

Б.Д. Халмурадов, канд. мед. наук, С.М. Занько
(Національний авіаційний університет)

ВИРОБНИЧИЙ РИЗИК ПРИ ВИКОРИСТАННІ ПАР ТЕРТЯ У ПРЕЦИЗІЙНИХ МЕХАНІЗМАХ СИЛОВИХ АГРЕГАТІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Вступ. У наш час, при виконанні процедур пов'язаних із вступом України у Євросоюз і виходом її продукції на Європейський ринок, особливої актуальності набувають питання забезпечення ризик-орієнтовного підходу при оцінці стану охорони праці на промислових об'єктах, транспорті тощо, оскільки загально прийняті у технологічно розвинених країнах стандарти OHSAS 18001:2010 (менеджмент охорони праці) та ISO 9001:2000 (системи менеджмент якості) ідентифікують якість продукції із безпекою праці.

Сучасний стан проблеми. В Україні за 2015 р. на виробництві було травмовано 4260 осіб (375 смертельно), що у порівнянні з 2014 р. менше відповідно на 2058 і 173 особи.

Але беручи до уваги ту обставину, що майже 30% усієї валової продукції до середини 2014 р. давали підприємства різних галузей, які зараз знаходяться у зоні АТО і не працюють, то можна зробити висновок про те, що показники виробничого травматизму за останні роки у цілому майже не змінилися [1].

Відносно АР Крим можна зауважити тільки те, що наведені у зазначеному джерелі [1] за 2014 р. показники не можливо прийняти до уваги з-за тієї ж причини і з відсутністю даних про стан виробництва, починаючи з другого кварталу 2014 р. Але існують інші данні щодо показників. Так на сайті Харківської ОДА станом на 1 жовтня 2015р. повідомляється [2], що за 8 місяців у порівнянні з відповідним періодом 2014 р. загальний виробничий травматизм у області знизився на 31%, а смертельний – більш ніж у три рази. При цьому не вказуються показники економічної діяльності і кількість працівників

Дослідження і впровадження нових методів та засобів оцінки і зниження виробничого ризику, при виготовленні і експлуатації елементів і вузлів прецизійних механізмів (зокрема, плунжерних пар насосів, гідромоторів, двигунів внутрішнього згоряння) транспортних засобів (авіа-, авто-, суднобудівельних і залізничних), які є потенційно небезпечними з можливістю призведення до соціальних і економічних збитків, а також до травмування і загибелі людей, дозволяють значно поліпшити стан охорони

праці а, відповідно, і якість цих вузлів, знизити небезпеки при використанні. Це дає можливість для економії фінансових і матеріальних ресурсів в умовах розвитку технічного прогресу, однією із головних характеристик якого є довговічність і ремонтпридатність. Адже пристрої вищезазначених засобів експлуатуються у різних середовищах при значних коливаннях динамічних і температурних показників, у тому числі і в закритих системах, які є важкодоступними для контролю їх технічного стану, ремонту та відновлення. Особливо це стосується пар тертя, що є високовартісною процедурою і призводить до зростання накладних витрат при їх експлуатації, оскільки навіть у розвинених країнах ремонтом різних складних механізмів, на які витрачається п'ята частина усього металу, що виплавляється, зайнято біля 30% загальної чисельності робітників і така ж частина верстатного парку.

Відомо також, що діапазон змін показників безвідмовності елементів і вузлів гідронасосів знаходиться у межах від $10^{-5} \dots 10^{-3}$ до $10^{-3} \dots 10^{-1}$, і їх прискорене напруження на відмову збільшує ризик травмування працівників поряд з організаційними і психофізіологічними його причинами.

Табл.1

Показники безвідмовності гідравлічного обладнання (за [3])

№	Найменування обладнання	Інтенсивність відмов	Значення, 1/год.
1.	Насоси гідравлічні	Під час роботи	0,0004
2.	Клапани гідравлічні з приводом від електродвигуна	При відкритті При утриманні у відкритому положенні	0,0001 0,0005
3	Клапани гідравлічні з приводом від соленоїду	При відкритті При утриманні у відкритому положенні	0,0004 0,0002
4.	Трубопроводи гідравлічні	При навантаженні	1×10^{-9}
5.	Циліндри гідравлічні	При навантаженні	0,00009
6.	Зворотні клапани	При роботі	0,00003
7.	Датчики тиску	При вимірюванні	0,00005
8.	Манометри	під навантаженням	0,00005
9.	Витрати вимірювач гідравлічний	При роботі	0,0003
10.	Посудини високого тиску	руйнування	0,00005

Причини і можливість виникнення виробничої травми у результаті нещасного випадку (НВ) залежать від цілого комплексу причин таких як: характеру і умов сучасної праці, особливостей технологічного процесу, обладнання, ергономічних параметрів показників робочого місця (РМ), а також психофізіологічних характеристик людини-оператора. Але із відомих

причин у наш час виділяються три основні їх класи – організаційні, технічні та психофізіологічні.

На рівень перших впливає якість організації праці на всій протяжності технологічного процесу від прохідної підприємства до робочого місця, включаючи дотримання правил використання чи експлуатації транспортних засобів, обладнання, інструментів, території, відсутність чи задіяність засобів колективного і індивідуального захисту, порушення або недоліки в організації РМ, невиконання, або недотримання різних правил і норм не лише при здійсненні основних виробничих завдань, а і при складуванні та зберіганні, матеріалів, пристроїв, готової продукції, а також недоліки у організації праці і відпочинку, надзорі за їх дотриманням та у навчанні працівників і їх атестації безпечним методам роботи і т. ін.

Технічні причини відрізняються не лише станом, досконалістю і відповідністю існуючим сучасним вимогам техпроцесів, обладнання, інструменту, засобів захисту, споруд і приміщень, міцністю і витривалістю елементів і вузлів, їх напрацювання на відмову, (табл.1) а і порушеннями санітарно-гігієнічних вимог, що призводить до виникнення на робочому місці у всьому виробничому приміщенні, підвищених рівнів шуму вібрації, концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони, несприятливому освітленню, ненормованих метеорологічних умов праці та ін.

Увесь перелічений комплекс причин впливає на ті роботи, що пов'язані з безрозбірними варіантами відновлення як найбільш економічними, оскільки вони дозволяють скоротити витрати на ремонт і подовження ресурсу роботи обладнання, а також зниження ризику травмування за рахунок післяремонтного збільшення напрацювання на його відмову. Одним з таких методів є використання альтернативних джерел енергії, зокрема магнітного поля (МП), для переносу феромагнітних матеріалів на поверхні пар тертя, які зношуються у процесі експлуатації. Це пов'язане із здатністю наведеного постійним магнітом магнітного поля (МП), навіть невеликої напруженості, змінювати швидкість електрохімічних і хімічних характеристик матеріалів в умовах нестабільного стану, в яких вони знаходяться у вузлі тертя.

Однак його широке впровадження уповільнюється, оскільки для такого методу недослідженим є питання причин розбіжності у дії МП у різних умовах експлуатації вказаних матеріалів і механізму цієї дії. За основу у роботі прийнято обґрунтування щодо здатності МП змінювати напрямок масопереносу заряджених часток не тільки в агресивних, а і в інших існуючих мастильних середовищах, оскільки вони складаються із заряджених часток іонів. Номенклатура сучасних гідравлічних і мастильних систем постійно розширюється, що вимагає підвищення ресурсу і надійності безвідмовної роботи пар тертя гідравлічних і інших систем. Тому розробка ризик-орієнтовного науково-методичного забезпечення процесу безрозбірного відновлення плунжерних пар гідронасосів при використанні МП дозволить підвищити їх післяремонтну якість і зменшити показники виробничого ризику у процесі їх подальшої експлуатації, що є актуальною задачею.

У наш час відомим є декілька методів і технологій відновлення і ремонту плунжерних пар, які базуються, як на механічній обробці їх поверхонь тертя, наприклад, шліфуванням, так і на нанесенні композиційного покриття, зокрема, хромуванням [4] або наплавленням [5]. Але з точки зору оптимізації процесу відновлення за правилом «ціна - якість» для забезпечення заданої довговічності або напрацювання на відмову, тобто зменшення ризику виникнення травмонебезпечної ситуації при використанні транспортних засобів з механізмами типу гідроциліндри, паливні насоси тощо, основним вузлом яких є плунжерні пари, необхідно використовувати системне проектування.

Метою роботи є шляхи підвищення ресурсу гідравлічного обладнання з метою зменшення ймовірності аварійних ситуацій. У зв'язку з вищезгаданим постає актуальність вказаної проблеми, необхідність поглибленого дослідження зношення і відновлення пар тертя при дії на них магнітного поля в умовах використання мастильних середовищ на основі системного підходу та методів системного аналізу зумовили вибір теми, актуальність і цільову спрямованість даної роботи.

Для вирішення згаданої проблеми була розроблена методика оцінки зміни топографії поверхонь пар тертя напрацюванням на відмову і моделювання показників виробничого ризику, та інформаційно-вимірjuвальний комплекс з вузлом тертя, фотокамерою, електродвигуном змонтованих на станині з мікроскопом, таким чином, що через його об'єктив подається сфокусоване освітлення на дільницю тертя металевого зразку перпендикулярно площині тертя, та, відбиваючись від працюючої об'єктивної поверхні, проходить через оптичну вісь у зворотному напрямку і фокусується у фотокамері, спеціально підготовленого магніту, вмонтованого під площиною контртіла на об'єктиві фотокамери так, щоб магнітні лінії перетинали площину тертя, тензометричної балки з пружиною для навантаження, датчика вібрації, диску з контртілом і двох комп'ютерів для прийняття вібраційного сигналу та оброблення і фотографування поверхонь тертя, що дозволяє у динамічному режимі здійснювати моніторинг змін топографії поверхонь пар тертя, оцінювати кількісні і якісні параметри відновлення зношених поверхонь, збільшення терміну їх напрацювання на відмову, а відповідно і виробничого ризику;

Дана методика дозволила встановити, що при безрозбірному відновленні пар тертя розташування робочих поверхонь на полюсі N постійного магніту зміщує механізм тертя у сторону відновлення у феромагнітних матеріалів, а процес намагнічування у мастильному середовищі часток зношеного матеріалу супроводжується їх утриманням у зоні тертя з подальшим налипанням на найбільш енергетично нестабільні зони тертя, що дозволяє стабілізувати, в умовах часу зміни стомлюючої міцності матеріалу, показники виробничого ризику при експлуатації прецензійних механізмів силових агрегатів транспортних засобів.

Також було визначено параметри активного відновлення пара- і діамагнітних матеріалів при розташуванні поверхонь на дільниці між

полюсами постійного нерівномірного магнітного поля (N – S), зокрема, встановлено, що магнітна індукція силою у 100 мкТл здатна утримувати парамагнітний порошок свинцю у зоні тертя, що при магнітній проникності свинцю $\mu = 1,0007$ і сталі $\mu \approx 800$ дозволяє часткам металу мікронних розмірів, які є продуктами зношення, отримати значну сумарну магнітну індукцію до 800 мкТл, що сприяє їх укріпленню у деформовану структуру поверхні сталі і її відновленню з утворенням фактичних плям контакту із складу парамагнітного порошку свинцю.

Встановлено, що у середовищі поліетіленгліколю ПЕГ – 400 трибоелектрохімічні характеристики процесу відновлення є найбільш сталими і дієвими за рахунок його здатності бути якісним переносником атомів матеріалу аноду (відновлювача) шляхом приєднання до одного з незаповнених своїх ланцюгів іону металу, який під впливом роботи трибосистеми чіпляється за дефектні місця кристалевої решітки, що виходять на поверхню тертя, відновлюючи її лінійні параметри, що дозволяє стабілізувати надійність обладнання і знизити ризик травмування працівників.

Висновки. Розроблена методика відновлення робочих поверхонь пар тертя прецизійних механізмів сумісною дією магнітного поля та трибоелектрохімічних процесів і визначення впливу їх параметрів на збільшення показників напрацювання на відмову, що дозволяє зменшити виробничий ризик травмування працівників із-за технічних причин.

У патентах України на корисну модель № 36600 МПК (2006) від 27.10.2008[6], та на корисну модель № 36601 МПК (2006) від 27.10.2008[7] обґрунтовано вирішення задачі з удосконалення способу відновлення поверхні тертя і засобу для дослідження матеріалів на тертя та зношення. Розроблено рекомендації з визначення параметрів магнітного поля і трибоелектрохімічного механізму для відновлення поверхонь, наприклад, плунжерних пар, що використовуються як насоси та силові елементи в насосах, гідромоторах і двигунах внутрішнього згоряння. Їх впровадження дозволяє знизити ризик виникнення небезпечної, критичної або аварійної ситуації, при експлуатації транспортних засобів, відмова силових агрегатів яких може призвести до людських втрат як серед обслуговуючого персоналу, так і пасажирів та інших учасників руху.

Список літератури

1. Стан виробничого травматизму за 12 місяців 2015 та 2014 року по галузях нагляду (осіб). Ел. ресурс. Режим доступу: <http://dnop.gov.ua/index.php/uk/operativna-informatsiya/travmatizm>
2. На підприємствах регіону знижується виробничий травматизм. Ел. ресурс. режим доступу: <http://kharkivoda.gov.ua/news/76409>
3. Офіційний сайт. Державної служби статистики України. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
4. Малихін О.В. Виробничий травматизм в Україні у I півріччі 2015 року: особливості і тенденції /О.В.Малихін, Т.М.Таїрова,

І.В.Левченко// Інформ, бюлетень з охорони паці. – Київ: ННДПБОП, № 3, 2015. – С.17-29.

5. Леонтьев А.П. Повышение долговечности плунжерных пар топливных насосов высокого давления судовых дизелей нанесением износостойких покрытий: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук: спец. 05.08.04 «Технология судостроения, судоремонтных и орг. Судостроительного производства /А.Л.Леонтьев. – Владивосток, 2012. – 22 с.
6. Токликишвили А.Г. Совершенствование технологии восстановления шеек коленчатых валов судовых среднеоборотных дизелей формированием износостойких покрытий: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук, спец. 05.08.04 2013, – 20 с.
7. Патент України 36600 МПК (2006) G01N 3/56 Пристрій для дослідження матеріалів на тертя та зношування/ Свирид М. М., Парашанов В. Г., Занько С. М., Задніпровська С. М., Приймак Л. Б.// Опубл. 27.10.2008, Бюл.№ 20.
8. Патент України 36601 МПК (2006) G01N 3/56 Спосіб відновлення поверхні тертя/ Свирид М. М., Кравець І. А., Парашанов В. Г., Занько С. М., Задніпровська С. М. // Опубл. 27.10.2008, Бюл.№ 20.

УДК 538.69:331.45

Халмурадов Б.Д., Занько С.М. Виробничий ризик при використанні пар тертя у прецензійних механізмах силових агрегатів транспортних засобів// Проблеми охорони праці в Україні. – К: ДУ «ННДПБОП», 2016 вип. С.

У роботі висвітлюються питання зниження технічних причин виробничого ризику при використанні пар тертя у прецензійних механізмах силових агрегатів транспортних засобів. Запропонована методика безрозбірного відновлення за допомогою постійного магніту дозволяє стабілізувати, в умовах часу зміни стомлюючої міцності матеріалу, та покращити показники виробничого ризику при експлуатації прецензійних механізмів силових агрегатів транспортних засобів.

Табл. 1, список літ. – 8 назв.

УДК 538.69:331.45

Халмурадов Б.Д., Занько С.Н. Производственный риск при использовании пар трения в прецензионных механизмах силовых агрегатов транспортных средств // Проблемы охраны труда в Украине. - К: ГУ «ННИИПБОТ», 2016 вып. С.

В работе освещаются вопросы снижения техническим причинам производственного риска при использовании пар трения в прецензионных механизмах силовых агрегатов транспортных средств. Предложенная методика безразборной восстановления с помощью постоянного магнита

позволяет стабилизировать, в условиях времени изменения утомительной прочности материала, и улучшить показатели производственного риска при эксплуатации претсензионные механизмов силовых агрегатов транспортных средств.

Табл. 1, список лит. - 8 назв.

UDK 538.69:331.45

Khalmuradov B.D, Zanko S.M The manufacturing risk by using friction pairs in pretsenzionnyye mechanisms powertrain vehicles // Occupational health and safety issues in Ukraine. - K: SI "NRIISH" 2016 N. . P – .

The paper highlights the issues of reduction of technical reasons, the production risk when using friction pairs in pretsenzionnyye mechanisms powertrain vehicles. The proposed method CIP recovery from a permanent magnet allows to stabilize, in a time of change tiring strength of the material, and improve the performance of the production risk in the operation pretsenzionnyye powertrain vehicles mechanisms.

Table. 1, refs. - 8.