

Вирішальним при виборі матеріалів трибосопряжень є комплекс таких властивостей як втомна міцність, опір зносу і задиру, опір абразивного зносу і кавітаційній ерозії, висока термостійкість і опір термічній втомі [6,7].

Нові вимоги до матеріалів в двигунобудуванні виникають у зв'язку з розробкою нових видів паливних матеріалів. Альтернативним паливом є етанол. Його переваги: високе октанове число (110-115), менша (ніж у метанолу) корозійна активність. Найбільш поширена суміш 85% етанолу з бензином [8].

До головних завдань двигунобудування відносяться зниження витрат палива і зменшення токсичності вихлопних газів без погіршення інших показників двигуна. При використанні природного газу істотно знижується токсичність ВГ в порівнянні з бензином. У зв'язку з цим розробляють двигуни Homogeneous Charge Compression Ignition (HCCI), які працюють на природному газі. Відзначають тенденцію використання дизелів в легкових автомобілях [9]. Підкреслюють принципові переваги дизелів перед іншими типами двигунів, зокрема перед газовими турбінами [10].

Слід зауважити, що в науково-практичному напрямку тертя і зношування основними вимогами є висока технологічність виробництва двигунів, високі робочі характеристики, підвищення паливної економічності, зниження шкідливих викидів в навколишнє.

#### Список посилань

1. Golloch R., Merker G.P., Ressen U. та ін. Benefits of laser – structured cylinder liners for internal combustion engines. Tribology and Lubrication Engineering: 14 Intern. Colloq. Tribology (Jan. 13-15, 2004. Techn. Akad. Esslingen, Ostfildern) Ostfildern: Techn. Akad. Esslingen, 2004, Vol. 1. s. 321-328.
2. Takahiro Sako, Shunsaku Nakai, Koji Moriya et al. Дослідження роботи двигуна HCCI на природному газі. Jap. Soc. Mech. Eng. 2004. 70. №694. P.1583-1589.
3. Antrieb Bester Autofachmann. 2003. № 1. S. 5.
4. Pat. 10311996 Anordnung eines Abgasturboladers mit einem Trägergehäuse. BRD, МПК F 01 D 25/16. Опубл. 04.11.2004.
5. Иовлев В.И. Работы ЦНИДИ по турбокомпрессорам для наддува двигателей. Двигателестроение. 2004. №3. С. 3-4.
6. Jaguar packt den Diesel in den Tank. VDI – Nachr. 2003. №26. S. 13.
7. Dieselmotor seit 100 Jahren in der Schifffahrt im Einsatz. Konstr. Giessen. 2003. 28. №3. S. 12-14.
8. Schwaderlapp M., Dohmen Y., Andraos N. Base engine design improves fuel efficiency. Ing. Automob. 2003. №762. S. 44-46.
9. Yoshikazu Kuroda, Atsuro Iga, Kenji Seo. Експериментальні дослідження термічних напружень і деформації в головці циліндра дизеля. Jap. Soc. Mech. Eng. 2003. 69. №686. P. 2388-2395.
10. Iga A., Kuroda Y. The investigation of the thermal behaviour for the high-speed diesel engine cylinder head. Schiff und Hafen. 2004. 56. №4. P.29-30.

УДК 693.6.002.5

**Шаповал М.В., канд. техн. наук, доцент**  
**Вірченко В.В., канд. техн. наук, доцент**  
**Криворот А.І., канд. техн. наук, ст. викладач**  
**Скорик М.О., ст. викладач**  
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
vshapoval75@ukr.net

#### АНАЛІЗ РОБОТИ РОЗЧИНОНАСОСА РІЗНИХ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ

Проведений аналіз роботи сучасних діючих зразків розчинонасосів як закордонних, так і вітчизняних, який показав необхідність створення досконалих машин зі стабільним перекачуванням по трубопроводах будівельних розчинів зниженої рухомості і розчину при помірних пульсаціях та надійній роботі обладнання.

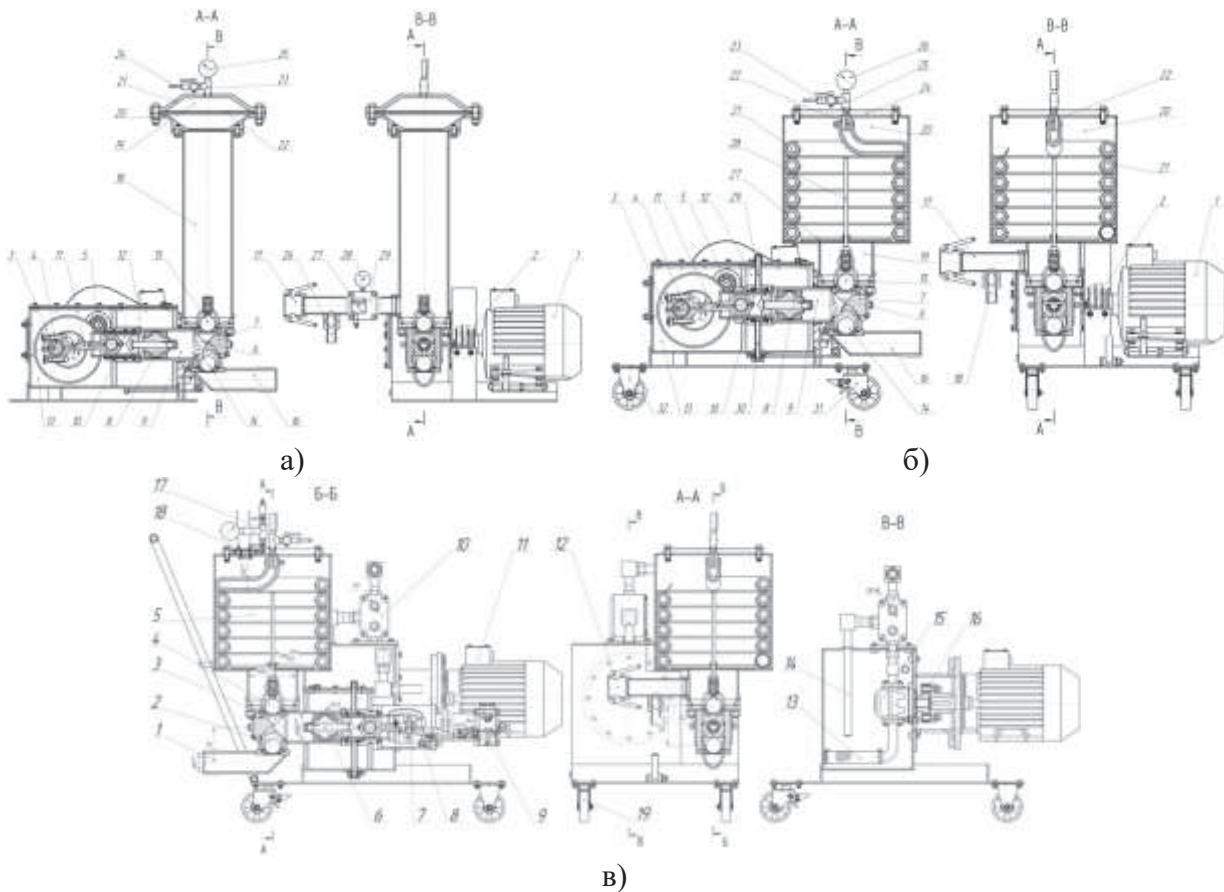


Рис. 1 – Однопоршневі розчинонасоси: а) з комбінованим компенсатором пульсації тиску; б – з комбінованим компенсатором збільшеного об’єму; в) гідроприводний з комбінованим компенсатором збільшеного об’єму

Згладжування пульсацій тиску до помірному рівня у однопоршневого розчинонасоса забезпечує комбінований повітряний компенсатор з двома камерами: одна з вільним, а друга зі стиснутим повітрям.

Сумарний приведений об’єм повітря в обох камерах забезпечує необхідне згладжування пульсацій тиску розчину.

Представлено однопоршневий розчинонасос з використанням комбінованих компенсаторів пульсації тиску (рис. 1, а) та збільшеного об’єму (рис. 1, б, в).

Розчинонасос із комбінованим компенсатором пульсації тиску (рис. 1, а) містить горизонтально розташований робочий циліндр з поршнем, який обварено гумою, та штоком; привод поршня від кривошипно-шатунного механізму; всмоктувальну камеру, в середині якої закріплена вставка фасонної форми, та нагнітальну камеру зі всмоктувальним і нагнітальним кульовими клапанами, всмоктувальний і нагнітальний патрубки. Комбінований компенсатор збільшеного об’єму [1, 2] (рис. 1, б, в) оснащено циліндричною і замкненою камерою зі стиснутим повітрям. Замкнена камера складається із закрученого в кільця гумотканинного шлангу по периметру циліндричної камери та має поплавок-обмежувач, що розташований по центру циліндричної камери на направляючому стрижні. У штоковій порожнині розміщені каналні патрубки, які забезпечують інтенсивне промивання та охолодження поверхні плунжера і стікання дисперсного абразиву у спеціальні кармани, які знаходяться у нижній частині штокової порожнини.

З метою зниження рівня пульсацій та підвищення ресурсу роботи тертьових деталей циліндро-поршневої групи за рахунок зниження поперечних зусиль виконано зміщення осі вала кривошипа відносно осі його поршня  $\ell$  та теоретично визначено його раціональну величину, яка складає  $1/2$  радіуса кривошипа або 20 мм (рис. 1, а, б).

Встановлено геометричні розміри всмоктувального та нагнітального клапанів: діаметр кульки клапана  $D=50$  мм і діаметр сідла клапана  $d=40$  мм. При цьому обґрунтовано, що найменші пульсації подачі розчину забезпечує висота підйому кульки клапана над сідлом  $h=15$  мм. Розкрито механізм впливу тиску, під яким здійснюється подача розчинів, на об'ємний ККД розчинонасоса. Визначено, що за рахунок стиснення повітря у розчині тиск впливає на об'ємний ККД розчинонасоса.

Результати експериментальних досліджень вказують, що пульсації у розчинонасоса з комбінованим компенсатором пульсації тиску більші на 15% при рухомості розчину  $\Pi_1=8$  см, на 12% при  $\Pi_2=10$  см та на 6% при  $\Pi_3=12$  см в порівнянні з гідроприводним розчинонасосом, який оснащено комбінованим компенсатором збільшеного об'єму.

Експериментальним шляхом визначено, що повітря з циліндричних камер комбінованих компенсаторів розчинонасоса видаляється під впливом таких факторів як: тиск розчину, рухомість перекачуваних розчинів, температура розчину чи повітря та перемішування розчину з повітрям. Результати досліджень впливу прийнятих факторів на продуктивність насоса та об'ємний ККД показують, що ці показники вищі у гідроприводного розчинонасоса з комбінованим компенсатором збільшеного об'єму. При цьому суттєво знижується рівень пульсацій тиску відповідно на 25, 30%. Для ефективної роботи розчинонасоса (з механічним та гідравлічним приводом) та комбінованим компенсатором збільшеного об'єму одержані діапазони раціональних технологічних параметрів: рухомість розчину  $\Pi = 9,5 \dots 10,5$  см; тиск розчину  $p = 1,0 \dots 1,5$  МПа; приведений об'єм повітря компенсатора до атмосферних умов  $V_{комп} = 43 \dots 50$  дм<sup>3</sup>; кут нахилу спеціальної вставки у всмоктувальній камері  $\beta = 37,5 \dots 52,5^\circ$ .

Багатофакторний експеримент показав, що максимальне значення 82% об'ємний ККД розчинонасоса (рис.1) досяг при перекачуванні будівельних розчинів рухомістю  $\Pi$  8 см зі спеціальною вставкою під кутом нахилу  $\beta = 45^\circ$  у всмоктувальній камері та підпружиненим нагнітальним клапаном. За рахунок таких конструктивних рішень значення об'ємного ККД розчинонасоса при перекачуванні розчину  $\Pi$  8 см зросло на 10, 23% і 25% відповідно.

Аналіз розрахункових та експериментальних результатів досліджень свідчить про те, що показник потужності для усіх випадків у розчинонасоса з комбінованим компенсатором збільшеного об'єму менший в порівнянні з розчинонасосом, який оснащено комбінованим компенсатором пульсації тиску. При цьому діапазони раціональних технологічних параметрів наступні:  $\Pi = 10 \dots 11$  см;  $p = 1,0 \dots 1,5$  МПа;  $V_{комп} = 47 \dots 56$  дм<sup>3</sup>;  $\beta = 37,5 \dots 52,5^\circ$  [2]. Витрати потужності у гідроприводного розчинонасоса з комбінованим компенсатором збільшеного об'єму на 23% менші в порівнянні з умовами, при яких оснащено комбінованим компенсатором пульсації тиску.

**Висновок:** Результати досліджень вказують на те, що розчинонасоси (рис.1, а, б) доцільно використовувати при подачі розчину на поверхні чи під час нанесення на оброблювані поверхні методом безкомпресорного соплування переважно для котеджного будівництва. А гідроприводний розчинонасос [1] (рис.1, в) доцільно використовувати в штукатурних комплексах чи гідроприводних штукатурних станціях для масштабного оштукатурювання робочих поверхонь будівельних конструкцій завдяки плавному регулюванню подачі розчину, низькому рівню ступеня пульсації тиску на рівні 15% та високому рівню об'ємного ККД. Такий рівень ступеня пульсації тиску розчину забезпечить високу якість під час оздоблювальних робіт.

#### Список посилань

1. Коробко Б.О. Порівняльний аналіз технічних параметрів розчинонасоса з комбінованим компенсатором збільшеного об'єму при різних конструктивних концепціях привода / Б.О. Коробко, В.В. Вірченко, М.В. Шаповал // Building innovations – 2020 : зб. наук. пр. за матеріалами III Міжнар.

азерб.-укр. наук.-практ. конф. (1 – 2 черв. 2020 р., Баку – Полтава). – Полтава : Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2020. – С. 106-109.

2. Шаповал М.В. Аналіз роботи однопоршневого розчинонасоса на основі трьохфакторного експериментального дослідження / М.В. Шаповал, В.В. Вірченко М.О Скорик, А.І. Криворот // Науковий вісник будівництва. – Х.: ХНУБА, 2020. – Т.101, №3. – С.182-190. – DOI:10.29295/2311-7257-2018-101-3-182-190

УДК 621.923

**Погребняк Р.П., канд. техн. наук., доцент  
Коптілій О.В., ст. викладач**

Національна металургійна академія України, м. Дніпро, [pogrebnyakk@ukr.net](mailto:pogrebnyakk@ukr.net)

## **СПЕЦІАЛЬНІ ВЕРСТАТИ ДЛЯ ОБРОБКИ ЗАЛІЗНИЧНИХ КОЛІС В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЯХ МАСОВОГО ВИРОБНИЦТВА**

Оброблюванню прокатоної заготовки залізничного колеса обов'язково підлягає поверхня катання, гребінь, обід із внутрішньої й зовнішньої сторони колеса й розточується отвір у маточині. Колеса швидкісного рухомого складу або колеса з особливими вимогами після термообробки остаточно обточуються по всій поверхні. Операційна технологія механічної обробки на кожному виробництві індивідуальна (у тому числі для обробки різних коліс у рамках одного підприємства) й урахує можливості встановленого устаткування й технічні вимоги до одержуваної продукції. Механічну обробку коліс проводять до термічної обробки або після її. Застосовують також комбіновану схему, коли колеса механічно обробляються до й після термообробки. Наприклад, у Японії на заводах фірми "Sumitomo Kindzoku Kogyo" механічну обробку проводять двічі - до й після термічної обробки. Очевидно, що фінішна обробка термічно обробленого колеса дозволяє усунути геометричні похибки форми й розмірів, але скорочує продуктивність верстатів і суттєво збільшує витрату різального інструменту. Твердість готового колеса досягає величини 400НВ, тому для чистової механічної обробки загартованих коліс використовують спеціальні верстати й інструмент.

Основу технологічного потоку механічної обробки становлять спеціальні колісотокарні верстати карусельного типу. В основному застосовують одне-або двохстосечні карусельні верстати із двома-чотирма супортами, які оснащені електрокопіювальними пристроями або ПЧПК. Найбільш сучасні ділянки цехів з обробки коліс містять у собі автоматизовані потокові лінії (Німеччина, Чехія) або роботизовані комплекси (Італія, Франція, Японія).

Міжнародним стандартом ISO1005-6 [1] передбачені три рівні механічної обробки поверхонь залізничних коліс: чорнова(груба), напівчистова й чистова. При грубій обробці колесо піддається чорновій механічній обробці повністю або по певних поверхнях. При напівчистовій обробці частина елементів колеса піддаються чистовій механічній обробці, а інша частина - грубій. При чистовій обробці відбувається остаточне обточування всіх елементів колеса крім остаточної обробки отвору маточини.

Відомим виробником колісотокарних верстатів у Європі є польська компанія "Rafamet", в основному встаткуванням якої оснащені підприємства залізниць країн Східної Європи й колишнього СРСР. Компанія випускає спеціальні карусельно-токарні напівавтомати для обробки коліс ККА125, ККВ125 (ККВ125Н з ЧПК), КСМ 150NM, ККВ150N і карусельно-розточувальної напівавтомат ККBS125 для обробки маточин залізничних коліс. На верстатах ККА125 і ККВ125 можуть бути встановлені три або чотири супорти, на верстаті ККBS125 встановлені два супорти. У зв'язку із цим схеми обробки коліс можуть бути різні аж до обробки по всіх поверхнях.

У Великобританії колеса обробляють на верстатах компанії "Kreven"[2]. На деяких заводах Німеччини обробка коліс виробляється на токарно-карусельних верстатах KE12 і