

5. Порівняльний аналіз напружено – деформованого стану ексцентриків показав, що для зниження матеріалоемкості конструкції треба модернізувати ексцентрик, що знизить матеріалоемність конструкції на 20% без зниження міцності конструкції.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Воронцов-Вельяминов В. П. Шагающий экскаватор-драглайн ЭШ4/40.
2. Домбровский Н. Г., Картвелишвили Ю. Л., Гальперин М. И. Строительные машины. Учебник для вузов. В 2 частях. Ч. 1-я.- М.: Машиностроение, 1976. - 391с.
3. Зеленин А. Н., Баловнев В. И., Керов И. П. Машины для земляных работ: основы теории разрушения грунтов, моделирование процессов, прогнозирование параметров. - М.: Машиностроение, 1975. - 422 с.
4. Артоболевский И. И., Теорія механізмів та машин М.: Наука, 1975.
5. Алямовский А. А. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А. А. Алямовский, А. А. Собачкин, Е. В. Одинцов, А. И. Харитонович, Н. Б. Пономарев. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 800 с.
6. Хмара Л.А. Анализ тенденций и перспектив развития подъемно-транспортных, дорожно-строительных и землеройных машин //: Зб.науч.тр. - Днепропетровск.- 1998.-вып.4.- С.5-8.

**УДК 691.53: 621. 65. 004.68**

**О.С. ВАСИЛЬЄВ, канд. техн. наук.**

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка*

### **МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ РЕСУРСНИХ ВИПРОБУВАНЬ ТЕРТЬОВИХ ДЕТАЛЕЙ БЕЗДІАФРАГМОВИХ РОЗЧИНОНАСОСІВ**

**Постановка проблеми.** Умови роботи тертьових деталей бездіафрагмових розчинонасосів потребують підвищеної зносостійкості їх поверхонь при контакті з абразивними частинками розчинів. Крім того, матеріал цих деталей повинен мати підвищену корозійну стійкість, оскільки будівельні розчини готуються на воді, а після роботи обов'язково порожнини насоса треба промивати.

Зараз постає питання суттєвого підвищення ресурсу роботи бездіафрагмових розчинонасосів. Для його розв'язання необхідно підібрати такі матеріали тертьових

деталей поршневої групи та застосувати таку обробку їх поверхонь, які б забезпечили належний ресурс роботи розчинонасоса.

**Аналіз публікацій.** Розглянувши методики проведення ресурсних випробувань подібної техніки [1, 2, 3], можна звернути увагу на те, що при цих випробуваннях основна увага приділена перевірці працездатності всієї машини. Але часто окремі вузли мають значно менший ресурс роботи порівняно з іншими, тому необхідно саме їм приділити увагу.

На основі вивчення й аналізу літературних джерел [3, 4, 5] можна намітити два шляхи підвищення надійності розчинонасосів – технологічний і конструктивний. Технологічний шлях підвищення надійності розчинонасосів полягає у підвищенні якості виготовлення деталей циліндропоршневої групи, клапанних і ущільнювальних вузлів, деталей привода, а також використанні зносостійких матеріалів для виготовлення цих деталей, застосуванні сучасних методів термічної й хіміко-термічної обробки. Крім того, використання плазмового напилювання й гальванічних покриттів, зокрема твердого хромування, дозволяє значно підвищити стійкість до абразивного зношування поверхневого шару деталей, що контактують із середовищем, яке перекачується.

Конструктивний шлях підвищення надійності передбачає створення такої конструкції розчинонасоса, що дозволила б забезпечити найбільш сприятливий режим подачі розчину при зниженні робочих, динамічних і контактних навантажень на деталі й вузли розчинонасоса, а також зниження негативного впливу абразивних часток, що входять до складу суміші, яка транспортується, на деталі циліндропоршневої групи й ущільнюючих вузлів.

Як видно, ці шляхи потребують зусиль щодо вибору вірних рішень та вимагають застосування певної методики, яка дозволить системно підійти до вибору найкращого варіанту.

**Мета.** Метою цього дослідження є формулювання порядку проведення ресурсних випробувань тертьових деталей бездіафрагмових розчинонасосів.

**Основна частина.** Враховуючи вищенаведене, розроблені передумови для створення методики ресурсних випробувань тертьових деталей поршневих розчинонасосів будь-якої конструкції, метою яких є підвищення ресурсу безвідмовної роботи.

1. Отже, перший етап випробувань вимагає аналізу умов експлуатації обладнання. Тобто необхідно визначитись, для транспортування яких сумішей створено даний вид

обладнання, з метою вибору складу розчину, на якому будуть відбуватися випробування.

2. Визначити матеріали, які найбільш стійкі до обраного середовища та найбільш придатні для виготовлення з них деталей розчинонасоса. Причому варто розглянути різні комбінації: дорогі та дешеві, прості та високотехнологічні, розповсюджені та рідкісні.

3. Далі виготовляються зразки певної форми, які перевіряються за допомогою установки для випробувань абразивної зносостійкості пар тертя, принцип роботи якої та випробувань на ній викладено у [5].

4. Після випробувань всіх запропонованих зразків визначається пара тертя, яка показала найкращу стійкість в обраному середовищі. З неї виготовляються тертьові деталі розчинонасоса, які паралельно можуть бути змінені конструктивно залежно від необхідності покращення інших властивостей.

5. Далі починається наступний етап випробувань за допомогою стенда для проведення ресурсних випробувань розчинонасосів, описаний у [6], який дає змогу перевірити стійкість робочих поверхонь в умовах, дуже наближених до виробничих, при різних навантаженнях та продуктивностях згідно з програмою випробувань.

6. Після стендових випробувань необхідно провести виробничі випробування, які дають змогу перевірити, чи дійсно ресурс роботи розчинонасоса збільшився чи нічого суттєво не змінилось.

7. Останній етап – це усунення всіх негативних явищ та конструкторських прорахунків, якщо такі виявлені, та при необхідності повтор всіх або декількох пунктів запропонованої методики.

За даним порядком було проведено випробування тертьових деталей диференціального розчинонасоса із проточним плунжером РНП-4 конструкції



Рис. 1. Загальний вигляд диференціального розчинонасоса із вертикальним проточним плунжером РНП-4.

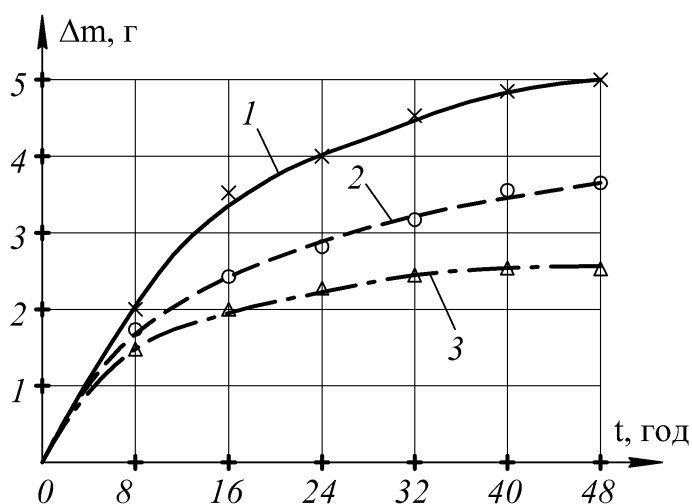


Рис. 2. Результати дослідження масового спрацювання полімерних матеріалів: 1 – гума 51-3029; 2 – гума РС 1-1106-050; 3 – поліуретан СКУ ПФЛ-100.

Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка (рис. 1).

Використовуючи послідовність, викладену вище, провели ресурсні випробування для отримання пари «плунжер – манжетне ущільнення», яка б мала найкращі показники по ресурсу роботи при транспортуванні будівельних розчинів різної рухливості.

Отже, при виборі матеріалу ущільнення, який підходить для умов роботи розчинонасоса, було враховано рекомендації щодо використання манжетних ущільнень залежно від умов експлуатації. На підставі розгляду нормативних та літературних джерел встановлено, що при терті гуми по металевій поверхні найбільш зносостійкою є гума, що має високу твердість, але, в свою чергу, при роботі у вільному абразивному середовищі – більш м'які типи гуми. Виходячи з цього, проведені попередні випробування перспективних матеріалів для ущільнення за допомогою розробленої установки.

Були виготовлені зразки із твердої гуми марки РС 1-1106-050 ТУ У600152135.050-97, м'якої гуми марки 51-3029 ТУ 38-1051082-86 та поліуретану СКУ ПФЛ-100 ТУ 38-В-203-71. Дослідження зразків здійснювались для оптимізації часу випробувань за прискореною програмою з використанням більш абразивного середовища [7]. Усі матеріали працювали в однакових умовах. Через певний час, визначений програмою випробувань, зразок знімали, ретельно очищували від продуктів зношування й висушували, після чого визначали зміну його ваги. Далі зразок ставили на випробування на черговий строк. За результатами випробувань було встановлено, що найбільш стійким до абразивного зношування є поліуретан (табл. 1).

Таблиця 1.

Результати визначення зношування зразків

Зразок	Зношування (зменшення ваги), г					
	8 год	16 год	24 год	32 год	40 год	48 год
Гума марки 51-3029	2	3,5	4	4,5	4,8	5,0
Гума марки РС 1-1106-050	1,8	2,4	2,8	3,2	3,6	3,7
Поліуретан СКУ ПФЛ-100	1,5	2,0	2,2	2,4	2,5	2,5

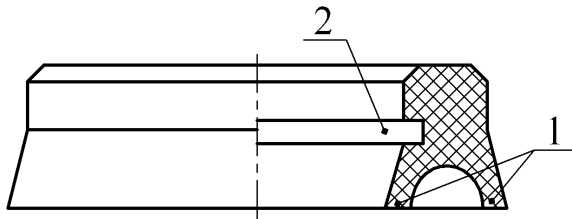


Рис. 3. Розроблення конструкції манжетного ущільнення: 1 – піскобрійна кромка; 2 – проточування.

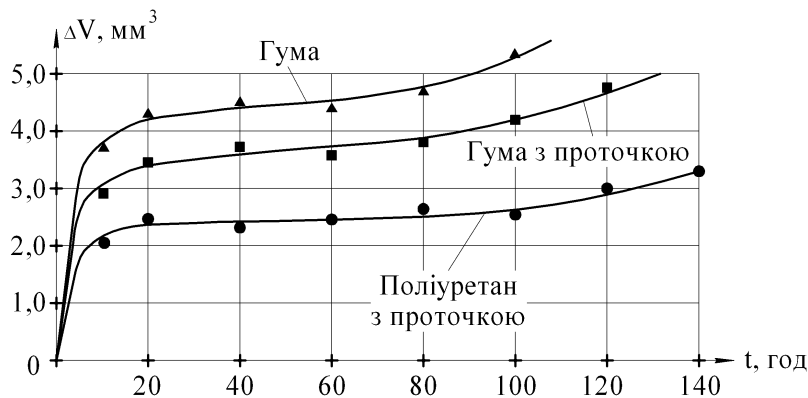


Рис. 4. Криві зношування.

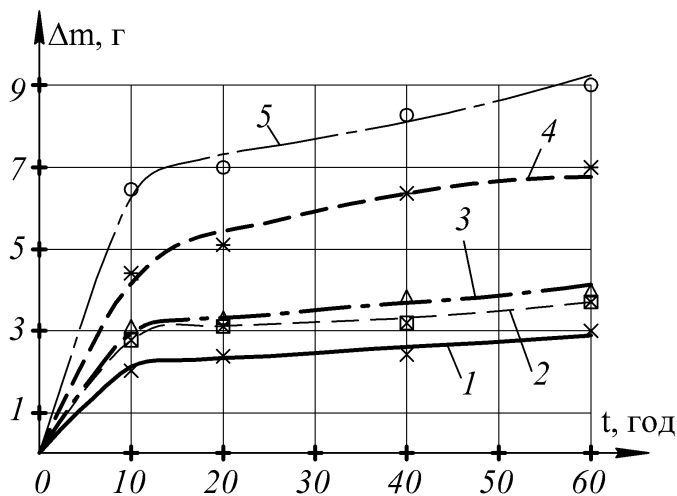


Рис. 5. Результати дослідження зносостійкості: 1 – сталь 40X13 із термообробленням СВЧ; 2 – сталь 40X із термообробленням СВЧ; 3 – сталь 38ХМЮА із азотуванням; 4 – сталь 45 із термообробленням СВЧ та хромуванням; 5 – сталь 20 із боруванням.

роботи якого описані в [6]. Випробування проводились з однаковою кількістю манжет кожного типу. Через установлені проміжки часу визначалась величина відносного зношування ущільнення для кожної серії випробувань. Усереднені результати цих досліджень наведені у вигляді графіка залежності зношування від

Ураховуючи теоретичні передумови, висвітлені в [8], та отримані експериментальні результати, які підтвердили припущення для зменшення тиску між гільзою та манжетою, тобто для забезпечення необхідної умови експлуатації пари тертя «тверда гума – м'яка піскобрійна кромка», було запропоновано кільцеве проточування на манжеті.

На підставі аналізу попередніх результатів для завершального етапу досліджень були виготовлені манжети трьох типів: перша – із твердої гуми, друга – із цієї ж гуми з проточуванням, третя – з поліуретану з проточуванням.

Манжети пройшли ресурсні випробування на натурному стенді, конструкція та принцип

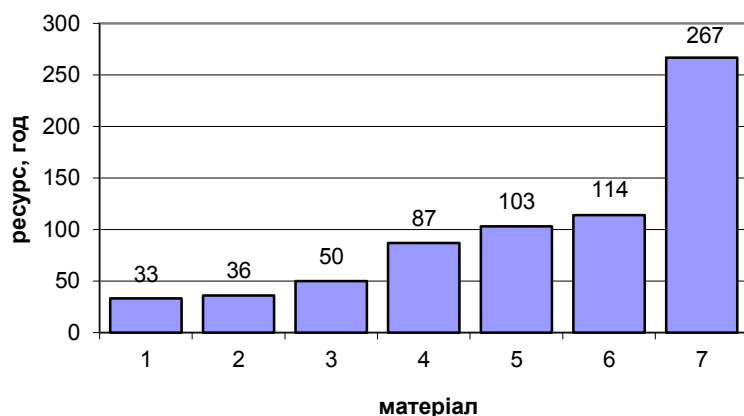


Рис. 6. Результати дослідження зносостійкості: 1 – сталь 20 з наступною цементацією і загартуванням; 2 – сталь 45 із загартуванням СВЧ; 3 – сталь 20 із бориркуванням; 4 – сталь 45 із термообробленням СВЧ та хромуванням; 5 – сталь 38ХМЮА із азотуванням; 6 – сталь 40Х із термообробленням СВЧ; 7 – сталь 40Х13 із термообробленням СВЧ.

матеріалів для плунжера. Для порівняння були взяті зразки таких матеріалів, які попередньо зміцнювались із застосуванням різних технологій: сталь 20 з наступною цементацією і загартуванням, сталь 45 із загартуванням СВЧ, сталь 20 з наступним бориркуванням, сталь 45 із загартуванням СВЧ і тонкошаровим хромуванням, сталь 38 ХМЮА з наступним газо-вим азотуванням, сталь 40Х із загартуванням СВЧ, сталь 40Х13 із загартуванням СВЧ. Послідовність випробувань залишилась такою ж, тобто за допомогою установки для випробувань абразивної зносостійкості пар тертя. Причому дослідження зразків здійснювались для оптимізації часу випробувань за прискореною програмою з використанням більш абразивного середовища. Усі матеріали працювали в однакових умовах. Результати зведені у таблицю 2.

часу. Величина зношування представлена у вигляді об'єму спрацьованого матеріалу, адже досліджувані ущільнення мають різну густину. Це дозволяє порівняти стійкість манжет.

Паралельно з випробуванням зразків матеріалів для манжет було проведено випробування зразків

Таблиця 2.

#### Результати визначення зношування зразків

Зразок	Зношування (зменшення ваги), г			
	10 год	20 год	40 год	60 год
Сталь 20 з наступною цементацією і загартуванням	8,5	9,6	10,7	11,9
Сталь 45 із загартуванням СВЧ	9	10,1	11,3	12,6
Сталь 20 з наступним бориркуванням	6,3	7,2	8,15	9,3
Сталь 45 із загартуванням СВЧ і тонкошаровим хромуванням	4,2	5,3	6,4	6,8
Сталь 38 ХМЮА з наступним газовим азотуванням	2,8	3,3	3,65	4,1
Сталь 40Х із загартуванням СВЧ	2,8	3,1	3,3	3,7
Сталь 40Х13 із загартуванням СВЧ	2,1	2,3	2,6	2,8

Подальші випробування проводились на стенді для ресурс-них випробувань розчинонасосів. У зв'язку з тим, що необхідно було визначити найкращу пару тертя, було прийняте рішення, щоб на стенді випробувались гільзи циліндропоршневої і плунжерної груп, виготовлені з різних матеріалів. Результати зведено у таблицю 3.

Таблиця 3.

Результати ресурсних випробувань плунжера, виготовленого з різних матеріалів

Матеріал гільзи	Сталь 20 з наступною цементациєю і загартуванням	Сталь 45 із загартуванням СВЧ	Сталь 20 із борируванням	Сталь 45 із термообробленням СВЧ та хромуванням	Сталь 38ХМЮА із азотуванням	Сталь 40Х із термообробленням СВЧ	Сталь 40Х13 із термообробленням СВЧ
Ресурс, год	33	36	50	87	103	114	267

**Висновки.** Запропоновано методику проведення ресурсних випробувань тертьових деталей бездіафрагмових розчинонасосів. Проведено випробування диференціального розчинонасоса із проточним плунжером РНП-4 та встановлено, що найкращим матеріалом для плунжера є сталь 40Х13, а для манжет – поліуретан СКУ ПФЛ-100. З цих матеріалів було виготовлено деталі розчинонасоса.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Браун Э.Д. Моделирование трения и изнашивания в машинах / Э.Д. Браун, Ю.А. Евдокимов, А.В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 1982. – 191 с.
2. Николич А.С. Поршневые буровые насосы / А.С. Николич. – М.: Недра, 1973. – 225 с.
3. Мкртычан Я.С. Повышение эффективности эксплуатации буровых насосных установок / Я.С. Мкртычан. – М.: Недра, 1984. – 207 с.
4. Пукас В.В. Прогрессивные технологические способы повышения долговечности деталей машин / В.В. Пукас, И.В. Петко, И.Е. Муратов. – К.: Техника, 1978. – 80 с.
5. Пат. 32576 Україна, МПК G01N 9/00. Пристрій для дослідження зносостійкості пар тертя / Онищенко О.Г., Васильев О.С.; заявник і патентовласник

ПолтНТУ ім. Ю. Кондратюка. – № u200713842; заявл. 10.12.07; опубл. 26.05.08, Бюл. №10.

6. Пат. 31818 Україна, МПК F04B 51/00. Стенд ресурсних випробувань розчинонасосів / Онищенко О.Г., Васильєв О.С.; заявник і патентовласник ПолтНТУ ім. Ю. Кондратюка. – № u 2007 1328; заявл. 29.11.07; опубл. 25.04.08, Бюл. №8.

7. Онищенко А.Г. Изменение абразивных свойств строительных растворов при многократном перекачивании растворонасосами / А.Г. Онищенко, А.С. Васильев, В.У. Устьянцев // Научные труды Кременчугского государственного политехнического университета (проблемы создания новых машин и технологий). – Кременчуг: КГПУ, 2001. – Вып. 1. – С. 474-475.

8. Онищенко О.Г. Дослідження роботи ущільнення насосної колонки диференціальних розчинонасосів / О.Г. Онищенко, О.С. Васильєв // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2007. – Вип. 20. – С. 15-19.

**УДК 625.73**

**К.Ц. ГЛАВАЦЬКИЙ, канд. техн. наук,**

**В.Е. ЧЕРКУДІНОВ, асистент, Я.В. ГРИЦАЙ, студент**

*Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту  
імені академіка В. Лазаряна*

### **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВЗАЄМОДІЇ ЗМІННОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ БЛОКУЮЧОЇ ДІЇ ГРУНТОУЩІЛЬНЮВАЛЬНОЇ ВІБРОПЛИТИ З ГРУНТОМ**

**Актуальність проблеми.** Всі відомі ґрунтоущільнювальні машини статичної і динамічної дії побудовані з урахуванням основного принципу ущільнення ґрунтів, а саме створення на поверхні ґрунту напружень, що не перевищують межу пластичності ґрунту.

Було б доцільно застосувати ці машини для зв'язних ґрунтів, створивши на поверхні контакту робочого органу і машини напруження, що перевищують межу пластичності, тим самим прискоривши процес ущільнення ґрунту під робочим органом (РО), оскільки розповзання ґрунту знижує продуктивність машини. А те, що ґрунт буде переміщуватись в вертикальному напрямку, можливо використати як корисну річ. За рахунок цього вже ущільненого ґрунту ми отримуємо передаючу ланку від поверхні РО