для охолодження приміщень. Нижня межа температури гарячої води, що нагрівається сонячною

енергією, становить 75 °С. Базова модель являє собою одну з найефективніших теплових машин з високим ТК (тепловим коефіцієнтом), що дозволяє скоротити викиди CO₂.

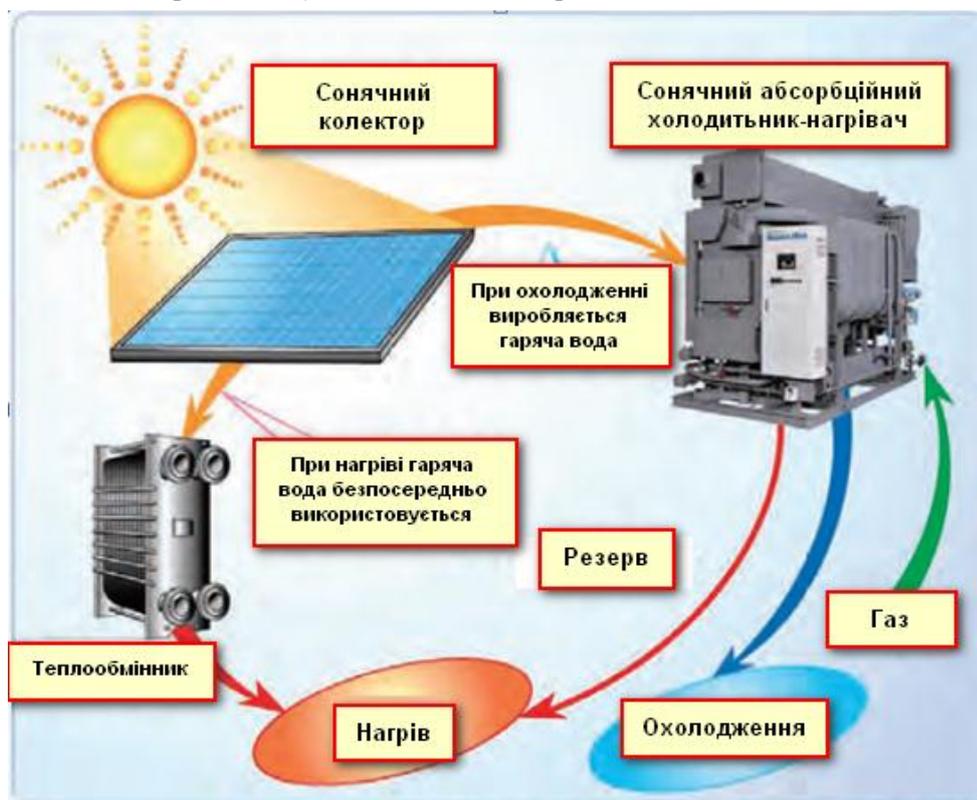


Рис. 2. Концептуальна схема сонячної системи кондиціонування

Аналізуючи проект з гібридного теплопостачання гуртожитку №3 (готель «Агроосвіта») Миколаївського національного аграрного університету є доцільність встановлення абсорбційних систем кондиціонування повітря в приміщенні за допомогою надлишку тепла від сонячних колекторів.

Висновки. Майже в 70% японських будівель, кондиціонери працюють, використовуючи холод, отриманий з тепла в абсорбційних бромисто-літєвих холодильних машинах (АБХМ). Україна в цьому напрямку рухається невпевненими і короткими кроками. Розробки в даній сфері закінчуються декількома патентами України і не реалізовані в жодному промисловому зразку (не враховуючи дослідних розробок декількох інженерів-енергетиків). Тому питання пов'язані з проектуванням гібридних систем теплопостачання та кондиціонування жилих приміщень є актуальними і не вирішеними в наш час, що дає значний полігон робіт для вітчизняних науковців.

Література:

1. Єлістратова Ю.В Порівняльні критерії систем опалення / Єлістратова Ю.В., Семиненко А.С., Мінко В.А. / Енергозбереження та екологія в житлово-комунальному господарстві та будівництві міст – 2012. - С. 237-239.
2. Минко В.А. Комплексне проектування установок центрального водяного опалення будівель житлово-цивільного призначення / Минко В.А., Подпоринов Б.Ф., Семиненко А.С. // Білгород: Вид. БГТУ ім. В.Г. Шухова, 2009. - 184 с.

3. Ряднова В.С. Використання сонячної енергії в житловому будівництві / Ряднова В.С., Алифанова А.І. // Сучасні наукоємні технології. 2013. № 8-1. - С. 50-52.
4. Сабади П.Р. Солнечный дом / Перевод с английского Н.Б. Гладковой. — Москва : Стройиздат, 1981. - 113 с.
5. Солнечные установки / Режим доступа: <http://phasad.ru/3.php>
6. Холодильник не потребляющий энергию / Режим доступа: <http://altinfoyg.ru/index.php/ip/pat/xol.html>.

УДК 23.073.02

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЙ І ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ОБКАТУВАННЯ І ДЕТАЛЕЙ РОЛИКАМИ З УРАХУВАННЯМ ЖОРСТКОСТІ СИСТЕМИ ВЕРСТАТ-ІНСТРУМЕНТ-ДЕТАЛЬ

Прокопчук О.В., студентка гр. М 5/1 маг, Шевчук О.С., студент гр. М 5/1 маг, Кос Є.В., студент гр. М 5/1 маг, Денисниченко Є.В., студент гр. М 5/1 маг

Миколаївський національний аграрний університет
Науковий керівник д.т.н., проф. Бутаков Б.І., ас. Зубехіна-Хайят О.В.

Анотація

З допомогою теоретичних і експериментальних досліджень показано, що із врахуванням жорсткості системи верстат-інструмент-деталь, стабілізації зусилля обкатування, локалізації пластичної деформації в тонкому поверхневому шарі вдалося досягти оптимальних режимів обкатування і за рахунок цього розширити номенклатуру обкатуваних і розкатуваних деталей.

Annotation

It is shown by theoretical and experimental researches, that taking into account inflexibility of the system machine-tool-instrument-detail, stabilizations of rolling effort of rolling, localization of plastic deformation in a thin superficial layer succeeded to attain the modes of and due to it extend the nomenclature of rolling and rolled details.

Підвищення якості і надійності машин та їх елементів є однією з важливих та першочергових задач сучасного етапу розвитку вітчизняного машинобудування. Ця проблема може вирішуватися з допомогою розробки та освоєння ефективних методів зміцнення деталей машин та підвищення працездатності.

Поверхнева пластична деформація з допомогою обкатування деталей роликками і шариками після обточування їх різцем або шліфування виконується для зниження шорсткості поверхні і зміцнення поверхневого шару.

Поверхнева пластична деформація застосовується з метою підвищення зносостійкості пар тертя, контактної і втомної міцності деталей. Зниження шорсткості, а також збільшення радіусів закруглення вершин шорсткості, збільшення опорної поверхні призводять до підвищення зносостійкості деталей або покращення їх товарного виду.

При зміцнюючому обкатуванні підвищується твердість поверхневого шару, в ньому крім того з'являються стискаючі напруження. Все це призводить до підвищення втомної міцності деталей.

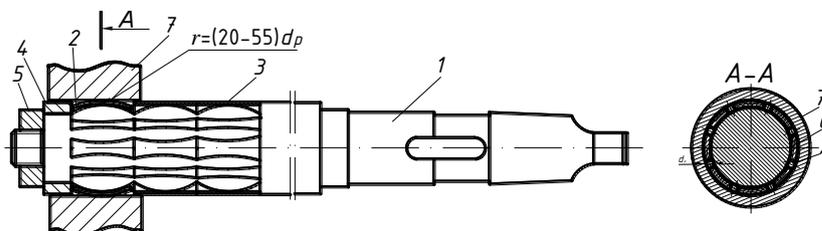


Рис. 1. Пристрій для розкатування нежорстких втулок гнучкими роликми

Основні режими обкатування – це зусилля на ролики і подача ролика на кожний оборот деталі. Зусилля на ролики вибирається в залежності від діаметра деталі, діаметра і профільного радіуса ролика і твердості обкатуваного матеріалу. Реалізація оптимального основного режиму обкатування (робочого зусилля) пов'язана з жорсткістю технологічної системи верстат-інструмент-деталь. У значенні збереження оптимального режиму обкатування представляє небезпеку не стільки зниження жорсткості, скільки її непостійність.

За допомогою теоретичних і експериментальних досліджень показано, що з урахуванням жорсткості системи верстат-інструмент-деталь стабілізації зусилля обкатування, локалізації пластичної деформації в тонкому поверхневому шарі вдалося досягти оптимальних режимів обкатування і за рахунок цього розширити номенклатуру обкатуваних і розкатуваних деталей.

Тонкостінні втулки можна розкатувати голчастими роликми. При цьому пластична деформація також локалізується в тонкому поверхневому шарі роздача втулки мінімальна. Пристрої з голчастими роликми знайшли застосування при розкатуванні нежорстких втулок, коли довжина голчастих роликів перевищує ширину розкатуваної втулки. Тоді розкатування виконується без поздовжньої подачі пристрою. При виконанні продольної подачі пристрою з голчастими роликми на обкатуваній поверхні з'являється хвилястість з шагом подачі. Нами запропоновано для розкатування нежорстких втулок і розроблено ударний пристрій з гнучкими роликми. Пристрій показано на рис. 1. При використанні пристрою не виникає об'ємна деформація деталі, що є великою перевагою при обробці отворів.

Література:

1. Бабей Ю.И. Поверхностное упрочнение металлов / Ю.И. Бабей, Б.И. Бутаков, В.Г. Сысоев. – Киев : Наукова думка, 1995. – 256 с.
2. Бутаков Б.И. Жесткость системы станок – инструмент – деталь при обкатывании деталей роликми / Б.И. Бутаков, А.В. Зубехина // Вісник аграрної науки Причорномор'я (випуск 4 (47)). – Миколаїв : МДАУ, 2008. – С. 193 – 205.

ЗМЕНШЕННЯ ТРАВМУВАННЯ КАЧАНІВ ПРИ ЗБИРАННІ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

Звірян Є.В., студент гр. М 4/2

Миколаївський національний аграрний університет

Наукові керівники к.п.н., доц. Галеева А.П., ас. Грубань В.С., ас. Сілецький Д.І.

Анотація

Роль України на світовому ринку кукурудзи стає все більш вагомюю. Останніми роками наша країна зміцнилася у п'ятірці найбільших світових виробників культури. Таких позицій наша країна досягла завдяки постійному підвищенню якості зерна. Її підвищення є пріоритетним і досягнути цього можна за допомогою нової конструкції жатної частини кукурудзозбиральних комбайнів.

Annotation

Ukraine's role in the world market of corn becomes more significant. In recent years, our country is stronger among the five largest world producers of culture. Such position our country has achieved through continuous improvement of quality grain. Its improvement is a priority and this can be achieved using new design reaping aggregate of corn harvesters.

На сучасному етапі економічного розвитку України встають питання проектування, виробництва і ефективної експлуатації існуючих машин і устаткування. Підвищення ефективності експлуатації наявного парку машин може бути досягнуте збільшенням коефіцієнта використання устаткування, зниженням витрат на його експлуатацію і зменшенням часу простоїв з технічних причин.

Кукурудзозбиральні машини мають забезпечувати високоякісне збирання кукурудзи на продовольчо-фуражне зерно, насіння та з відокремленням качанів для силосування. Машини мають відокремлювати всі повноцінні качани від стебел, очищати їх від обгортки або обмолочувати та одночасно (зі збиранням зернової частини врожаю) подрібнювати листостеблову масу і забезпечувати подачу її у транспортні засоби.

На сьогоднішній день сільське господарство України налічує 52400 комбайнів, з них: майже 45-48% СК-5 «Нива», «Дон-1200» (1500); 2,5% вітчизняних; всі інші – закордонні (JohnDeere, Claas, NewHolland, Kemper). Вимоги до сільськогосподарського машинобудування на кожному етапі розвитку вимагають відповідного технічного рівня збиральної техніки. При цьому необхідно врахувати однакові вимоги та класифікацію певного ряду машин.

Класифікують за: призначенням; способом агрегування; напрямком руху хлібної маси; дією робочих органів та конструкцією на хлібну масу; типом молотильно-сепаруючого

пристрою; конструкцією ходової системи; загальною компоувальною схемою; пропускною здатністю.

Комбайн кукурудзозбиральний причіпний трирядний ККП-3, руслового типу, призначений для збирання біологічного врожаю кукурудзи врожайністю до 20 т/га, щільністю стеблостою 20-65 тис. штук на гектар, при співвідношенні маси качанів і стебел 1:1,5, з міжряддям 70 см, на схилах не більше 8°, у фазі повної стиглості (вологості зерна не більше ніж 30% і вологості листостеблової маси до 60%), при висоті розміщення нижнього качана від поверхні ґрунту не менше ніж 50 см, з очищенням качанів від обгортки чи без очищення з одночасним подрібненням листостеблової маси і обгортки. Агрегатують із тракторами Т-150 і Т-150К.

Пристрій ППК-4 до зернозбиральних комбайнів «Нива» і «Енісей» призначений для збирання чотирьох рядків кукурудзи повної стиглості, посіяної восьми рядними сівалками з міжряддям 70 см, з обмолотом качанів у полі й одночасним подрібненням листостеблової маси та завантаженням її в транспортні засоби.

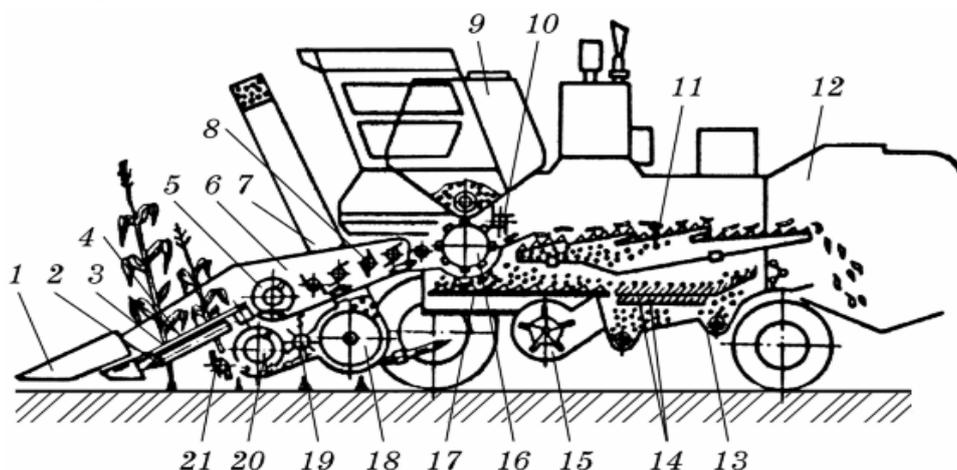


Рис. 1. Функціональна схема роботи пристрою ППК-4 в агрегаті з комбайном СК-5 «Нива»:

- 1 – мис; 2 – протягувальні вальці; 3 – відривні пластини; 4 – подавальні ланцюги; 5 – шнек качанів; 6 – похила камера; 7 – труба подрібнювача; 8 – бітер; 9 – бункер; 10 – відбійний бітер;
- 11 – соломотряс; 12 – копнувач; 13 – колосовий шнек; 14 – решета; 15 – вентилятор;
- 16 – молотильний барабан; 17 – дека; 18 – подрібнювач; 19 – приймальний бітер; 20 – шнек стебел; 21 – роторний різальний апарат

Комбайн самохідний кукурудзозбиральний КСКУ-6АС збирає кукурудзу на зерно в качанах або з обмолотом качанів та одночасним подрібненням листостеблової маси при ширині міжрядь 70 см. При переобладнанні комбайна для збирання кукурудзи без очищення качанів потрібно від'єднати розподільні камери обох бокових конвеєрів неочищених качанів, вентилятори з механізмами їх приводу, тягу, підвіску та опори притискних барабанів, паси приводу проміжного вала качаноочисника і встановити скатні дошки.

Багаторядний начіпний пристрій для комплексного збирання кукурудзи.

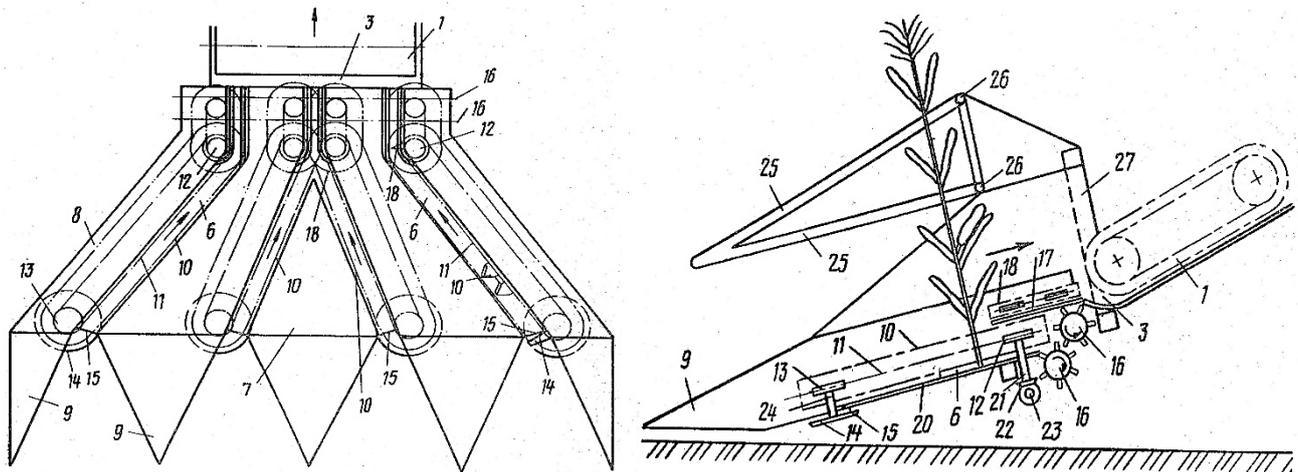


Рис. 2. Пристрій в чотирирядному виконанні:

- 1 – транспортуючий орган; 2, 19 – поперечний шнековий транспортер; 3 – вихідний отвір;
 6 – підвідні канали; 7,8 – кожух; 9 – подільник; 10 – транспортер; 11 – транспортуючий елемент;
 12 – привідні колеса; 13 – осі введених коліс; 14 – ріжучий орган; 15 – протирижучі леза;
 16 – затягувальний валик; 17 – подрібнювальні рейки; 18 – ланцюговий транспортер; 21 – вісь привідних колес;
 22 – пара конічних шестерень; 23 – привідна вісь; 25 – стебелеподільник; 26 – задня частина стебелеподільника;
 27 – елемент для з'єднання начіпного пристрою з різними основними машинами; 28-транспортуючий елемент,що обертається навколо своєї осі

Ця конструкція жатної частини дозволить збільшити кількість стебел кукурудзи при подачі з 3 до 5 шт/с, зменшити пошкодження зерна з 4% до 1,3%, а також втрати качанів, які обробляються, зменшити з 9% до 4 %.

Література:

1. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.
2. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
3. Погорілий Л.В., Коваль С.М., Грищишин М.І. Напрямки розвитку технології збирання врожаю зернових і переоснащення сільського господарства новою зернозбиральною технікою // Зб. наук. праць Національного аграрного університету «Механізація сільськогосподарського виробництва». – К.: НАУ, 2000. – Т. VII. – 5-7 с.
5. Кирпа М. Я. Природа травмування насіння кукурудзи та методи його визначення / М. Я. Кирпа, Н. О. Пашенко, Ю. С. Базілева // Селекція і насінництво. – Х., 2009. – № 97. – 196-202 с.

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ КУКУРУДЗОЗБИРАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ПРИ ЗБИРАННІ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО

Стасів О.С., студент гр. М 3/3, Журба В.В., студент гр. ЗМ 6/1

Миколаївський національний аграрний університет

Наукові керівники к.п.н., доц. Галєєва А.П., ас. Грубань В.А., ас. Шатохін М.Ю.

Анотація

Вирішуючи завдання підвищення надійності збирального агрегату, часто розглядають його надійність в цілому, що ускладнює відшукування прихованих резервів в окремих його механізмах. Згідно проведеного літературного аналізу встановлено, що на сьогоднішній день існує безліч способів і методів підвищення надійності складних технічних систем. Серед яких є методи навантаженого та не навантаженого резервування. Проведений огляд існуючих конструктивно-технологічних рішень. Запропонований спосіб підвищення зносостійкості ланцюгів, шляхом заміни однорядного ланцюга дворядним.

Annotation

Solving the problem of improving the reliability of the unit Combine often consider reliability as a whole, making it difficult finding hidden reserves in some of its mechanisms. According to literary analysis conducted revealed that to date there are many ways and methods to improve the reliability of complex technical systems. Among the methods which are loaded and not loaded reservation. The review of existing structural and technological solutions. The proposed method of improving the durability chain by replacing in-line circuit row.

Вирішуючи завдання підвищення надійності збирального агрегату, часто розглядають його надійність в цілому, що ускладнює відшукування прихованих резервів в окремих його механізмах. Аналізу і доопрацюванню повинен піддаватися кожен окремий механізм машини, кожна ланка збирального агрегату і технологічного процесу його роботи.

Згідно проведеного літературного аналізу, можна констатувати, що на сьогоднішній день існує безліч способів і методів підвищення надійності складних технічних систем. Серед яких є методи навантаженого та не навантаженого резервування.

Проведений огляд існуючих конструктивно-технологічних рішень. Заміна корпусів на полімерні матеріали, що суттєво дозволяє збільшити рядність комбайнів. Заміну приводів на більш надійні, а саме на карданні. Зміцнення ланцюгової передачі, вдосконалення редукторів з використанням над міцних матеріалів, чого в нашій країні взагалі не проводиться.

Так як на кукурудзозбиральній техніці використовується найбільше ланцюгових передач, метою наших досліджень було підвищення надійності кукурудзозбиральної техніки, а саме дослідження ланцюгів на зносостійкість.

Лабораторні випробовування на зношування ланцюгів проводились на спеціально розробленому стенді. Стенд повинен забезпечувати проведення досліджень за нетривалий час з достатньою точністю отримання результатів.

Принцип дії даного стенду полягає в наступному. Випробовуваний відрізок ланцюга 1 закріплюється середньою зовнішньою ланкою в патроні 2, посадженому нерухомо на вал 3, який отримує зворотно-обертальний рух від коромисла 4. Стенд приводиться в дію двигуном-редуктором 5, що в свою чергу приводить в дію колінчастий вал 10. Навантаження у дослідному відрізку ланцюга створюється шляхом одночасного накручення натяжних планок 7, з встановленими на них натяжними 9, і нерухомими зірочками 8. Відповідний натяг пружин 6 сприяє натягу дослідних зразків ланцюгів з необхідним зусиллям.

В процесі роботи стенда патрон кріплення центральної ланки, яка знаходиться під навантаженням, безперервно здійснює повороти у різних напрямках, чим імітує роботу ланцюга при набіганні на зірочки. При цьому в елементах шарніра відбувається взаємне переміщення робочих поверхонь, що приводить до їх зношування. Це дозволяє встановлювати закономірність зміни кроку ланки - найважливішого параметра ланцюга. Результат зношування визначається як змінюється (збільшується) середній крок ланцюга, який потім вимірюється.

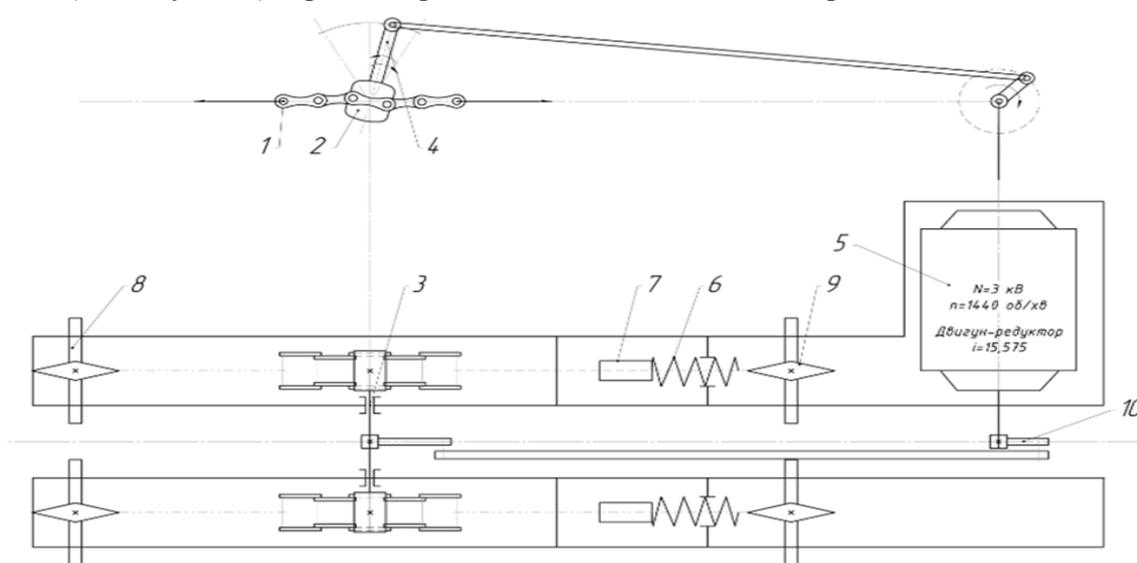


Рис. 1. Схема стенду для форсованого випробування окремих шарнірів на знос

На стенді допускається одночасне випробування в однакових умовах двох ланцюгів: серійного та експериментального. Це відкриває можливість порівняльної оцінки ступеню зношування зразків, які досліджуються.

Дослідження проводиться до досягнення ланцюгами граничного збільшення кроку. При цьому фіксується кількість циклів поворотного руху в шарнірах, що при певних перерахунках дозволяє визначити довговічність ланцюгів в реальних умовах експлуатації.

Руйнування у однорядного ланцюга починається при навантаженні 120 кН, вже після 700 год, при цьому у дворядного ці показники більші майже у чотири рази більші. навіть після 3000 год навантаження дворядний ланцюг не руйнувався у 90 % експериментальних зразків.

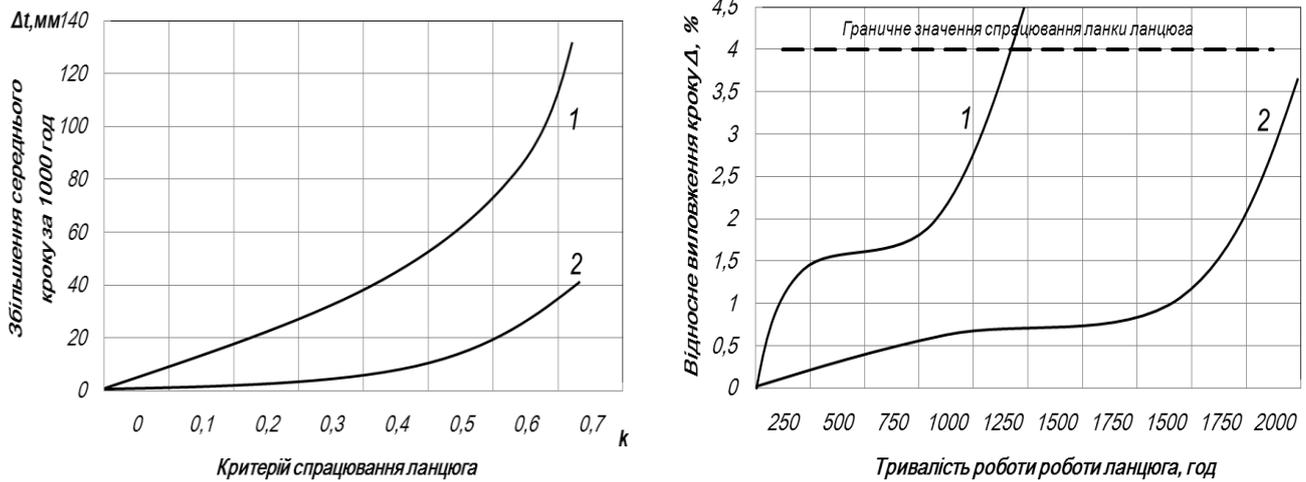


Рис. 2. Результати експериментальних досліджень:

- 1 - однорядний втулично-роликовий ланцюг з кроком 38 мм;
- 2 - дворядний втулично-роликовий ланцюг з кроком 38 мм

Це дозволяє стверджувати що однорядний ланцюг в повній мірі можна замінити дворядним з меншим кроком (наприклад, однорядний з кроком 38, за показниками руйнівного навантаження буде відповідати дворядному з кроком 25,4. Переваги, габаритні розміри вага, компактність, а це дозволяє перейти на більш конструктивну здатність яка не буде уступати закордонним зразкам. Що дозволяє також замінити ланцюгові передачі всього комбайна.

Література:

1. Агропромисловий комплекс України: стан, тенденції та перспективи розвитку. Інформ.-аналіт. зб. / за ред. П.Т. Саблука та ін. — К.: ІАЕ УААН, 2013. — 782 с.
2. Амбросов В., Експорт зернових та цінові тенденції / В. Амбросов, В. Онегіна/ Економіка України. — 2005. — № 1. — С. 73—79.
3. Амбросов В. Механізми ефективного функціонування агроформувань / В. Амбросов, Т. Маренич // Економіка України. — 2006. — № 6. — С. 60—66.
4. Андрійчук В. Сучасна аграрна політика: проблемні аспекти / В.Андрійчук, М. Зубець, В. Юрчишин. — К.: Аграрна наука, 2005. — 140 с.

ЗМІСТ

	стор.
1. <i>Багірянц А.Г., Шептилевський О.В.</i> Застосування кратних інтегралів до розв'язування задач фізики.....	3
2. <i>Колбягін В.О., Портян Д.М., Ценуріт О.В.</i> Застосування методів інтегрального числення для розв'язання задач механіки та енергетики.....	4
3. <i>Мудрий О.Ю., Євстрат'єв С.В.</i> Історія математики.....	7
4. <i>Пічкур А.В., Атаманюк І.П.</i> Прогнозування стану технічних об'єктів на основі апарату канонічних розкладів.....	10
5. <i>Яценко А.В., Богданов С.І.</i> Властивості чисел ряду Фібоначчі.....	12
6. <i>Єрж Д.О., Плахтур О.О., Садовий О.С.</i> Особливості теплових процесів у трифазних просторових трансформаторах з паралельними стінками обмотувальних вікон.....	14
7. <i>Грубань А.В., Садовий О.С.</i> Удосконалення електроприводу норії на основі досягнень силової електротехніки.....	16
8. <i>Кириллов А.І., Хвоцан О.В.</i> Розробка алгоритму оптимізації режимів водонагріву з використанням різновартісних джерел енергії.....	20
9. <i>Котович М.О., Плахтур О.О., Садовий О.С.</i> Цільові функції залежностей масо-габаритних показників від геометричних співвідношень трифазної магнітної системи індукційного пристрою.....	24
10. <i>Фігун А.К., Хвоцан О.В.</i> Використання установок зворотного осмосу з метою знесолення води для зрошення.....	26
11. <i>Мачула О.М., Дубовенко К.В.</i> Розробка електротехнічної установки ущільнення ґрунту електричним розрядом в свердловинах, залитих бетоном.....	28
12. <i>Пестрак В.В., Дубовенко К.В.</i> Розробка розрядно-імпульсної установки очищення труб теплообмінних апаратів.....	29
13. <i>Запорожан М.О., Кириченко О.С.</i> Розробка імітаційної моделі асинхронного електродвигуна з використанням спеціалізованого програмного забезпечення.....	31
14. <i>Коваленко І.І., Кириченко О.С.</i> Розробка автоматизованого електропривода установки сепарації молока з аналізом перехідних процесів рекуперації енергії в мережу.....	32
15. <i>Царик В.І., Захаров Д.О.</i> Розробка електротехнологічної установки для озонування яєць в період інкубації.....	34
16. <i>Хохлов С.М., Захаров Д.О.</i> Оптимізація параметрів ємнісного дільника напруг для реєстрації імпульсних напруг.....	35
17. <i>Смирнов М.В., Захаров Д.О.</i> Розробка автоматизованої системи зберігання пшениці.....	36
18. <i>Рибальченко В.М., Бясова О.В.</i> Аналіз сучасних способів діагностування силових трансформаторів.....	37
19. <i>Христенко М.М., Бясов С.Є.</i> Аналіз сучасного стану застосування устаткування для електрообробки зерна.....	39
20. <i>Боляк В.В., Іванов Г.О.</i> Види розрахунку деталей машин.....	40

21. Мардзявко В.А., Іванов Г.О., Степанов С.М. Загальні принципи конструювання машин і механізмів.....	43
22. Руденко А.Ю., Іванов Г.О. Вали та осі механічних передач.....	50
23. Череповська А.С., Іванов Г.О. Цикли навантаження і розрахунок на міцність по допустимим напруженням.....	55
24. Кобиляцький М.В., Іванов Г.О. Точність виготовлення зубчастих коліс та її вплив на якість передачі.....	60
25. Алєєв В.О., Іванов Г.О. Розрахунок допусків форми і розташування поверхонь валів.....	63
26. Юрескул Р.В., Іванов Г.О. Розрахунок допусків форми і розташування поверхонь привертних кришок і стаканів.....	66
27. Некрасов В.С., Іванов Г.О., Полянський П.М., Степанов С.М. Обґрунтування розрахунку допусків форми і розташування поверхонь деталей машин.....	69
28. Вілянська А.В., Гвозденко Д.І., Доценко Н.А. Дослідження методів розрахунку статично невизначених систем.....	80
29. Сиволап В.В., Полянський П.М. Підвищення корозійної стійкості сталі шляхом азотування.....	84
30. Некрасов В.С., Полянський П.М. Застосування антифрикційних порошкових матеріалів при виготовленні конструкцій деталей.....	88
31. Спиця А.Ю., Кошмак Д.В., Полянський П.М. Вплив хромування на властивості та структуру сталі.....	92
32. Мудрий О.Ю., Степанов С.М. Кінематична геометрія приладів для креслення технічних кривих.....	97
33. Дюльгер О.М., Балицький І.В. Експериментальне визначення коефіцієнта тертя ковзання.....	100
34. Полудень А.Д., Горбенко О.А. Обґрунтування конструктивних та режимних параметрів дробарки фуражного зерна.....	101
35. Некрасов В.С., Євтушенко О.М., Горбенко О.А. Обґрунтування конструкції роторного гранулятора з плоскою матрицею.....	103
36. Кушніренко С.М., Стрельченко І.В., Горбенко О.А., Кім Н.І. Обґрунтування вибору технологічної схеми переробки плодової та томатної сировини.....	105
37. Стрюк О.О., Шадзінський Я.О., Стрельцов В.В. Дослідження технологічного процесу виробництва комбікормів з обґрунтуванням вибору конструкції подрібнювача зерна.....	107
38. Юрескул Р.В., Корчаковська К.Г., Горбенко О.А., Норинський О.І. Обґрунтування вибору конструкції ножа вовчка для подрібнення м'ясної сировини.....	109
39. Чернов І.В., Троценко М.С., Горбенко О.А., Храмов М.С. Обґрунтування вибору конструкції сепаратора для первинної очистки зерна.....	111
40. Поколюк Ю.П., Миргородський А.А., Доценко Н.А. Дослідження технологічних схем виробництва комбікормів.....	113
41. Катрич С.П., Глебов А.В., Доценко Н.А. Аналіз технологічних схем переробки олійних культур.....	120

42. Андрющенко Я.Е., Бацуровська І.В. Відкриті освітні ресурси у фаховій підготовці магістрів.....	122
43. Карачок М.О., Петров І.В. Організація і проведення рятувальних та інших невідкладних робіт при аваріях на гідротехнічних спорудах.....	125
44. Остапенко М.О., Петров І.В. Небезпека аварій на радіаційно небезпечних об'єктах та радіозахисне харчування.....	128
45. Сандольська Т.В., Петров І.В. Використання засобів індивідуального та медичного захисту населення в надзвичайних ситуацій.....	130
46. Аввакумов А.Д., Губіна К.Є., Марченко Д.Д. Діагностика технічного стану підшипників дискових борін на основі інфрачервоного випромінювання.....	133
47. Атаманчук В.В., Колпосов Р.В., Захаров І.А., Марченко Д.Д. Діагностика технічного стану підшипників дискових борін на основі інфрачервоного випромінювання.....	137
48. Єськов В.О., Калієвський І.В., Марченко Д.Д. Підвищення працездатності швидкорізального інструменту шляхом застосування іонізованого повітря.....	140
49. Касьян А.А., Мамрега О.О., Марченко Д.Д. Удосконалення технічного обслуговування гусеничних ланцюгів тракторів.....	144
50. Ковальська А.А., Чернецький С.Г., Марченко Д.Д. Підвищення довговічності деталей гідроприводу шляхом відновлення плазмовим покриттям.....	147
51. Скорбілін П.Г., Зарванський І.В., Шпорталюк І.Г., Гавриш В.І. Обґрунтування використання утилізаційної водо-аміачної холодильної машини для покращено техніко-економічних показників двигунів комбайнів.....	149
52. Креминский С.С., Бутаков Б.И., Артюх В.А., Баранова Е.В. Подбор оптимального режима обкатывания валов роликами на износостойкость.....	155
53. Решотка К.О., Завірюха М.В. Дослідження нового способу відокремлення качанів кукурудзи від стебел.....	166
54. Юрескул Р.В., Завірюха М.В. Гібридні системи теплопостачання та кондиціонування жилих приміщень.....	173
55. Прокопчук О.В., Шевчук О.С., Кос Є.В., Денисниченко Є.В., Зубехіна-хайят О.В. Бутаков Б.І. Дослідження та розробка технології і пристроїв для обкатування і деталей роликами з урахуванням жорсткості системи верстат-інструмент-деталь.....	177
56. Звірян Є.В., Галеева А.П., Грубань В.С., Сілецький Д.І. Зменшення травмування качанів при збиранні кукурудзи на зерно.....	179
57. Стасів О.С., Журба В.В., Галєєва А.П., Грубань В.А., Шатохін М.Ю. Підвищення надійності роботи кукурудзозбиральної техніки при збиранні кукурудзи на зерно.....	182

Наукове видання

МАТЕРІАЛИ

28-ї студентської науково-теоретичної конференції

«Участь молоді у розбудові агропромислового комплексу країни»

23- 25 березня 2016 р.

м. Миколаїв

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

Формат 60x84/16. Ум. друк арк. 10,92

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.