УДК 621.891

РЕМОНТ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ РОТОРНО-ПЛАСТИНЧАСТИХ КОМПРЕСОРІВ, ЗАДІЯНИХ В АВТОПЕРЕВЕЗЕННЯХ БЕЗТАРНИХ СИПУЧИХ ВАНТАЖІВ

А. Вербовий, група МЗ-21
В. Тарасов, група АТ-22МБ
С. Маркович, канд. техн. наук, доцент
Центральноукраїнський національний технічний університет

Сипучі вантажі є невід'ємною частиною галузей промисловості, таких як аграрне виробництво, продовольство, будівництво, металургія тощо. Різні типи основних товарів потребують використання певних транспортних засобів. Особливо це актуально при перевезенні продуктів харчування – борошна та будівельних матеріалів – цементу в умовах промислового виробництва, коли застосування мішків та біг-беків нерентабельне. Значні об`єми перевезень та необхідність швидкого завантаження - розвантаження в умовах безперервного виробництва ще більше ускладнюють задачу[1,2,3].

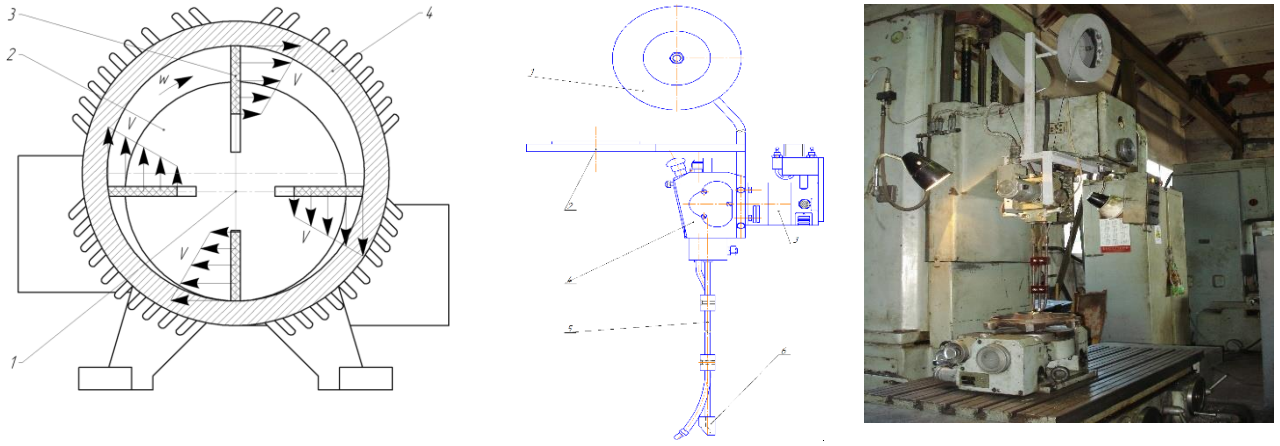
Для безтарного перевезення даних типів вантажів широкого застосування набули автомобілі-цистерни – борошновози та цементовози . При даному типу перевезень вантажу надаються властивості текучості за допомогою стислого повітря і він транспортується в ємності та силоса. Нагнітання повітря забезпечується компресорною установкою з електроприводом. Застосовується компресор шиберного типу ВР-8/2,5, що забезпечує аерозольне транспортування сипких матеріалів як в режимі компресора так і в режимі вакуум насоса [2,4,5].

Функціонування компресора відбувається в умовах сухого тертя без мастила, що обумовлено властивостями вантажу і викликає прискорене спрацювання внутрішнього отвору корпусу в зоні контакту з шиберами. Це приводить до еліптичності внутрішнього отвору корпусу, падіння продуктивності та поломок шиберів [6,7].

На даний час накопичено значний досвід відновлення внутрішніх поверхонь деталей електродуговим напиленням (ЕДН) з забезпеченням необхідної зносостійкості, завдяки складу порошкових дротів (ПД), при цьому зміна складу шихти ПД дозволяю впливати на властивості покриттів з урахуванням придатності до механічної обробки [8,9,10]. Застосування даної технології для відновлення високовартісної та технологічно складної деталі – корпуса компресора, обумовлює постановку задачі дослідження.

Постановка завдання. Розробити технологічний процес відновлення деталі ЕДН з вибором електродних матеріалів л ПД, устаткування, режимів нанесення та механічної обробки для забезпечення зносостійкості корпуса та мінімального спрацювання шиберів.

Виклад основного матеріалу. Для нанесення покриття на внутрішню поверхню корпуса компресора (рис.1,а) застосовувався електродуговий розпилювач КНТУ-4М з подовженими направляючими для електродних дротів (рис. 1,б). Електродуговий розпилювач базувався на шпинделі вертикально-розточного верстата, що і забезпечувало рух подачі (рис 1,в). Живлення електродугового розпилювача здійснювалось за допомогою зварювального випрямляча ВС-500. Корпус компресора кріпився на універсальному поворотному столі з електроприводом, що забезпечував обертання деталі. Нанесення покриття здійснювалось на слідуючих режимах: напруга на дротах – 36 В, сила струму – 200-220 А, тиск розпилюючого повітря – 0,6 МПа, обертальний рух деталі - 36 об/хв., подача - 0,15…0,25 мм/об товщина шару – залежно від величини зносу.



а б в

Рисунок 1 -Технологічні особливості відновлення корпусів компресора: а) корпус насоса в розрізі та схема дії сил:1 – вісь ротора; 2 – ротор; 3 – пластина; 4 – корпус; б) електродуговий розпилювач: 1 - касети з дротами, 2 – фланець кріплення, 3 – електродвигун постійного струму, 4 – корпус редуктора; 5 – направляючі для ПД, 6 – сопло розпилювача; в); компоновка технологічного обладнання.

В якості електродних дроті застосовувався ПД мартенситного типу зміцнення з дослідженням придатності покриттів до лезової обробки, згідно таб.1.

Таблиця 1 – Розрахунковий склад ПД та властивості покриттів з мартенситним зміцненням

№ п/п	Розрахунковий склад ПД, % мас.						$\sigma_{окр.max}$, МПа	HV 200	$\sigma_{зч.}$ МПа
	Cr	C	Al	Mo	Si	Mn			
6	4,2	0,48	2	-	2	1,5	11	350	35
7	4,2	0,48	2	1	2	1,5	10	360	40
8	5,6	0,64	2	-	2	1,5	4,0	450	35

Встановлено, що в покриттях з мартенситним зміцненням вміст алюмінію у шихті ПД не має перевищувати 2%. При збільшенні вмісту алюмінію понад 2% при наявності 2% Si унеможливлюється мартенситне перетворення у покритті. При плавленні ПД алюміній взаємодіє у розплаві краплини з проходженням алюмотермічної реакції з виділенням великої кількості тепла. Додаток алюмінію у шихту ПД сприяє збільшенню контактної температури при ударі краплини об поверхню зразка і, як наслідок, утворення ділянок мікро приварювання напиленого покриття. При цьому суттєво зростає міцність зчеплення покриття із основою.

Властивості покриттів та зносостійкість лезового інструменту при їх обробці. При зростанні вмісту ферохрому у покритті від 20 до 60% вміст вуглецю у ПД зростає від 0,32 до 0,96, тобто у 3 рази, проте, як показують результати збільшення вмісту вуглецю, несуттєво збільшує твердість покрить. Для покрить з мартенситним зміцненням немає кореляції зносу різця із твердістю покрить. Найменший знос різця зумовлює покриття, яке містить у своєму складі додатково 1% Mo. Збільшення вмісту вуглецю у покритті понад 0,40% приводять до катастрофічного зносу різця або сколу ріжучої кромки.

Для покриттів мартенситного типу є властивий низький рівень залишкових напружень розтягу σ окр.max. Це зумовлено тим, що при проходженні мартенситного перетворення у покритті під час його кристалізації на поверхні стальної основи, об'єм покриття зростає. Зменшений рівень залишкових напружень розтягу, а також наявність 2% алюмінію у покритті забезпечує високу міцність зчеплення покриття з основою.

Для підвищення чистоти внутрішньої поверхні корпуса застосовувалась механічна обробка у вигляді розточування з подальшим платовершинним хонінгуванням. Застосування хонінгування дозволило суттєво зменшити спрацювання текстолітових шаберів (рис.2) та збільшити міжремонтний ресурс насоса.



а б

Рисунок 2 – Спрацювання текстолітових шиберів в парі з чавуном а) та покриттям, обробленим платовершинним хонінгуванням б)

Проведені дослідження покриттів показали високу зносостійкість отриманих покриттів.

Експлуатаційні випробування вакуумних насосів показали, що зносостійкість внутрішньої поверхні насоса підвищилась 1,3 рази, що дозволяє прогнозувати підвищення довговічності агрегату.

Висновки.

1. Розроблено ефективну технологію відновлення корпусів роторно-пластинчастих компресорів ЕДН з застосуванням ПД.

2. Завдяки оптимізації складу ПД отримано покриття з зміцненням мартенситного типу, що дозволило підвищити зносостійкість поверхні в 1,3 рази.

3. Застосування в шихті ПД 2% алюмінію дозволило підвищити міцність зчеплення покриття з основою, а додаток в шихту ПД 1% молібдену підвищує придатність покриття до механічної обробки.

4. Застосування платовершинного хонінгування зменшує знос текстолітових шаберів та підвищує міжремонтний ресурс насоса.

Список літератури

1. Наказ № 21 - Наказ Міністерства транспорту України "Порядок і умови організації перевезень пасажирів і багажу автомобільним транспортом" від 21.01.98 р. № 21.
2. Дудко, С. Д. Технічне забезпечення зберігання і транспортування сировини для борошняних кондвиробів / С. Д. Дудко, В. І. Оболкіна, Є. Б. Сидорченко // Продовольча індустрія АПК. – 2011. – № 5. – С. 8 – 11.
3. Wielage B. Iron-based coatings arc-sprayed with cored wires for applications at elevated temperatures / Wielage B., Pokhmurska H., Student M., Gvozdeckii V.,Stupnytckyi, Pokhmurskii V. // Surface and coating technology 2013, №220, 27–35.
4. Abrasive Wear Resistance and Tribological Characteristics of Electrometallized Composite Coatings / Student, M.M., Markovych, S.I., Hvozdetskyi, V.M., Kalakhan, O.S., Yuskiv, V.M. // Materials Science, 2022, 58(1), pp. 96–104
5. Мажейка О.Й. Дослідження мікроструктури і трибологічних характеристик електродугових покриттів, придатних до обробки лезовим інструментом / Мажейка О.Й., Маркович С.І., Рябоволик Ю.В. , Студент М.М. // Проблеми тертя та зношування, №52 с. 168-177
6. Optimization of the Chromium Content of Powder Wires of the Fe–Cr–C and Fe–Cr–B Systems According to the Corrosion Resistance of Electric-Arc Coatings / Stupnyts'kyi, T.R., Student, M.M.,Pokhmurs'ka, H.V., Hvozdets'kyi, V.M Materials Science // September 2016, Volume 52, Issue 2, pp 165–172
7. Mechanical Properties of Arc Coatings Sprayed with Cored Wires with Different Charge Compositions / Student, M., Hvozdetskyi, V., Stupnytskyi, T., Oleksandra Student, Pavlo Maruschak, Prentkovskis, O., Skačkauskas, P. // Coatings, 2022, 12(7), 925
8. Маркович С.І . Дослідження звязку зносостійкості з фізико-механічними властивостями покриттів, нанесених електродуговим напиленням різнорідних дротів. // Проблеми тертя та зношування.–Київ, 2007 с. 16-18
9. Мажейка. О.Й. Методологія формування та трибологічні характеристики електродугових покриттів при зміцненні внутрішніх поверхонь./ Мажейка О.Й., Маркович С.І., Рябоволик Ю.В. // Проблеми тертя та зношування, 2010. с. 154-162
10. Маркович С.І. Оптимізація складу додатків в шихту порошкових дротів для електродугового напилення зносостійких покриттів //Зб. наукових праць Кіровоградського технічного університету „Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація". Кіровоград. – 2007. №18. С. 158- 164.