

О. О. Мікосянчик, Н. М. Кічата, Т. М. Савицька, Д. А. Рігус

Національний авіаційний університет, Київ, Україна

АНАЛІЗ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ТА РОЗРОБКА ПРОФІЛАКТИЧНИХ ЗАХОДІВ ЩОДО ЇЇ ЗНИЖЕННЯ НА СПЕЦІАЛІЗОВАНІЙ ДІЛЬНИЦІ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛІВ

Анотація. Для зменшення кількості надзвичайних ситуацій унаслідок аварій чи катастроф на транспорті важливими факторами є своєчасний ремонт деталей автомобілів, а також безпека технологічних процесів під час їх виконання. В даній роботі досліджено технологічний процес ремонту деталей автомобілів та виявлено небезпечні чинники на виробництві. Із застосуванням методів попереднього аналізу небезпек та дерева відмов визначено імовірність появи потенційних небезпек на спеціалізованій дільниці по відновленню двигунів внутрішнього згоряння та спрогнозовано наслідки, до яких вони можуть призвести. Запропоновано заходи щодо встановлення на спеціалізованій дільниці припливно-витяжної вентиляційної системи з метою підвищення якості очищення повітря. Надамо пропозиції та рекомендації щодо розробки профілактичних заходів, направлених на зниження рівня пожежної небезпеки на спеціалізованій дільниці відновлення головок блоків циліндрів двигунів внутрішнього згоряння.

Ключові слова: ремонт, потенційні небезпеки, технологічний процес, попередній аналіз небезпек, дерево відмов, протипожежний захист.

Вступ

В процесі експлуатації автомобілів, технологічного обладнання та інших механізмів їх надійність та довговічність знижуються внаслідок зношування деталей, корозії, втомленості, старіння матеріалу й інших процесів, які викликають появу несправностей та різних дефектів, усунення яких є необхідним для підтримання цих механізмів в працездатному стані.

Технічне обслуговування та ремонт автомобілів за технічним станом ґрунтуються на глибокому знанні показників надійності елементів автомобіля, застосуванні об'єктивних засобів технічної діагностики, забезпеченні високого рівня експлуатаційної технологічності констукцій. Інформаційною основою цих методів є відомості про надійність, технічний стан та експлуатаційні витрати на технічне обслуговування і ремонт автомобілів [1].

Технологічний процес ремонту (відновлення) деталей являє собою частину виробничого процесу, пов'язаного зі зміною стану деталі (геометричної форми, розмірів, якості поверхні та ін.) і включає в себе підготовку деталі до процесу відновлення (нанесення покриття і т. п.), власне відновлення (нанесення покриття, наплавка і т. п.) і необхідні операції по обробці і перевірці на відповідність відновленої деталі вимогам технічної документації.

Тому актуальною є задача оцінки рівня безпеки технологічних процесів відновлення та ремонту деталей, аналіз небезпечних чинників технологічних операцій та прогнозування наслідків та імовірності виникнення надзвичайної ситуації на виробництві.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В автотранспортному комплексі (АТК) України склались складні умови щодо забезпечення системної ефективності автотранспортних засобів в процесі експлуатації, викликані значною зміною структури рухомого складу, низьким рівнем організації виробництва і праці на підприємствах АТК, зниженням обсягів виконуваних ремонтних робіт, неефективною реалізацією існуючої концепції організації та технології ремонту транспортних засобів [2].

Відомо, що експлуатація рухомого складу автомобілів призводить до зміни його технічного стану і зростання імовірності виникнення дефектів пошкоджень, відмов, поломок, наслідком яких можуть бути порушення графіків перевезення пасажирів, вантажів, забруднення навколишнього середовища, пошкодження вантажів, а в окремих випадках, за несприятливого збігу обставин, і дорожньо-транспортні пригоди зі значними матеріальними втратами [3]. Виробники автомобілів закладають певний ресурс роботи двигуна до капітального ремонту. В середньому цей показник близько 150-200 тис. км пробігу. До того ж на даний показник істотно впливають якість обслуговування, стан палива, своєчасність заміни моторної оливи. Таким чином, ресурс двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ) не тільки можна збільшити, але й значно скоротити [1]. Відновлені деталі повинні відповідати вимогам технічних умов і робочих креслень заводів-виготовлювачів автомобілів, агрегатів, вузлів, механізмів. Виконання відновлюваних робіт вимагає складних, сучасних технологій, і як правило, проводиться у спеціалізованих підприємствах. Авторемонтні підприємства відносяться до спеціалізованих виробництв і призначені для відновлення ресурсу роботи окремих агрегатів або повнокомплектних автомобілів [4, 5]. Основною проблемою, яка постає при ремонті та відновленні деталей, це зношеність обладнання, відсутність великих спеціалізованих підприємств, створення малих та середніх спеціалізованих дільниць, які потребують додаткового аналізу безпеки технологічних процесів, які вони запроваджують.

Постановка завдання. Мета роботи – розробка профілактичних заходів щодо підвищення рівня протипожежного стану на спеціалізованій дільниці ремонту автомобільних деталей, а також обґрунтування важливості дотримання безпеки у технологічних процесах відновлення деталей двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ).

Виклад основного матеріалу

Загальна схема технологічного процесу на спеціалізованій дільниці представлена на рис. 1.

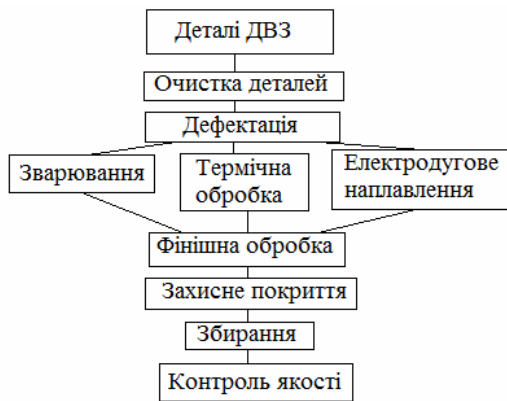


Рис. 1. Схема технологічного процесу відновлення головки блоку циліндрів ДВЗ

Розглянемо основні операції технологічного процесу відновлення деталей ДВЗ. Перед ремонтом агрегати, вузли і деталі знежирюють і промивають. Деякі деталі очищають від іржі, накипу і нагару. Більшість очисних операцій виконуються у рідких середовищах, які руйнують і видаляють забруднення, що мають адгезійний зв'язок з поверхнею, та переводять їх у миоче середовище у вигляді розчинів, емульсій або суспензій. Забруднення видаляють струминним і заглибним способами, а також їх комбінацією.

На ремонтних підприємствах застосовують синтетичні миючі засоби (СМЗ), органічні розчинники (ОР), розчинно-емульгуючі засоби (РЕЗ) і кислотні розчини [6].

Процес миття у розчинах СМЗ супроводжується піноутворенням, яке у більшості випадків є негативним фактором, оскільки обмежує використання інтенсивного перемішування, тобто знижує інтенсивність процесу емульгування і диспергування, заважає роботі насосів струминних установок. Для усунення піноутворення на ремонтних підприємствах застосовують дизельне паливо, гас, уайтспірит (0,2—0,3 % об'єму розчину) [7].

Більш ефективні за очищувальною здатністю хлоровані вуглеводні, але вони через високу токсичність застосовуються лише у випадку наявності спеціальних установок, які працюють за замкнутим циклом, із строгим дотриманням всіх вимог безпеки.

Розчинно-емульгуючі речовини являють собою миючі композиції із розчинника і ПАВ. Вони розчиняють і одночасно емульгують забруднення. Такі засоби сприяють швидкому видаленню міцних, наприклад смолистих відкладень.

Внаслідок того, що в технологічній операції застосовують розглянуті речовини, необхідно вживати додаткових заходів щодо зниження імовірності виникнення пожежі на спеціалізованій дільниці. Насамперед, необхідний контроль щодо належного зберігання легкозаймистих речовин, наявність в приміщенні припливно-витяжної вентиляційної системи, контроль ГДК шкідливих речовин в приміщенні.

На спеціалізованій дільниці по ремонту для електродугового напилення покриттів при відновленні розмірів зношених деталей використовують

стаціонарний ЕДН-8 і ручний ЕДН-10 апарати для електродугового напилення, які поєднали в собі переваги електродугового і високошвидкісного газотермічного напилення. Головною відмінною рисою установок ЕДН є наявність малогабаритної високоєфективної камери згоряння, яка працює на пропан-повітряній суміші. Газоподібне паливо в порівнянні з рідким паливом відносно дешеве, легко змішуються з повітрям, а відпрацьовані гази малотоксичні. Пропан характеризується високим коефіцієнтом об'ємного розширення: при підвищенні температури на 10°C тиск в газовому балоні підвищується на 0,6-0,7 МПа. За енергетичним параметрам 1 м³ природного газу еквівалентний 1 л бензину. Відсутність кисню в якості окислювача палива значно знижує собівартість нанесених покриттів і підвищує надійність і безпеку проведених робіт. Використання пропан-повітряної суміші в якості транспортування газу значно знижує окислення напилюючого металу і вигорання легуючих елементів. Головною відмінною рисою установок ЕДН є наявність малогабаритної високоєфективної камери згоряння, яка працює на пропан-повітряній суміші. Газоподібне паливо в порівнянні з рідким паливом відносно дешеве, легко змішуються з повітрям, а відпрацьовані гази малотоксичні. Пропан характеризується високим коефіцієнтом об'ємного розширення: при підвищенні температури на 10° С тиск в газовому балоні підвищується на 0,6-0,7 МПа. За енергетичним параметрам 1 м³ природного газу еквівалентний 1 л бензину. Відсутність кисню в якості окислювача палива значно знижує собівартість нанесених покриттів і підвищує надійність і безпеку проведених робіт. Використання пропан-повітряної суміші в якості транспортування газу значно знижує окислення напилюючого металу і вигорання легуючих елементів.

Оцінювання небезпеки включає визначення ймовірності її появи, а також розгляд наслідків, до яких вона може призвести (серйозність травм, пошкоджень систем, наземних об'єктів і ін. складових виробництва, а також екологічні збитки). При аналізі небезпек необхідно розробити проект контрзаходів (тобто заходів щодо їх усунення або локалізації) стосовно кожної з встановлених небезпек.

Метою попереднього аналізу небезпек (ПАН) є визначення складу системи, її частини або окремого елемента, виявлення потенційних небезпек або небезпечних станів, які можуть створювати система або її елементи в ході роботи і які можуть призвести до небезпечних подій, тобто визначення тієї частини системи, де потрібно провести більш детальний аналіз.

Оскільки одні частини системи становлять більшу небезпеку, ніж інші, на самому початку аналізу слід розбити систему або технологічний процес на підсистеми (етапи). На основі структури якісного дослідження ПАН розглянемо ситуацію 1 стосовно експлуатації резервуара пропан-бутанової суміші (для технологічної операції електродугового напилення) та спрогнозуємо ситуацію 2 при процесі очищення деталей від нагару та забруднення у резервуарі з легкозаймистою речовиною (для технологічної операції підготовки деталей до ремонту) (табл. 1).

Таким чином, результати ПАН свідчать про наявність потенційних небезпек в технологічному процесі відновлення деталей ДВЗ, які можуть призвести до аварійних ситуацій «пожежа / вибух», що призведуть до III критичного стану прояву небезпек - стан, пов'язаний з помилками персоналу, недоліками конс-

трукції або її невідповідністю проектній документації, а також неправильним її функціонуванням, який призводить до істотних порушень в роботі, пошкодження обладнання та створює небезпечну ситуацію, що вимагає негайних заходів з порятунку персоналу та обладнання.

Таблиця 1 - Оцінка потенційних аварій методом ПАН

№	Структура якісного аналізу	Ситуація 1	Ситуація 2
1	Система, підсистема або елемент	Резервуар для зберігання газу	Резервуар для зберігання легкозаймистих речовин
2	Ситуація	Технологічний процес наплавки	Процес очищення деталей від нагару та забруднення
3	Небезпечний елемент	Суміш газу пропан-бутан	Легкозаймисті та летючі речовини
4	Причина, що обумовлює небезпечний стан	Несправність випускного клапану	Розтікання легкозаймистої речовини
5	Небезпечні умови	Можливість інтенсивного витоку газової суміші	Випаровування легкозаймистих речовин
6	Подія, що обумовлює небезпечні умови	Теплове джерело – іскра (виникає при технологічному процесі електродугового наплення)	Надлишковий тиск летючих речовин у повітрі, до 5 кПа, джерело температури – іскра
7	Потенційна аварія	Вибух	Пожежа
8	Наслідки	Поранення персоналу, пошкодження будівлі	
9	Клас безпеки	III – критичний	
10	Заходи для запобігання аварії	Контроль технологічного стану клапану резервуару, контроль роботи припливно/ витяжної вентиляції. Встановлення датчика, який реагує на концентрацію пропану, бутану в повітрі	Використання ємностей для зберігання, розміщення їх на достатній відстані від іншого устаткування і персоналу

Розглянемо потенційну небезпеку типу «пожежа», яка може виникнути на ділянці ремонту ДВЗ, побудувавши дерево відмов. Для цього виділимо небезпечні ситуації та чинники, які призводять до їх появи та обчислимо імовірність прояву потенційної небезпеки на об'єкті.

Рівень 1. Пожежа

Рівень 2. Помилка персоналу АБО корозія/знос резервуару для зберігання пропан-бутанової суміші, АБО наявність легкозаймистих речовин, АБО коротке замикання електроінструменту.

Рівень 3. Низька кваліфікація персоналу АБО порушення цілісності резервуару внаслідок розгерметизації, АБО розтікання легкозаймистих речовин (ЛЗР), АБО вплив технологічного процесу електродугового наплення на ймовірність підвищення температури, АБО пробіи ізоляції електрообладнання внаслідок дії зовнішніх чинників ТА наявність джерела температури.

Рівень 4. Паління на робочому місці при недотриманні правил внутрішнього розпорядку/ порушення особою техніки безпеки або недотримання вимог технологічних процесів на об'єкті, що призводить до розливу ЛЗР або недотримання належної концентрації ЛЗР при приготуванні розчинів/ попадання води в резервуар зберігання ЛЗР/ відсутність контролю якості резервуарів для зберігання ЛЗР/ утворення в повітрі горючого пилу в зваженому стані/ підвищена вологість повітря, яка посилює корозійне зношування обладнання (нероботоздатний стан припливно-витяжної вентиляції).

Для розрахунку імовірності виникнення пожежі на ділянці по ремонту та відновленню двигуна внутрішнього згоряння, проаналізувавши імовірність ви-

никнення та прояву чинників на розглянутому рівні 4, прийнемо:

- імовірність 0,001 прийняти для витоку газу;
- імовірність 0,02 прийняти для: паління на робочому місці, розлив миючих засобів (ЛЗР) на ділянці розбирання ДВЗ, порушення концентрації ЛЗР при приготуванні розчинів, нероботоздатність припливно-витяжної вентиляції;
- імовірність 0,03 прийняти для: наявність іскри, корозія внаслідок попадання води, відсутність контролю якості посудин для зберігання ЛЗР; підвищена вологість в приміщеннях;
- імовірність 0,04 прийняти для: для високої температури в термічній печі та утворення в повітрі горючого пилу у зваженому стані.

На основі зазначених вихідних даних представлено розрахунки:

1. При реалізації рівня 2:

«ПОМИЛКА ПЕРСОНАЛУ» імовірність виникнення пожежі p_1 залежить від:

- імовірності роботи в цеху людей з низьким рівнем професійної кваліфікації $p_{\text{квал}}$, яка обумовлена порушенням техніки безпеки на робочому місці, що призводить до підвищення імовірності розливу миючих засобів на ділянці розбирання ДВЗ та становить 0,02 АБО недотримання вимог технологічних процесів, яка обумовлена підвищенням імовірності приготування розчинів ЛЗР з недотриманням належної концентрації вихідних складових та становить 0,02. Тоді

$$p_{\text{квал}} = 1 - (1 - 0,02)(1 - 0,02) = 0,04$$

- імовірності появи джерела температури $p_{\text{тем}}$, яка обумовлена палінням персоналу на робочому

місці та становить 0,02 або появою іскри внаслідок недодержання умов технологічних процесів.

Тоді $P_{темн}$:

$$P_{темн} = 1 - (1 - 0,02)(1 - 0,03) = 0,05,$$

отже

$$P_1 = P_{квал} * P_{темн} = 0,04 * 0,05 = 2 * 10^{-3}.$$

2. При реалізації рівня 2:

«КОРОЗИЯ/ЗНОС РЕЗЕРВУАРУ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ПРОПАН-БУТАНОВОЇ СУМІШІ» імовірність виникнення пожежі p_2 залежить від:

- імовірності розгерметизації резервуару $P_{розг}$ внаслідок порушення його цілісності, що призводить до витoku газу та становить 0,001.

- імовірності появи джерела температури, яка обумовлена ймовірністю появи іскри при технологічному процесі та становить 0,03 АБО імовірністю прояву високої температури в термічній печі, яка використовується для загартування деталей, та становить 0,04. Тоді

$$P_{темн} = 1 - (1 - 0,03)(1 - 0,04) = 0,07,$$

отже,

$$P_2 = P_{розг} * P_{темн} = 0,001 * 0,07 = 7 * 10^{-5}.$$

- імовірності появи джерела температури $P_{темн}$ внаслідок наявності іскріння при технологічному процесі ремонту та відновлення деталей ДВЗ, яка становить 0,03;

- імовірності розтікання легкозаймистих речовин $P_{розт}$ внаслідок порушення цілісності резервуару, імовірність корозії якого при попаданні в нього води становить 0,03, АБО внаслідок підвищення імовірності організаційних помилок на дільниці при відсутності контролю якості посудин для зберігання ЛЗР, що становить 0,03, тоді

$$P_{розт} = 1 - (1 - 0,03)(1 - 0,03) = 0,06,$$

отже,

$$P_3 = P_{темн} * P_{розт} = 0,03 * 0,06 = 1,8 * 10^{-3}.$$

4. При реалізації рівня 2:

«КОРОТКЕ ЗАМИКАННЯ» імовірність виникнення пожежі p_4 залежить від:

- імовірності виникнення джерела температури при технологічному процесі електродугового наплення $P_{техн}$, що обумовлено утворенням в повітрі горючого високотемпературного пилу у зваженому стані, яка становить 0,04;

- імовірності пробую ізоляції, яка залежить від зовнішніх чинників, до яких відноситься підвищена вологість в приміщенні (імовірність прояву даного чинника становить 0,03) або імовірність знаходження припливно-втяжної вентиляції в нероботоздатному стані, яка становить 0,02. Тоді

$$P_{проб} = 1 - (1 - 0,03)(1 - 0,02) = 0,05,$$

отже,

$$P_4 = P_{техн} * P_{проб} = 0,04 * 0,05 = 2 * 10^{-3}$$

Із урахуванням рівнів 1-4 обчислимо імовірність виникнення пожежі на дільниці ремонту та відновлення ДВЗ.

$$P_{пожежі} = 1 - (1 - P_1)(1 - P_2)(1 - P_3)(1 - P_4) = 1 - (1 - 0,002)(1 - 0,00007)(1 - 0,0018)(1 - 0,002) = 5,9 * 10^{-3}.$$

Таким чином, одержаний результат перевищує допустимий рівень, що висувається до технологічних процесів з якості безпеки на об'єктах техногенного призначення. Отже, необхідно зробити низку заходів щодо підвищення протипожежного стану технологічного процесу ремонту та відновлення ДВЗ. Особливу увагу слід надати рівням «помилка персоналу», «легкозаймисті речовини», «коротке замикання», для яких імовірність прояву в наведених розрахунках знаходиться на рівні вищому, ніж 10^{-3} .

Профілактика та попередження пожеж і вибухів на спеціалізованій дільниці відновлення ДВЗ вимагає використання певних типів сигналізаторів, які дозволять захистити обладнання та устаткування від пожежі, вибуху та пошкодження.

Однією з найважливіших подібних систем вважається сигналізатор, призначений для автоматичного безперервного контролю до вибухонебезпечних концентрацій горючих і токсичних газів в повітрі, а також температури повітря, видачі світлової і звукової сигналізації, для видачі електричних сигналів на зовнішні пристрої і комутації зовнішніх електричних кіл при перевищенні встановлених значень об'ємних часток контрольованих газів або температури повітря. Режими роботи сигналізатора: «ЧЕРГУВАННЯ» - здійснюється безперервний контроль загазованості та температури середовища; «ТРИВОГА» - здійснюється включення аварійної (світлової, звукової) сигналізації та виконавчих пристроїв у разі перевищення до вибухонебезпечних концентрацій газів (граничних концентрацій, температури) у контрольованому середовищі; «ТЕСТ» - здійснюється перевірка працездатності сигналізатора, спрацювання пристроїв захисту, блокування і сигналізації [8]. Значення коефіцієнту пропорційності для компонентів, що визначаються: метан – 0,47; пропан (бутан) – 0,27; водень – 0,38; гексан (пари бензину, пари дизельного палива) – 0,26.

Датчики сигналізатора необхідно встановити на постах очищення деталей, відновлення методом електродугового наплення, проведення зварювальних робіт, в місці, де встановлений термостат для загартовування деталей після ремонтних робіт.

На дільниці запропоновано замінити місцеву втяжну механічну вентиляцію на механічну припливно-втяжну. Примусові установки забезпечені автоматичним управлінням. Повітря, що видаляється з приміщень та містить горючий пил і вибухонебезпечні пилоповітряні суміші, необхідно очищати в мокрих пилоуловлювачах. Системи місцевих відсмоктувачів від технологічного устаткування мають бути окремі для речовин, які у разі змішування можуть спричинити спалах, горіння або вибух. Увімкнення

вентиляторів місцевих відсмоктувачів, конструктивно пов'язаних з технологічним устаткуванням, повинно блокуватися з пусковим пристроєм устаткування.

Для одночасного відключення усіх вентиляторів, конструктивно пов'язаних з устаткуванням або вбудованих у технологічні схеми, а також інших вентиляторів, які обслуговують вибухонебезпечні приміщення, передбачається пристрій, який розташовується зовні будівлі.

На досліджуваній спеціалізованій дільниці доцільно провести заміну металевих балонів для газів на композитні, які характеризуються більшою довговічністю при експлуатації. Тиск на розрив полімерно-композитного балону практично в два рази вище за аналогічний показник для виробів, виготовлених з металу.

До переваг композитних балонів можна також віднести відсутність корозійних процесів, утворення іржі, що є першочерговими причинами зниження експлуатації металевих балонів. Слід зазначити, що процес руйнування стінки композитної колби відбувається набагато повільніше, тому контроль технічного стану виконується раз в 10 років, тоді як металеві конструкції проходять планову перевірку кожні 5 років.

Полімерні ємності для зберігання газу виготовляються за кордоном, тож їх запірна арматура відповідає світовим стандартам. Сталева тара в нашій країні зазвичай комплектується стандартними вентилями без запобіжних пристроїв, що робить їх менш безпечними.

Таким чином, проведена оцінка технологічного процесу відновлення деталей ДВЗ виявила потенційні

небезпеки на дільниці, імовірність їх прояву, на основі чого були розроблені рекомендації щодо посилення безпеки даного технологічного процесу.

Висновки

1. Результати попереднього аналізу небезпек стосовно експлуатації резервуара пропан-бутанової суміші та в процесі очищення деталей від нагару у резервуарі з легкозаймистою речовиною свідчать про наявність потенційних небезпек в технологічному процесі відновлення деталей, які можуть призвести до аварійних ситуацій «пожежа / вибух», що призведуть до III критичного стану прояву небезпек, що вимагає негайних заходів з порятунку персоналу та обладнання.

2. За результатами розрахунків імовірності прояву потенційної небезпеки типу «пожежа» на дільниці ремонту встановлені найбільш небезпечні потенційні джерела, які, згідно дереву відмов, знаходяться на рівнях «помилка персоналу», «легкозаймисті речовини», «коротке замикання», для яких імовірність прояву пожежі в наведених розрахунках знаходиться на рівні вищому, ніж 10^{-3} .

3. Запропоновано низку заходів для підвищення рівня безпеки технологічного процесу на дільниці, до яких відносяться встановлення припливно-витяжної вентиляційної системи з метою підвищення якості очищення повітря; заміна металевого балону для пропан-бутанової суміші на балон з полімерно-композитного матеріалу; встановлення в приміщенні детекторів (сигналізаторів) шкідливих речовин на потенційно небезпечних постах технологічного процесу відновлення головок блоків циліндрів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Коржавін Ю.А., Коробочка О.М. Ресурсозберігаючі технології технічного обслуговування та ремонту автомобілів. Навч. посібник. – 2009. – 182 с
2. Левківський О.П., Ковальов М.Ф. Напрямки поліпшення процесів ремонту автотранспортних засобів // ВІСНИК ЖДТУ, Серія: Технічні науки, 2014, № 2 (69), С. 164 – 167.
3. Про затвердження Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту / Наказ № 102 від 30.03.98 Міністерства Транспорту України.
4. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник. — К.: Знання-Прес, 2003. - 511 с..
5. Балабанов В.И. Безразборное восстановление трущихся соединений автомобиля. Методы и средства. — М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ». 2003.— 61 с.
6. Ремонт машин. Учебник для вузов [Текст] / Под. ред. Тельнова Н.Ф. – М.: Агропромиздат, 1992. – 560 с.
7. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання. – К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.
8. S. Anderson, M. Felici Emerging Technological Risk: Underpinning the Risk of Technology Innovation. – Springer Science & Business Media, 2012. - 186 p.

Received (Надійшла) 05.03.2020

Accepted for publication (Прийнята до друку) 22.04.2020

Analysis of fire safety and development of preventive measures relating to the decrease in the specialized development of car parts

O. Mikosianchuk, N. Kichata, T. Savytska, D. Rigus

Abstract. In order to reduce the number of emergencies caused by crash or accidents in transport, timely repair of car parts and the safety of technological processes during their implementation are important factors. In this work, the technological process of repair of car parts is investigated and dangerous factors in production are identified. Using the methods of preliminary hazard analysis and the fault tree, the probability of occurrence of potential hazards at a specialized site for the recovery of internal combustion engines was determined and the consequences that they could lead to were predicted. Were suggested measures for installation of ventilation systems at a specialized section in order to improve the quality of air cleaning. Were provided suggestions and recommendations for the development of preventive measures to reduce the level of fire danger at the specialized section of the recovery of heads of blocks of cylinders of internal combustion engines.

Keywords: repair, potential hazards, technological process, preliminary hazard analysis, fault tree, fire protection.