ефективність застосування імпульсного методу регенерації для фільтрувальних нетканих матеріалів і зворотної продувки для тканих фільтрувальних матеріалів.

Література

1. Скоробогатий Я.П. Основи екології: навколишнє середовище і техногенний вплив / Я.П. Скоробогатий, В.В. Ощаповський, В.О. Василечко, С.Л. Кусковець. – Львів : Вид-во "Новий Світ–2000", 2008. – 222 с.

2. Чугуев Д.А. Инновационные нетканые материалы для промышленной фильтрации. Преимущество бескаркасных иглопробивных нетканых материалов / Д.А. Чугуев // Пылегазоочистка – 2009 : сб. статей II Междунар. конф. – М. : Изд-во "Пробка", 2009. – С. 90-92.

3. Кратенко І.С. Санітарно-гігієнічна оцінка стану довкілля під впливом ТЕЦ / І.С. Кратенко, В.О. Коробчанський, Г.А. Ніязова, Л.В. Звєрєва, Т.Ф. Сотникова, Л.В. Шелехова // Довкілля та здоров'я. – 2009. – № 2 (49). – С. 37-40.

Пелык Л.В. **Инновационные технические материалы в рыночных эколого-экономических системах**

Исследована фильтровальная способность тканых и нетканых фильтровальных текстильных материалов на основе термостойких волокон. Методика исследования заключалась в исследовании фильтровальной способности и опытной эксплуатации рукавных фильтров из тканых и нетканых фильтровальных материалов на основе термостойких волокон на ферросплавных заводах. Испытания рукавных фильтров из тканых материалов проведены на фильтрах рукавного открытого типа с системой регенерации – обратная продувка, а для нетканых материалов – с импульсной системой регенерации. Проанализировано влияние фильтровальных текстильных материалов на фильтровальную способность в условиях высоких температур и впервые предложены методологические подходы, которые позволяют максимально приблизить процесс их термостарения к реальным условиям эксплуатации в рукавных фильтрах. Научная новизна заключается в том, что впервые в условиях реальной эксплуатации созданы и спроектированы наиболее эффективные фильтровальные термостойкие материалы с учетом термической устойчивости при высоких температурах. Практическая значимость заключается в том, что в результате проведенных исследований созданы новые виды материалов технического назначения на основе арселонового волокна для производства рукавных фильтров для пылегазоочистных систем.

Ключевые слова: рукавные фильтры, фильтровальная арселоновая ткань, волокно номекс, волокно кевлар.

Pelyk L.V. **Innovative Technical Materials in Market Environmental - Economic Systems**

The purpose of the study is filtration capacity of woven and non-woven textile filter materials based on heat-resistant fibers. The methodology of the study was to research the ability of the filter and bag filter test operation of woven and non-woven filter material based on heat-resistant fibers in ferroalloy plants. Tests of bag filters of woven material are held in an open type bag filter system with regeneration – reverse blow, and for nonwovens – with an impulse regeneration system. The influence of filtration textiles for filter capacity at a high temperature and first proposed methodological approaches that allow processing them to real conditions in the bag filter is analysed. Scientific novelty lies in the fact that for the first time in a real operation created and designed the most efficient filter, heat-resistant materials on the basis of thermal stability at the high temperature. The practical significance is that as a result of the research created new kinds of materials for technical designation based on fiber of arselon for the production of bag filters for the dust and gas purification systems are created.

Key words: bag filters, filter arselonova fabric, fibre of nomex, fibre of kevlar.

УДК 697.9

Доц. О.Т. Возняк, канд. техн. наук;
ст. викл. Х.В. Миронюк, канд. техн. наук; асист. І.Є. Сухолова;
асист. Н.А. Сподинюк, канд. техн. наук – НУ "Львівська політехніка"

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПОВІТРОРОЗПОДІЛЬНИКА ІЗ УТВОРЕННЯМ ЗАКРУЧЕНОЇ І НАСТИЛЬНОЇ СТРУМИНИ

Представлено техніко-економічний розрахунок використання повітророзподільника, який подає повітря у приміщення закрученою і настильною струминами для забезпечення необхідних параметрів припливного повітря. Розглянуто використання запропонованого повітророзподільника у приміщенні для виробництва паливних брикетів, а також порівняння запропонованого із повітророзподільником для подачі повітря зверху-вниз конічними і неповними віяловими струминами ДПУ-М, повітророзподільником для подачі повітря зверху-вниз настильними на стелю віяловими струминами 4АПР 600×600, а також із панельним повітророзподільником 1ВПТ 900х595.

Ключові слова: повітророзподіл, взаємодія струмин, закручені повітряні струмини, швидкість руху.

Постановка проблеми. При виборі способу розподілу повітря варто враховувати специфіку приміщення, його призначення, конструктивні й об'ємно-планувальні особливості, розташування і розміри джерел теплоти, вологи, шкідливих газів, рівень вимог для підтримання розрахункових параметрів мікроклімату. На сьогодні в Україні значного поширення набуває розвиток малого виробництва. Зазвичай це виробничі приміщення, в яких немає чітких вимог технологічного процесу щодо підтримання певних параметрів мікроклімату. Проте необхідно подавати великі кількості повітря для підтримання повітряного балансу. Основне завдання на виробництвах такого типу полягає у створенні комфортних умов для працівників і забезпечення нормованих параметрів у робочій або обслуговуваній зоні **[**1, 7**]**. Переважно це приміщення з обмеженим простором для розвитку припливних струмин і з фіксованими робочими місцями. Важливим фактором, який потрібно враховувати під час вентилювання приміщень такого типу, є інтенсивне затухання швидкості і температури припливного повітряного потоку **[**3**]**.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для подачі припливного повітря безпосередньо в робочу зону можна використовувати повітророзподільники, що забезпечують при витіканні параметри повітря, що подається, близькі до нормованих або такі, що створюють припливні струмини, у яких швидкості і температури досягають нормованих значень поблизу від місця випуску **[**1, 5**]**.

Мета роботи – підвищення ефективності повітророзподілу пристроєм, який забезпечує нормовані швидкості і температури повітряного середовища у робочій зоні виробничого приміщення на основі інтенсивного зменшення швидкості і температури припливного повітряного потоку із широким залученням експериментальних досліджень.

Результати досліджень. Розглянуто використання запропонованого повітророзподільника у приміщенні для виробництва паливних брикетів **[**2, 4, 9**]**. Згідно з розрахунком необхідного повітрообміну приймаємо до встановлення n повітророзподільників з необхідними витратами $\sum L = L \cdot n$. Запропонований

повітророзподільник порівнюється із ДПУ-М (дифузор для подачі повітря зверху-вниз конічними і неповними віяловими струминами), із 4АПР 600×600 (дифузор для подачі повітря зверху-вниз настильними на стелю віяловими струминами), а також з 1ВПТ 900×595 (панельний повітророзподільник для подачі повітря зверху-вниз комбінованими струминами) [8].

Детально вивчено роботу повітророзподільників з утворенням закрученої струмини, яка подається вертикально, і настильної струмини, що надходить у верхню зону приміщення. Основну частину досліджень виконано у лабораторних умовах, проте умови були близькими до натурних [4, 5, 9].

Проведені дослідження дали змогу розробити технологічні рішення для подачі необхідної кількості повітря у приміщення для виробництва паливних брикетів. Під час оцінювання економічної ефективності враховувались: затрата коштів на виготовлення повітророзподільного пристрою, вартість монтажних робіт, а також вартість експлуатаційних витрат [6].

Схематичне зображення повітророзподільника наведено на рис. 1. Введення повітророзподільника у серійне виробництво дасть змогу скоротити капітальні вкладення на його виготовлення, замінивши трудомістку працю людей спеціалізованим механізованим обладнанням.

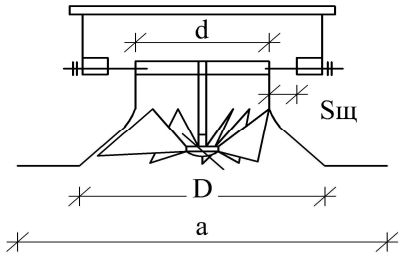

Рис. 1. Конструктивні розміри повітророзподільника: *1) припливний патрубок; 2) дифузор; 3) кільцева регульована щілина; 4) пластини; 5) ручка керування; 6) відбійний козирець; 7) гвинт регулювання щілини; 8) стержень*

Розрахунок економічної ефективності виконано для приміщення для виробництва паливних брикетів, де встановлюються запропоновані повітророзподільники.

1. Повітророзподільник ДПУ-М 250-14 шт.:
- геометричні розміри: діаметр 250 мм;
- площа живого січення: $F_{ж.с.} = 0{,}046$ м^2;
- витрата повітря одним дифузором: L=258 м^3/год;
- площа приміщення, що припадає на один дифузор $F_{оз} = 2{,}5 \times 2 = 12{,}5$м^2.
- розташування дифузорів у приміщенні для виробництва паливних брикетів зображено на рис. 2.

2. Повітророзподільник 4АПР 600×600-3 шт.:
- геометричні розміри: 600×600 мм;
- площа живого січення: $F_{ж.с.} = 0{,}192$ м^2;
- витрата повітря одним дифузором: L=1203 м^3/год;
- площа приміщення, що припадає на один дифузор $F_{оз} = 5 \times 4 = 20$ м^2.

- розташування дифузорів у приміщенні для виробництва паливних брикетів зображено на рис. 3.

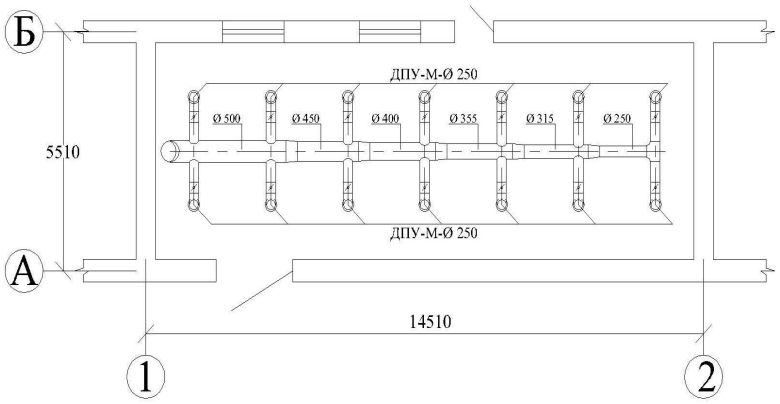

Рис. 2. Подача повітря у приміщення для виробництва паливних брикетів за допомогою повітророзподільників ДПУ-М 250

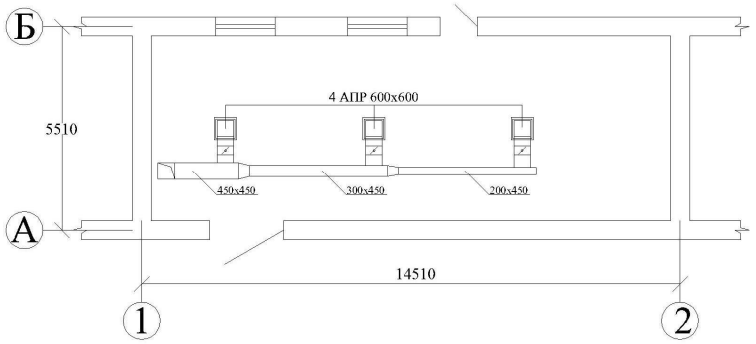

Рис. 3. Подача повітря у приміщення для виробництва паливних брикетів за допомогою дифузорів 4АПР 600×600

3. Панельний повітророзподільник 1ВПТ 900×595-4 шт.:
- геометричні розміри: 900×595 мм;
- площа живого січення: $F_{ж.с.} = 0{,}236$ м^2;
- витрата повітря одним повітророзподільником: L=903 м^3/год;
- площа приміщення, що припадає на один повітророзподільник $F_{оз} = 5 \cdot 3{,}5 = 17{,}5$м^2.

4. Повітророзподільник із утворенням закрученої і настильної струмини – 2 шт.:
- геометричні розміри: діаметр 200, відкриття щілини 60 мм, кут нахилу пластин 60˚;
- витрата повітря: $L = 1700$ м^3/год;
- розташування дифузорів у приміщенні для виробництва паливних брикетів зображено на рис. 3.

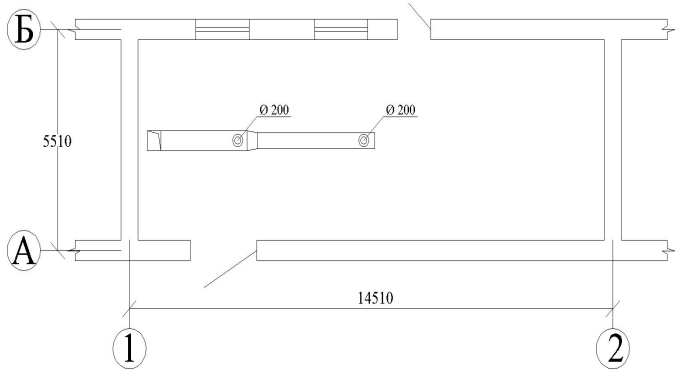

Рис. 4. Приміщення для виробництва паливних брикетів із системою повітророзподілу за допомогою 2 повітророзподільників із утворенням закрученої і настильної струмини

Економічна ефективність заходів з переобладнання системи вентиляції у приміщенні для виробництва паливних брикетів визначено співвідношенням економії від скорочення вартості спожитої електроенергії та обладнання з врахуванням терміну окупності.

Під час оцінювання економічного ефекту враховували: витрати на обладнання, вартість монтажних робіт та вартість експлуатаційних затрат.

$$E = З_1 - З_2, \quad (1)$$

де $З_1$, $З_2$ – річні затрати відповідно базового і нового варіантів, грн/рік, які визначаються з виразу:

$$З_i = K_i \cdot E_н + C_i, \quad (2)$$

де: K_i – капітальні вкладення, грн; C_i – експлуатаційні затрати за рік, грн/рік; $E_н$ – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень (величина обернена до строку окупності), його значення приймається

$$E_н = 0{,}15\ 1/рік.$$

Для оцінювання ефективності капітальних вкладень і за умови, що всі інвестиції зроблені в момент закінчення будівництва, визначено дисконтований період окупності:

$$\sum_{t=0}^{h} \frac{З_1 - З_2}{(1+\mathrm{d})^{\mathrm{t}}} = K_2, \quad (3)$$

де: h – термін окупності капіталовкладень, роки; K_2 – сумарні капіталовкладення енергоефективної системи, грн; d – ставка дисконтування; t – роки реалізації проекту, включаючи етап будівництва (t =0, 1, 2, 3,… h).

Капітальні вкладення систем вентилювання визначено за кошторисною вартістю. Необхідно, щоб здорожчання кошторисної вартості окупилось за рахунок економії експлуатаційних витрат у встановлений термін – термін окупності.

Експлуатаційні витрати для систем вентилювання включають щорічні витрати на електроенергію, амортизаційні відрахування, на заробітну плату

персоналу з обслуговування, на капітальний та поточний ремонт, а також загальні додаткові витрати:

$$E = E_{ел} + E_{з/п} + E_a + E_p + E_{дод}, \text{ грн/рік} \quad (4)$$

Витрати на електроенергію вираховано за формулою:

$$E_{ел} = N_{ел} \cdot B_{ел}, \text{ грн/рік} \quad (5)$$

де: $N_{ел}$ – річна витрата електричної енергії, кВт·год/рік; $B_{ел}$ – вартість 1 кВт·год електроенергії, грн; $B_{ел}$ =0,65 грн/кВт·год.

Річні витрати на електроенергію при рівномірному споживанні визначено за формулою:

$$N_p = 24 \cdot \eta \cdot N_{вих} \cdot \mathrm{z}, \text{ кВт·год / рік}, \quad (6)$$

де: $N_{вих}$ – вихідна потужність обладнання, кВт; η – ККД пристроїв; z – тривалість експлуатації обладнання, діб.

Витрати на заробітну платню (грн/рік) включають річний фонд заробітної платні обслуговуючого персоналу та витрати зі соціального страхування:

$$E_{з/п} = 12 \sum N \cdot a \cdot k_1, \text{ грн/рік}, \quad (7)$$

де: $\sum N \cdot a$ – кількість робітників та їхня місячна зарплатня з урахуванням преміальних, грн; k_1 – відрахування на соціальне страхування (приймаються рівними 3,6 %).

Амортизаційні відрахування (грн/рік) розраховано за формулою

$$E_a = \frac{C \cdot \mathrm{A_a}}{100}, \text{ грн/рік}, \quad (8)$$

де: С – вартість монтажних робіт, грн; A_a – норма амортизаційних відрахувань, %.

Затрати на поточний ремонт (грн/рік) становлять 20 % амортизаційних відрахувань:

$$E_p = 0{,}2 \cdot E_a, \text{ грн/рік}. \quad (9)$$

Додаткові витрати оцінюються в 30 % суми витрат на заробітну платню обслуговуючого персоналу, на поточний ремонт та амортизаційні відрахування:

$$E_{дод} = 0{,}3 \cdot (E_{з/п} + E_a + E_p), \text{ грн/рік}. \quad (10)$$

Розрахунок техніко-економічних показників повітророзподільника, що утворює закручену і настильну струмину, зокрема капітальних, експлуатаційних та приведених затрат за варіантами зведено в табл. Вартість монтажних робіт визначена шляхом складання кошторису для кожного варіанту встановлення. Вартість витратних матеріалів, експлуатація машин та механізмів та вартість монтажних робіт прийнята згідно з даними, внесеними в базу даних програмного комплексу **[**6**]**.

Як видно з табл., використання повітророзподільника з утворенням закрученої і настильної струмин є найбільш економічно ефективним варіантом. Також за такого способу подачі припливного повітря менш розгалужена система повітропроводів, що дає змогу їх використання при обмежених площах приміщень. Економічно доцільно використовувати два таких повітророзподільника.

Табл. Техніко-економічні показники

№ з/п	Параметр	Повітророзподільник			Подача повітря закрученою і настильною струминами
		ДПУ-М-Ø250 (подача повітря зверху вниз конічними і неповними віяловими струминами), 14 шт.	4АПР 600×600 (подача повітря зверху вниз настильними на стелю віяловими струминами), 3 шт.	1ВПТ 900×595 (подача повітря зверху вниз комбінованими струминами), 4 шт.	
1	Вартість обладнання і матеріалів, грн	35249,7	42102,6	44066,8	31609,9
2	Вартість монтажних робіт, грн	13806	10999	10792	7710
3	Капітальні затрати, грн	49055,7	53101,6	54858,8	39319,9
4	Річна витрата електричної енергії, кВт·год/рік	2062	2806	2806	2062
5	Затрати на електроенергію, грн/рік	1340,3	1908,4	1908,4	1340,3
6	Заробітня платня, грн/рік	12432	12432	12432	12432
7	Амортизаційні затрати, грн/рік	828,4	659,9	647,5	462,6
8	Витрати на поточний ремонт, грн/рік	165,7	132,0	129,5	92,5
9	Додаткові затрати, грн/рік	4027,8	3967,2	3962,7	3896,1
10	Експлуатаційні затрати, грн/рік	18794,2	19099,5	19080,1	18223,5
11	Річні затрати, грн/рік	26152,6	27064,7	27308,9	24121,5
12	Економічний ефект, грн/рік	1156,3	244,2		3187,4
13	Питомий економічний ефект, грн / (рік·м^3/год)	7,24	7,50	7,56	6,68

Висновки:

1. На підставі техніко-економічних розрахунків обґрунтовано застосування повітророзподільника, що забезпечує інтенсивне зменшення швидкості і температури припливного повітряного потоку шляхом утворення закрученої і настильної струмин. Показано доцільність його використання у різних галузях промисловості та у приміщеннях невеликого об'єму, що підтверджує широкі можливості його впровадження.
2. Проведене техніко-економічне порівняння інженерних рішень подачі повітря у приміщення дає змогу отримати економічний ефект до 13 %, порівняно з альтернативними схемами.
3. Питомий економічний ефект від використання двоструминного повітророзподільника для подачі повітря закрученими і настильними струминами у виробничому приміщенні становить 6,68 грн / (рік·м^3/год) у цінах 2013 р.

Література

1. Гримитлин М.И. Распределение воздуха в помещениях / М.И. Гримитлин. – Изд. 3-е, [перераб. и доп.]. – СПб. : Изд-во "АВОК Северо-запад", 2004. – 320 с.

2. Возняк О.Т. Енергоощадність при повітророзподіленні настильними струминами / О.Т. Возняк, І.Є. Сухолова, Х.В. Миронюк // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Сер.: Теорія і практика будівництва. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2013. – № 755. – С. 44-47.

3. Возняк О.Т. Коефіцієнти загасання швидкості і температури повітророзподільника, що утворює закручену струмину / О.Т. Возняк, І.Є. Сухолова, Х.В. Миронюк // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Сер.: Теорія і практика будівництва. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2012. – № 737. – С. 29-32.

4. Возняк О.Т. Підвищення ефективності повітророзподілу у приміщенні при використанні закручених струмин / О.Т. Возняк, І.Є. Сухолова, Х.В. Миронюк // Motoryzacja i energetyka rolnictwa. Motorization and power industry in agriculture : зб. MOTROL. – Tom 12 C. – Lublin 2010. – Pp. 210-214.

5. Возняк О.Т. Повітророзподіл закрученими струминами у приміщеннях малого об'єму / О.Т. Возняк, І.Є. Сухолова, Х.В. Миронюк // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Сер.: Теорія і практика будівництва. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2011. – № 697. – С. 60-62.

6. ДБН Д.1.1-2-99. Вказівки щодо застосування ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи. – Зміни від 1 квітня 2008 р. – К. : Вид-во ЦМДБ/НВО "Созидатель", 2008. – 20 с.

7. ДСН 3.3.6.042-99. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

8. Каталог Арктос. [Электронный ресурс]. – Доступный с http://www.arktos.ru/catalogue.phtml?act=view&islast=0&chain=44:64

9. Возняк О.Т. Патент на корисну модель № 40185. Бюл. № 6, 25.03.2009. UA F24F 13/06. Повітророзподільник / О.Т. Возняк, І.Є. Сухолова // Промислова власність. – 2009. – С. 35-39.

Возняк О.Т., Миронюк Х.В., Сухолова И.Е., Сподинюк Н.А. **Экономическая эффективность использования воздухораспределителя с образованием закрученной и настилающейся струи**

Представлен технико-экономический расчет использования воздухораспределителя, который подает воздух в помещение закрученной и настилочной струями для обеспечения необходимых параметров приточного воздуха. Рассмотрено использование предложенного воздухораспределителя в помещении для производства топливных брикетов, а также сравнение предложенного с воздухораспределителем для подачи воздуха сверху-вниз коническими и неполными веерными струями ДПУ-М, воздухораспределителем для подачи воздуха сверху-вниз настилочными на потолок веерными струями 4АПР 600х600, а также с панельным воздухораспределителем 1ВПТ 900×595.

Ключевые слова: воздухораспределение, взаимодействие струй, закрученные воздушные струи, скорость движения.

Vozniak O.T., Myronyuk Kh.V., Sukholova I.Ye., Spodyniuk N.A. **The Economic Efficiency of Using Air Supply Device that Supplies Air with Swirl and Spread Air Jets**

Some technical and economic calculations of using an air supply device that supplies air with swirl and spread air jets to provide necessary parameters of incoming air are presented. The use of the offered air jet is considered in the apartment for production of fuel briquettes, and also using that air in an apartment involute and spread stream for providing necessary parameters of the revealing air. Comparison of the offered air supply device to an air supply device that creates conical and partly spread air jets DPU-M and to an air supply device that creates jets that spread on the ceiling 4APR 600×600 and to a panel air supply device 1VPT 900×595 are presented.

Key words: air distribution, interaction of air jets, swirl air jets, air velocity.

УДК 674.002.5:620.19

Аспір. В.В. Войтович;
проф. В.В. Шостак, д-р техн. наук – НЛТУ України, м. Львів

ВИЗНАЧЕННЯ РЕСУРСУ ВАЛА ТА ОСІ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО СТРІЧКОПИЛКОВОГО ВЕРСТАТА

Порушено проблему керування технічним станом стрікопилкових верстатів протягом їх експлуатації. В основі цієї проблеми лежить розроблення науково-обґрунтованої структури ремонтного циклу. Описано результати досліджень за методом Монте-Карло, ресурсу основних деталей механізму різання. Вісь розглянуто як статично не визначену систему. Розподіл напрацювань на відмову представлено логарифмічно-нор-