



22-osios jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ teminės konferencijos
TRANSPORTO INŽINERIJA IR VADYBA,
vykusios 2019 m. lapkričio 22-23 d. Vilniuje, straipsnių rinkinys

Proceedings of the 22th Conference for Junior Researchers 'Science – Future of Lithuania'
TRANSPORT ENGINEERING AND MANAGEMENT, 22-23 November 2019, Vilnius, Lithuania

Сборник статей 22-й конференции молодых ученых «Наука – будущее Литвы»
ИНЖЕНЕРИЯ ТРАНСПОРТА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК, 22-23 ноябрь 2019 г., Вильнюс, Литва

ИДЕНТИФИКАЦИЯ, АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ОПАСНОСТЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МАЛЯРНО-КУЗОВНОГО РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Оксана Микосянчик¹, Наталия Кичатая², Ирина Перепелица³, Виктория Доложевская⁴

Национальный авиационный университет, факультет экологической безопасности, инженерии и технологий, Киев, Украина

Эл. почта: ¹oksana.mikos@ukr.net, ²naturly@ukr.net, ³perepelyza@ukr.net, ⁴roj1234@gmail.com

Аннотация. В работе проведена оценки потенциальных опасностей на участках автомастерских малярно-кузовного ремонта автомобилей. Определены закономерности влияния опасных факторов на возникновение чрезвычайных ситуаций на участке автомастерской. Полученные в работе результаты направлены на повышение качества разработки противопожарной защиты технологического процесса малярно-кузовного ремонта автомобилей.

Ключевые слова: малярно-кузовной ремонт, анализ опасностей, противопожарная безопасность.

Введение

Рост количества автомобилей является негативной предпосылкой увеличения количества дорожно-транспортных происшествий. Украина сегодня занимает одно из передовых мест в мире по состоянию опасности на дорогах. По данным Департамента патрульной полиции, за период с 01.01.2019 по 30.09.2019 в Украине официально зарегистрировано 114769 дорожно-транспортных происшествий (Patrul'na...2017). Вследствие высокой аварийности происходит повреждение кузовных элементов автомобилей. Кроме аварийных ситуаций, появление вмятин на кузовных деталях автомобилей возможно также и вследствие влияния внешних факторов, к которым можно отнести неблагоприятные погодные условия, например, град, ураганы. По статистике, до 80% повреждений являются небольшими и средними. Половина из них - это вмятины, которые не требуют замены всего элемента и устраняются рихтовкой. Более 50% таких повреждений локализируются в зонах с осложненным или полностью закрытым доступом для проведения восстановительных работ. (Gnatov, Argun 2015). Поэтому актуальным является вопрос организации кузовного ремонта на станциях технического обслуживания (СТО) автомобилей. Система кузовного ремонта на большинстве СТО организована по пол-

ному циклу, включающему кузовной ремонт, подготовку и окраску. Главной особенностью организации малярно-кузовных цехов является то, что покрасочные и ремонтно-восстановительные работы неразрывно связаны друг с другом, относятся к звеньям одной технологической цепи, разделять которые недопустимо. Сложность технологического процесса малярно-кузовного ремонта автомобиля, использование широкой номенклатуры химических веществ, износ основных производственных фондов выдвигают потребность в разработках мероприятий и рекомендаций по снижению вероятности проявления потенциальных опасностей технических систем при проведении малярно-кузовного ремонта автомобилей.

Анализ последних публикаций и постановка задач исследований

Эффективное функционирование авторемонтных и автосервисных производственных структур, рациональное использование трудовых, материальных, финансовых ресурсов и горюче-смазочных материалов, оптимизация процессов обеспечения необходимого уровня работоспособности автотранспортных средств существенно зависит от совершенствования технологических процессов ремонта и сервисного обслуживания транспортных средств (Levkovskij 2010). Согласно статистическим данным Государственной службы

Украины по чрезвычайным ситуациям, в 2018 году на объектах, на которых осуществляется государственный надзор (контроль), возникло 2 тыс. 668 пожаров (Gosudarstvennaya... 2013). К таким объектам отнесены предприятия, организации, объекты частной, коллективной, коммунальной (муниципальной) и общегосударственной собственности. К основным причинам возникновения пожаров относятся: неосторожное обращение с огнем, нарушение правил пожарной безопасности при устройстве и эксплуатации электроустановок, нарушение правил пожарной безопасности при устройстве и эксплуатации печей и теплогенерирующих агрегатов и установок, поджог, неисправность производственного оборудования, нарушение технологического процесса производства. В частности, 173 случая зафиксировано при неисправности производственного оборудования и нарушении технологического процесса производства.

Согласно (Rodionov 2014), существующее на станциях технического обслуживания оборудование зачастую не соответствует фактическим потребностям. Например, оснащенность технологическим оборудованием по стоимости составляет лишь 45–50 % от требуемого. Недостатки существующих технологических процессов, дефицит современного оборудования приводят к нарушениям дисциплины, низкому качеству работ, повышению пожароопасной обстановки на предприятии.

Успешное выполнение профилактических мероприятий, разработанных на основе анализа причин возникновения пожаров, изучение пожарной опасности технологических процессов, исследование пожароопасных свойств химических веществ, используемых в технологическом процессе, в значительной мере способствует снижению вероятности возникновения пожаров и исключает опасные последствия от них (Zerkalov *et al.* 2014).

Таким образом, в рыночных условиях проблема повышения качества ремонта автомобилей особенно актуальна. Качественная организация технологических процессов, обеспечивающая безопасную ремонтпригодность, является главным условием повышения уровня и качества противопожарной защиты производственных объектов и снижением потенциального риска возникновения техногенных аварий. В частности, проведение идентификации, анализа и оценки опасностей технологического процесса малярно-кузовного ремонта автомобилей, определение закономерностей влияния опасных факторов на возникновение чрезвычайных ситуаций на участке автомастерской, применение инженерных методов исследования безопасности технических систем являются перспективными мероприятиями по снижению вероятности проявления потенциальных опасностей технологического процесса малярно-кузовного ремонта автомобилей.

Анализ результатов исследования безопасности технологического процесса малярно-кузовного ремонта автомобилей

Система кузовного ремонта на большинстве СТО организована по полному циклу, включающему кузовной ремонт, подготовку и окраску. Главной особенностью организации малярно-кузовных цехов является то, что покрасочные и ремонтные работы неразрывно связаны друг с другом, будучи звеньями одной технологической цепочки, разделять которые недопустимо.

В цехе малярно-кузовного ремонта автомастерской проводятся следующие работы: ремонт и правка кузова автомобиля любой сложности с применением современных ступеней и сварочного оборудования, с последующим контролем; малярные работы, включающие в себя следующие операции: мойка, обезжиривание, шлифовка, шпаклевка, окончательное шлифование и грунтовка, покраска автомобиля в окрасочно-сушильной камере; компьютерный подбор автоэмали; полная и частичная покраска автомобилей; антикоррозионная обработка автомобилей.

Здание исследуемой автомастерской одноэтажное, общая площадь цеха кузовного ремонта в плане 105,7 м², в цеху работают 12 специалистов различных профилей, в среднем в день производится ремонт 3–4 автомобилей. Цех малярно-кузовного ремонта автомастерской относится к производственным помещениям промышленных предприятий. Помещение преимущественно с каркасной конструктивной схемой. Элементы каркаса - из металлических незащищенных конструкций. Ограждающие конструкции - из металлических профилированных листов с негорючим утеплителем. Степень огнестойкости Ша. Предел огнестойкости металлических конструкций составляет от несколько минут до 0,1–0,3 часа, предел их огнестойкости, в среднем, R15. Противопожарные двери EI 15.

В технологическом процессе при проведении малярно-кузовных работ используются легковоспламеняющиеся растворимые вещества (этилацетат, амилацетат, бензин, уайт-спирит, этанол), разлив и испарение которых может привести к образованию паровоздушной смеси, которая может вспыхнуть при наличии источника теплоты.

Протекание химических реакций со значительным выделением тепловой энергии содержит в себе потенциальную опасность возникновения пожара или взрыва в том, что появляется возможность неконтролируемого разогрева реагирующих, вновь создаваемых или находящихся рядом горючих веществ. Чаще всего теплота, выделяемая при экзотермических химических реакциях, становится причиной пожара при воспламенении указанных веществ в процессе нагревания, механического воздействия, при нарушении технологического регламента сварочных и покрасочных работ.

На участке проведения малярно-кузовных работ возможно появление электрической искры (капли металла), которые образуются при коротком замыкании электропроводки, электросварке и при плавлении

нитей накаливания ламп общего назначения. Температура капель зависит от вида металла и равна их температуре плавления. Температура капель алюминия при коротком замыкании может составлять 2500°C, температура частиц при сварке и никелевых частиц ламп накаливания достигает 2100°C, температура дуги при сварке и резке металла достигает 4000°C (Okhrana...2011).

Участок малярно-кузовного ремонта автомобилей, где одним из технологических процессов является покраска и сушка изделий в камерах, расположенных в общем помещении с другими участками, относится, учитывая используемые вещества и материалы в технологическом процессе, к категории Б по взрывопожарной опасности и ко 2 классу взрывопожароопасных зон (Florjan... 2007).

Обеспечение безопасности - задача, которая требует разрешения устранения проблемных ситуаций до

того, как они приведут к событию. Первый шаг к ликвидации опасностей заключается в их выявлении, то есть идентификации. Оценка опасности включает определение вероятности ее появления, а также прогнозирование последствий, к которым она может привести.

В работе проведена оценка потенциальной аварии в цехе малярно-кузовного ремонта с использованием методики предварительного анализа опасностей (ПАО). Прогнозируются ситуации, когда в цехе малярно-кузовного ремонта проводятся сварочные работы по восстановлению поврежденных участков автомобиля при наличии в помещении легковоспламеняющихся веществ и когда происходит насыщение камеры для покраски автомобиля парами красящих материалов (табл. 1).

Таблица 1. Последствия опасных ситуаций в цехе малярно-кузовного ремонта (согласно ПАО).

№	Структура качественного анализа	Ситуация 1	Ситуация 2
1	Система, подсистема или элемент	Сварочный аппарат	Камера для покраски автомобиля
2	Ситуация	Проведение сварочных работ, эксплуатация	Насыщение покрасочной камеры парами красящих материалов
3	Опасный элемент	Электрод, изоляция	Вентиляционная система, освещение, электрооборудование
4	Причина, обуславливающая небезопасное состояние	Искрение, электропроводка	Повреждения деталей вентиляционной системы; нагрев стекла лампы более 150°C; коррозионное воздействие химических веществ на элементы электрооборудования
5	Опасные условия	Возможность протекания окислительных реакций легковоспламеняющихся веществ при высокой температуре	Образование неблагоприятных условий для отвода паров красящих веществ
6	Событие, создающее опасные условия	Попадание искры на легковоспламеняющиеся материалы	Перенасыщение камеры парами красящих веществ
7	Потенциальная авария	Пожар	Пожар, взрыв
8	Последствия	Ранения персонала, повреждение оборудования, повреждение здания	Ранения персонала, повреждение оборудования, повреждение здания
9	Класс опасности	III критический	III критический
10	Меры по предотвращению аварии	Контроль технического состояния сварочного аппарата, соблюдение рабочего места в надлежащем состоянии	Подбор качества покрасочных материалов, технический осмотр приточно-вытяжной вентиляции, контроль электроизоляции и осветительных установок

Спрогнозированные опасные ситуации могут привести к возникновению критического класса опасности на участке. Наиболее частыми причинами возникновения опасных ситуаций могут быть ошибки персонала, недостатки конструкции или ее несоответствие проектной документации, а также неправильное ее функционирование, которое приводит к существенным нарушениям в работе, повреждению оборудования и создает опасную ситуацию, требующую немедленных мер по спасению персонала и оборудова-

ния. Поэтому чрезвычайно важным является вопрос о проведении экспертизы промышленной безопасности на всех стадиях функционирования автомастерских, начиная со стадии проектирования. В связи с тем, что на участке малярно-кузовных работ есть такие опасные факторы, как легковоспламеняющиеся горючие жидкости, возможна большая вероятность появления искры в качестве источника тепла, то необходимо принимать дополнительные противопожарные мероприятия по повышению как степени огнестойкости,

так и предела огнестойкости металлических конструкций участка с целью предотвращения возникновения потенциального пожара техногенного характера.

Прежде всего, необходимо провести планирование мероприятий по противопожарной безопасности в цехе малярно-кузовного ремонта автомобилей. К таким мерам можно отнести: установление для освещения помещения флуоресцентных ламп с нормами защиты IP 65; проектирование приточно-вытяжной вентиляции с учетом создания в покрасочной камере избыточного давления, что позволит получать поверхности высокого качества за счет создания оптимального микроклимата в рабочей зоне окраски; установление воздушного нагнетателя СТА/4 для создания избыточного давления и равномерного потока воздуха внутри помещения; установление центробежного взрыво-защитного вентилятора ВЦ 4-75 ВЗ №2,5 с электродвигателем 4ВР 63 А2 0,37 кВт 3000 об / мин с воздухообменом до 1000 м³ / ч (вентилятор предназначен для забора и подачи как чистого, так и запыленного воздуха с содержанием пыли и других твердых примесей не более 150 г/м³, за исключением липких веществ, волокнистых материалов, с температурой до 80°С).

Для защиты зданий и конструкций самыми эффективными и прогрессивными являются способы огнезащиты с применением красок, повышающих предел огнестойкости металлоконструкций до 90 минут, и штукатурок, повышающих предел огнестойкости металлоконструкций до 180 и более минут. Предлагаем для повышения предела огнестойкости участка малярно-кузовного ремонта обработать стены огнезащитной краской «АК-121 Defender М solvent». Данный огнезащитный состав предназначен для образования реактивного огнезащитного покрытия несущих стальных строительных конструкций, который повышает предел их огнестойкости от R15 до R120.

Вследствие того, что в цехе малярно-кузовных работ автомобилей для технологического процесса окрашивания используются легковоспламеняющиеся вещества, такие как бензин или уайт-спирит, целесообразно было бы установить стационарные сигнализаторы, которые реагировали бы на повышение гранично допустимой концентрации указанных веществ. Наличие в качестве дополнительного оснащения помещения сигнализатором ЩИТ-3 обеспечит дополнительную защиту цеха от вероятности возникновения пожара на участке.

Таким образом, на каждом предприятии с учетом степени его пожарной опасности нужно выполнять установленный противопожарный режим, а также разрабатывать общеобъектную инструкцию о мерах пожарной безопасности для всех взрывопожароопасных, пожароопасных и взрывоопасных помещений (участков, цехов, складов, мастерских, территорий и т.п.).

Выводы

Проведена идентификация потенциальных опасностей в цехе малярно-кузовного ремонта автомастерской, на

основе которой данный объект относится к категории Б по взрывопожарной опасности и ко 2 классу взрывопожароопасных зон. На основании проведенного предварительного анализа опасностей спрогнозированы причины и последствия опасных ситуаций техногенного характера в цехе малярно-кузовного ремонта автомобилей и разработаны рекомендации по планированию мероприятий по противопожарной безопасности в цехе малярно-кузовного ремонта автомобилей.

Литература

- Florian. 2007. *Ognezashhita metallokonstrukcij*. Available from Internet: <http://florian-lviv.com/vohnezhakhyst-konstruktsii>.
- Gnatov, A.V.; Argun, Shh. 2015. *Sovremenny`e tekhnologii vneshnego magnitno-impul`snogo kuzovnogo remonta avtomobilej*. *Vestnik Vinniczкого politekhnicheskogo instituta*, 4: 103-108.
- Gosudarstvennaya sluzhba Ukrainy` po chrezvy`chajny`m situaciyam, 2013. *Otchet ob osnovny`kh rezul`tatakh deyatel`nosti Gosudarstvennoj sluzhby` Ukrainy` po chrezvy`chajny`m situaciyam v 2018 godu*. Available from Internet: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Zvitni-materiali-Derzhavnoyi-sluzhbi-Ukrayini-z-nadzvichaynih-situaciy.html>.
- Levkovskij, A. P. 2010. *Metodicheskie aspekty` razvitiya proizvodstvenno-tekhnologicheskoy bazy` avtoremontnogo i avtoservisnogo proizvodstva na sovremennom e`tape*. *Vestnik Natsional`nogo transportnogo universiteta*, 20: 25-28.
- Okhrana truda i pozharnaya bezopasnost`, 2011. *Trebovaniya pozharnoj bezopasnosti pri tekhnicheskome obsluzhivanii i remonte avtomobilej*. Available from Internet: <http://oppb.com.ua/docs/vimogi-pozhezhnoyi-bezpeki-pri-tehnicnomu-obslugovuvanni-i-remonti-silgosptehniki>.
- Patrul`naya policziya. 2017. *Statistika DTP v Ukraine za period z 01.01.2019 po 30.09.2019*. Available from Internet: <http://patrol.police.gov.ua/statystyka/>.
- Rodionov, P.V. 2014. *Pozharnaya bezopasnost` tekhnologicheskikh processov s primeneniem mekhanicheskoy obrabotki tverdyy`kh materialov v mashinostroenii, Innovacziorny`e tekhnologii i e`konomika v mashinostroenii: sbornik trudov V Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferenczii*, Tom 2, p. 235-238.
- Zerkalov, D.V.; Kaczman, M. D.; Kruzhilko, O. E. 2014. *Pozharnaya profilaktika na otraslevy`kh ob`ektakh: uchebnoe posobie*, Osnova, Kiev. 257 p.