

Технология устранения течи в горизонтально расположенному резервуаре

© А. Н. Денисов^{1(✉)}, С. Н. Шереметьев²

¹ Академия Государственной противопожарной службы МЧС России
(Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4)

² Архангельский целлюлозно-бумажный комбинат (Россия, 164900,
Архангельская обл., г. Новодвинск, ул. Мельникова, 1)

РЕЗЮМЕ

Введение. Одним из самых распространенных способов устранения течи из средств хранения (резервуаров) и технологического оборудования является освобождение резервуаров, в которых обнаружена течь, от хранящихся в них продуктов. К другим способам относится ремонт резервуаров путем заделки трещин и сквозных отверстий с помощью приспособлений, включающих продуктостойкие накладки и вставки (пробки), специальные стяжные болты (заклепки) с шайбами и гайками, а также введение в продукт отрубей. Экспериментальный и аналитический анализ состава операций при применении этих способов показал, что они отличаются большой трудоемкостью, а это увеличивает время, затрачиваемое на устранение течи.

Методы. Сущность технологии заключается в том, что между стандартной надувной подушкой с проушинами в углах и верхними и нижними натяжными ремнями монтируется присоединительный узел, который позволяет использовать на два ремня меньше. В статье приведены фотографии присоединительного узла и основных этапов накладывания надувной подушки на железнодорожную цистерну при вертикальном расположении крепящих ремней.

Результаты и их обсуждение. Предлагаемая технология обеспечивает достижение социального, экономического и технического результатов, а именно: повышения безопасности работ по устранению течи; повышения оперативности; сокращения времени ликвидации течи путем ускорения процесса установки надувной подушки; повышения экологической безопасности, благодаря сокращению времени, затрачиваемого на устранение течи; обеспечения более высокого уровня безопасности путем исключения работ на высоте и сокращения времени ликвидации течи; упрощения операций и снижения их трудоемкости за счет сокращения общего количества операций; уменьшения влияния человеческого фактора на время устранения течи.

Вывод. Сравнительный хронометраж установки надувной подушки общепринятыми способами и посредством предлагаемой технологии показал следующее: продолжительность устранения течи известным способом составляет 15–20 мин, а по предлагаемой технологии – 3–5 мин. Для обеспечения искробезопасности присоединительный узел обрезинивается.

Ключевые слова: надувная подушка; опыт; присоединительный узел; резервуар; трудоемкость; человеческий фактор.

Для цитирования: Денисов А. Н., Шереметьев С. Н. Технология устранения течи в горизонтально расположенном резервуаре // Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety. – 2019. – Т. 28, № 1. – С. 47–53. DOI: 10.18322/PVB.2019.28.01.47-53.

✉ Денисов Алексей Николаевич, e-mail: dan_aleks@mail.ru

Technology of eliminate leak in a horizontally located tank

© А. Н. Denisov^{1(✉)}, С. Н. Sheremetev²

¹ State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation)

² Arkhangelsk Pulp and Paper Mill (Melnikova St., 1, Arkhangelsk Region, Novodvinsk, 164900, Russian Federation)

ABSTRACT

Introduction. One of the most common ways to eliminate leaks from storage facilities (tanks) and process equipment is to release the tanks in which a leak is detected from the product stored in it. The following methods are the repair of tanks-sealing cracks and through holes with the help of devices, including product-resistant lining and inserts (plugs), special tie bolts (rivets) with washers and nuts, as well as the introduction of the product bran. Experimental and analytical analysis of the composition of the operations of these methods showed that they have a great complexity, which increases the time to eliminate leaks.

Technology. The essence of the technology lies in the fact that between the standard inflatable pillow with eyelets in the corners and the upper and lower tension belts are attached to the connecting unit. The connecting node

allows the use of two belts less. The article presents photos of the connecting unit and the main stages of the inflatable pillow overlay at the vertical location of the fastening belts on the railway tank.

Results and discussion. The proposed technology ensures the achievement of social, economic and technical results, consisting in: improving the safety of work to eliminate leaks; increasing efficiency; reducing the time of elimination of leaks by accelerating the installation of an inflatable pillow; increasing environmental safety, by reducing the time of elimination of leaks; providing a higher level of security by eliminating the actions at height and reduce the time of elimination of leaks; simplification and reduction of labor intensity by reducing the total number of operations; reducing the impact of human factors on the duration of time to eliminate leaks.

Conclusion. The comparative timing of the installation of an inflatable pillow by conventional methods and through the proposed technology showed the following: the duration of the leak elimination by the known method was 15–20 minutes; the duration of the leak elimination by the considered technology was 3–5 minutes. To ensure intrinsic safety, the connecting node is rubber-coated.

Keywords: inflatable pillow; experience; connecting node; tank; labor intensity; human factor.

For citation: A. N. Denisov, S. N. Sheremetev. Technology of eliminate leak in a horizontally located tank. *Pozharovzryvobezopasnost / Fire and Explosion Safety*, 2019, vol. 28, no. 1, pp. 47–53 (in Russian). DOI: 10.18322/PVB.2019.28.01.47-53.

✉ Aleksey Nikolaevich Denisov, e-mail: dan_aleks@mail.ru

Введение

Основной причиной утечек продукта из резервуара для хранения опасных химических веществ или их соединений, “которые при попадании в окружающую среду способны вызвать чрезвычайную ситуацию (ЧС): заразить воздух, воду, почву, привести к отравлению и гибели людей, животных, растений, хранящихся обычно в виде газа или жидкости, является плохое техническое состояние средств хранения и технологического оборудования, вызываемое несвоевременным проведением профилактических ремонтов, нарушением правил эксплуатации и низкой технической культурой обслуживающего персонала” [1–8]. Утечка экологически опасного продукта в процессе накапливания представляет большую опасность как для обслуживающего персонала, так и для окружающей среды [9–13]. “Так, при скорости истечения две капли в секунду утечка бензина составляет примерно 3,5 кг/сут. В закрытом помещении склада при отсутствии вентиляции образуется взрывоопасная смесь, объем которой зависит” [1] не только от периода времени до ее устранения, но и от продолжительности процесса устранения течи. Таким образом, для предотвращения возникновения опасной ситуации при возникновении течи резервуара одним из решающих моментов является минимизация времени устранения течи резервуара.

К одним из самых распространенных способов устранения течи относится освобождение резервуаров, в которых обнаружена течь, от хранящихся в них продуктов [14–16]. Однако в этом случае течь, в зависимости от ее расположения, может сохраняться до тех пор, пока емкость практически полностью не освободится от продукта, что отнюдь не способствует решению проблемы сокращения времени ликвидации течи.

Другими способами устранения течи в резервуарах являются заделка трещин и сквозных отверстий

с помощью приспособлений, включающих прудкостойкие накладки и вставки (пробки), специальные стяжные болты (заклепки) с шайбами и гайками [17–19], а также введение в продукт отрубей, которые потоком жидкости притягиваются к отверстию и закупоривают его под давлением жидкости. В качестве отрубей применяются пластмассовые хлопья размером от 1 до 50 мм [1]. Однако и в этом случае сохраняется проблема сокращения времени устранения течи, поскольку на образование пробки, закрывающей ее, требуется много времени. При этом нет гарантии, что течь будет устранена полностью.

Проблема сокращения времени устранения течи решается применением способа ее устранения в горизонтально расположенном резервуаре для хранения газа или жидкости, который заключается в следующем. К надувной подушке с вертикальными прорезинами присоединяют по два верхних и нижних натяжных ремня. Затем нижние ремни поочередно протаскивают под резервуаром на сторону, противоположную поврежденному участку. После этого с верхними натяжными ремнями поднимаются на резервуар и подтягивают их на себя до тех пор, пока надувная подушка не примет вертикальное положение и не накроет поврежденный участок резервуара. Удерживая подушку в таком положении, поочередно передают верхние ремни на сторону, противоположную поврежденному участку. Затем со стороны, противоположной поврежденному участку, верхние и нижние натяжные ремни натягивают так, чтобы подушка плотно прилегала к поврежденному участку внешней оболочки резервуара, и фиксируют их. Наконец, подушку накачивают воздухом до давления, обеспечивающего устранение течи [20, 21].

Анализ состава операций при этом способе и последовательности их выполнения показал, что он отличается большой трудоемкостью. Это приводит к усложнению способа и, как следствие, к увеличению времени устранения течи. Кроме того, при экс-

тренной заделке течи в режиме дефицита времени из-за человеческого фактора возможен вариант перепутывания ремней в момент передачи их на противоположную сторону, что потребует повторной установки подушки в требуемое положение и приведет к увеличению времени устранения течи. Поскольку при этом способе сначала присоединяют к надувной подушке натяжные ремни, а затем надувную подушку накладывают на поврежденный участок, подтягивая на себя пристегнутые к ней верхние натяжные ремни, это создает большую вероятность попадания на ремни агрессивных сред из поврежденного участка резервуара как в процессе присоединения к подушке, так и при установке подушки по месту, что снижает безопасность способа при его использовании. Кроме того, этот способ включает работы на высоте.

Изложенные способы устранения течи и их недостатки указывают на актуальность исследования в данной области.

Целью настоящей статьи является описание авторской технологии устранения течи в горизонтально расположенных резервуарах.

Методология

Авторская технология устранения течи лишена вышеприведенных недостатков и решает проблему сокращения времени ликвидации течи.

Сущность предлагаемой технологии заключается в следующем. Снаружи на поврежденный участок оболочки резервуара накладывают вертикально надувную подушку с вертикально закрепленными



Рис. 1. Удерживание надувной подушки в необходимом положении

Fig. 1. Holding the inflatable pillow in the required position



Рис. 2. Присоединительный узел с прикрепленными к нему замками первого и второго верхних (нижних) натяжных ремней

Fig. 2. Connecting unit with locks of the first and second upper (lower) tension belts attached to it



Рис. 3. Присоединительный узел со средствами удержания в натянутом состоянии

Fig. 3. Connecting unit with means of holding in the tense state

в углах проушинами, к которым присоединяют по два верхних и нижних натяжных ремня. Со стороны, противоположной поврежденному участку, натяжные ремни натягивают так, чтобы подушка плотно прилегала к поврежденному участку оболочки резервуара, и фиксируют их в таком положении. Затем подушку накачивают воздухом до давления, обеспечивающего устранение течи. Новым в предлагаемой технологии является то, что натяжные ремни предварительно размещают на стороне, противоположной поврежденному участку, надувную подушку вручную накладывают вертикально на поврежденный участок оболочки резервуара и также вручную удерживают в необходимом положении (рис. 1), а затем на сторону, противоположную поврежденному участку, перебрасывают через резервуар и под резервуаром соответственно верхний и нижний присоединительные узлы (рис. 2) с помощью закреп-

ленного на каждом из них средства удержания, которое после достижения присоединительным узлом противоположной стороны приводят в натянутое состояние (рис. 3). Затем к верхнему присоединительному узлу прикрепляют первый и второй верхние натяжные ремни, а к нижнему — первый и второй нижние натяжные ремни таким образом, чтобы расстояние между ними соответствовало расстоянию между вертикальными проушинами надувной подушки. После этого с помощью соответствующего средства удержания присоединительные узлы с прикрепленными к ним ремнями перетаскивают на сторону поврежденного участка, где, по-прежнему удерживая вручную подушку в первоначально достигнутом положении, сначала поочередно отсоединяют от верхнего присоединительного узла первый и второй верхние натяжные ремни и присоединяют их к соответствующим верхним вертикальным проушинам подушки, а затем поочередно отсоединяют первый и второй нижние натяжные ремни от нижнего присоединительного узла и присоединяют их к соответствующим нижним вертикальным проушинам подушки. Затем со стороны, противоположной поврежденному участку, натяжные ремни натягивают так, чтобы подушка плотно прилегала к поврежденному участку оболочки резервуара, и фиксируют их в таком положении, после чего прекращают ручную фиксацию подушки и накачивают ее воздухом до давления, обеспечивающего устранение течи.

Результаты и их обсуждение

При данной технологии выполнение первой операции, при которой надувную подушку вручную накладывают вертикально на поврежденный участок оболочки резервуара и так же вручную удерживают в требуемом положении, позволяет кратковременно прекратить утечку продукта из резервуара и обеспечить возможность выполнения остальных операций. Результаты хронометрии показали, что время реализации этой технологии составляет не более 3–5 мин, что дает возможность за счет мускульной силы прекратить на это время выход продукта из резервуара и делает удержание подушки вручную практически безопасным. Поскольку в описываемой технологии используют надувную подушку с вертикально закрепленными в углах проушинами и накладывают ее вертикально на поврежденный участок оболочки резервуара, обеспечивается возможность закрепления подушки на поврежденном участке резервуара посредством охвата последнего по периметру натяжными ремнями с последующим их закреплением на стороне, противоположной течи.

Предварительное размещение натяжных ремней на стороне, противоположной поврежденному участ-

ку, исключает операцию их переброски со стороны поврежденного участка на противоположную сторону, что сокращает время устранения течи, повышает оперативность, упрощает технологию, снижает влияние человеческого фактора на продолжительность процесса устранения течи.

Кроме того, предлагаемое исходное размещение натяжных ремней на стороне, противоположной поврежденному участку резервуара, обеспечивает возможность использования в этой технологии верхнего и нижнего присоединительных узлов. Переброска на противоположную сторону верхнего и нижнего присоединительных узлов и их возврат обеспечиваются благодаря закреплению на каждом из них средства удержания. Верхний и нижний присоединительные узлы перебрасывают соответственно над резервуаром и под ним, что обеспечивает возможность присоединения к ним соответствующих натяжных ремней. Кроме того, закрепление ремней с противоположной от поврежденного участка стороны практически сводит к нулю вероятность попадания на них агрессивных сред из поврежденного участка при монтаже к надувной подушке, что повышает безопасность работ. После достижения присоединительным узлом противоположной стороны средство удержания приводят в натянутое состояние, что позволяет сэкономить время при возврате присоединительного узла.

Натяжные ремни прикрепляют к присоединительному узлу на расстоянии друг от друга, соответствующем расстоянию между вертикальными проушинами надувной подушки, что обеспечивает их перетаскивание практически параллельно друг другу и оперативное прикрепление к проушинам подушки. Кроме того, перетаскивание натяжных ремней посредством присоединительных узлов практически исключает перепутывание ремней, так как обеспечивается возможность четкого визуального контроля, что повышает оперативность работы. В результате снижается влияние человеческого фактора на продолжительность процесса устранения течи, сокращается время ликвидации утечки, повышается оперативность и, как следствие, обеспечивается безопасность работы и экологическая безопасность. Одновременно упрощается процесс и снижается трудоемкость операций за счет сокращения их общего количества по сравнению с другими способами.

Кроме того, в предлагаемой технологии возможность использования присоединительного узла для подачи к надувной подушке натяжных ремней исключает необходимость выполнения работ на высоте при ликвидации течи в горизонтально расположеннем резервуаре, что упрощает процесс и повышает безопасность работ.

Поскольку в описываемой технологии сначала поочередно отсоединяют от верхнего присоединительного узла первый и второй верхние натяжные ремни и присоединяют к соответствующим верхним вертикальным проушинам подушки, а затем поочередно отсоединяют первый и второй нижние натяжные ремни от нижнего присоединительного узла и присоединяют к соответствующим нижним вертикальным проушинам подушки, исключается возможность сдергивания надувной подушки, удерживаемой мускульной силой, что также повышает безопасность работы и снижает влияние человеческого фактора на продолжительность процесса устранения течи.

Заключение

Предлагаемая технология обеспечивает достижение социального, экономического и технического результатов, а именно: повышения безопасности работ по устранению течи; повышения оперативности; сокращения времени ликвидации течи путем ускорения процесса установки надувной подушки; повышения экологической безопасности благодаря

сокращению времени устранения течи; обеспечения более высокого уровня безопасности путем исключения работ на высоте и сокращения времени ликвидации течи; упрощения процесса и снижения трудоемкости за счет сокращения общего количества операций; снижения влияния человеческого фактора на время устранения течи.

Опытным путем установлено, что технология применения присоединительного узла при ликвидации течи посредством установки на течь надувной подушки на резервуар при вертикальном расположении крепящих ремней не только облегчает, но и значительно ускоряет процесс установки бандажа. Сравнительный хронометраж установки надувной подушки известным общепринятым способом [3, 4] и посредством предлагаемой технологии с использованием присоединительного узла показал, что продолжительность устранения течи известным способом составляет 15–20 мин, а по заявленной технологии — 3–5 мин.

Для обеспечения искробезопасности присоединительный узел обрезинивают.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Сучков В. П. Пожарная безопасность при хранении легковоспламеняющихся и горючих жидкостей на промышленных предприятиях. — М. : Стройиздат, 1985. — 96 с.
- Юхим М. С. Неисправности и способы ремонта резервуарных емкостей для светлых нефтепродуктов // Химическая техника. — 2015. — № 10. — С. 41–44.
- Одинцов Л. Г., Чумак С. П., Виноградов А. Ю., Потапенко Ю. П., Медведев Г. Н. Технология ведения аварийно-спасательных работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций. — М. : ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2011. — 286 с.
- Technical EIA guidance manual for petrochemical complexes. — Hyderabad : IL&FS Ecosmart Limitet, 2010. — 240 p. URL: <https://www.elaw.org/system/files/Offshore%20and%20Onshore.pdf> (дата обращения: 05.01.2019).
- Birn K., Osuna J., Velasquez C., Meyer J., Owens S., Cairns M. Crude by rail. The new logistics of tight oil and oil sands growth / IHS EnErgy. — December 2014. — 25 p. URL: https://ihsmarkit.com/pdf/IHS-Oil-Sands-Dialogue-Crude-by-rail-dec-2014_210390110913052132.pdf (дата обращения: 05.01.2019).
- CN railway derailments, other accidents and incidents /Prepared by Railroaded. — Updated March 12, 2015. — 54 p. URL: <https://railroaded.files.wordpress.com/2010/10/cn-railway-derailments-other-accidents-and-incidents26.pdf> (дата обращения: 10.01.2019).
- Liu Xiang, Turla Tejasree, Zhang Zhipeng. Accident-cause-specific risk analysis of rail transport of hazardous materials // Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. — 2018. — Vol. 2672, Issue 10. — P. 176–187. DOI: 10.1177/0361198118794532.
- Ajaya Kumar K., Tamil Selvan R., Nehal Siddiqui A., Ashutosh Gautam. Scope for developing accident causation model of road transportation of hazardous materials // International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology. — 2015. — Vol. 2, Issue 10. — P. 57–63. DOI: 10.17148/IARJSET.2015.21012.
- Voropaev Н. П. Методические подходы к прогнозированию обстановки при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). — 2016. — № 4(20). — С. 29–33.
- Бобарико А. В., Денисов А. Н., Заусаев А. А., Кимяшов В. Н., Сафиуллин Р. А. Специальная первоначальная пожарная подготовка спасателя : учебное пособие. — Химки : АГЗ МЧС России, 2012. — 232 с.
- Liu X., Saat M. R., Barkan C. P. L. Probability analysis of multiple-tank-car release incidents in railway hazardous materials transportation // Journal of Hazardous Materials. — 2014. — Vol. 276. — P. 442–451. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2014.05.029.

12. Bagheri M., Verma M., Verter V. Transport mode selection for toxic gases: rail or road? // Risk Analysis. — 2013. — Vol. 34, Issue 1. — P. 168–186. DOI: 10.1111/risa.12063.
13. Etkin D. S., French McCay D., Horn M., Landquist H., Hassellöv I.-M., Wolford A. J. Quantification of oil spill risk // Oil Spill Science and Technology / Fingas M. (ed.). — 2nd ed. — Cambridge, MA : Gulf Professional Publishing, 2017. — P. 71–183. DOI: 10.1016/B978-0-12-809413-6.00002-3.
14. Саяпин М. В. Совершенствование технологий ремонта резервуаров с нарушением целостности стенки : дис. ... канд. техн. наук. — Тюмень, 2000. — 161 с.
15. Хорватх Г., Куты Р. Задачи руководителя аварийно-спасательных работ по ликвидации аварий при перевозке опасных веществ автотранспортом // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. — 2017. — № 1. — С. 30–34.
16. Kuti R. Milyen mentesítő anyagokat használunk, milyen eljárásokat alkalmazzunk veszélyes anyag beavatkozások után? // Védelem Online: Tűz- és Katasztrófavédelmi Szakkönyvtár. URL: <https://docplayer.hu/veszelyes-anyag-beavatkozasok-utan.html> (дата обращения: 16.01.2019).
17. Новоселов А. В., Золотов А. В., Ремизов А. П., Еремин В. Н. Устройства для временной заделки пробоин и трещин в заполненных жидкостью жестких конструкциях // Нефтепереработка и нефтехимия. Научно-технические достижения и передовой опыт. — 2016. — № 12. — С. 43–46.
18. Бабин А. Ю., Абдрахманова К. Н., Гафарова В. А. Применение программного комплекса ABAQUS для моделирования заделки трещины в металле композитным материалом // Norwegian Journal of Development of the International Science. — 2018. — № 4-1(17). — С. 13–18.
19. Япринцев В. В., Шулаев С. В., Степанова И. А. Приспособление для герметизации разрывов трубопровода с газовыми и жидкими (в том числе агрессивными) средами // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всероссийской научно-методической конференции. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2016. — С. 1031–1035.
20. Арсенал ПТВ. Оборудование для ликвидации течи и сбора опасных жидкостей. URL: http://arsenal-ptv.ru/catalog/likvidacia_techi/ (дата обращения: 04.01.2019).
21. Спасательное пневматическое оборудование. Инструкция по применению VETTER для устранения течей. Статья № 9987033900. — Vetter GmbH 11/10. — 41 с. URL: http://specudm.ru/data/files/downloads/vetter_instruction.pdf (дата обращения: 05.01.2019).

REFERENCES

1. V. P. Suchkov. *Pozharnaya bezopasnost pri khranenii legkovosplamennyayushchikhsya i goryuchikh zhidkostey na promyshlennykh predpriyatiyakh* [Fire safety during storage of flammable and combustible liquids in industrial plants]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1985. 96 p. (in Russian).
2. M. S. Yukhim. Malfunctions and methods for repairing tank tanks for light petroleum products. *Khimicheskaya tekhnika / Chemical Technique*, 2015, no. 10, pp. 41–44 (in Russian).
3. L. G. Odintsov, S. P. Chumak, A. Yu. Vinogradov, Yu. P. Potapenko, G. N. Medvedev. *Tekhnologiya vedeniya avariyno-spasatelnykh rabot pri likvidatsii chrezvychaynykh situatsiy* [The technology of conducting rescue operations in emergency response]. Moscow, All-Russian Scientific Research Institute on Problems of Civil Defense and Emergency Situations Publ., 2011. 286 p. (in Russian).
4. *Technical EIA guidance manual for petrochemical complexes*. Hyderabad, IL&FS Ecosmart Limitet, 2010. 240 p. Available at: <https://www.elaw.org/system/files/Offshore %20and %20Onshore.pdf> (Accessed January 5, 2019).
5. K. Birn, J. Osuna, C. Velasquez, J. Meyer, S. Owens, M. Cairns. *Crude by rail. The new logistics of tight oil and oil sands growth*. IHS EnErgy. December 2014. 25 p. Available at: https://ihsmarkit.com/pdf/IHS-Oil-Sands-Dialogue-Crude-by-rail-dec-2014_210390110913052132.pdf (Accessed January 5, 2019).
6. *CN railway derailments, other accidents and incidents*. Prepared by Railroaded. Updated March 12, 2015. 54 p. Available at: <https://railroaded.files.wordpress.com/2010/10/cn-railway-derailments-other-accidents-and-incidents26.pdf> (Accessed January 10, 2019).
7. Xiang Liu, Tejasree Turla, Zhipeng Zhang. Accident-cause-specific risk analysis of rail transport of hazardous materials. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2018, vol. 2672, issue 10, pp. 176–187. DOI: 10.1177/0361198118794532.
8. Ajaya Kumar K., Tamil Selvan R., Nehal Siddiqui A., Ashutosh Gautam. Scope for developing accident causation model of road transportation of hazardous materials. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*, 2015, vol. 2, issue 10, pp. 57–63. DOI: 10.17148/IARJSET.2015.21012.

9. N. P. Voropaev. Methodical approaches to forecasting the environment in case of accidents (destructions) on chemically hazardous objects. *Prirodnyye i tekhnogennyye riski (fiziko-matematicheskiye i prikladnyye aspekty) / Natural and Technological Risks (Physics-Mathematical and Applied Aspects)*, 2016, no. 4(20), pp. 29–33 (in Russian).
10. A. V. Bobariko, A. N. Denisov, A. A. Zausayev, V. N. Kimyashov, R. A. Safiullin. *Spetsialnaya pervo-nachalnaya pozharnaya podgotovka spasatelya* [Special initial fire rescue training]. Khimki, Academy of Civil Defence of Emercom of Russia Publ., 2012. 232 p. (in Russian).
11. X. Liu, M. R. Saat, C. P. L. Barkan. Probability analysis of multiple-tank-car release incidents in railway hazardous materials transportation. *Journal of Hazardous Materials*, 2014, vol. 276, pp. 442–451. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2014.05.029.
12. M. Bagheri, M. Verma, V. Verter. Transport mode selection for toxic gases: rail or road? *Risk Analysis*, 2013, vol. 34, issue 1, pp. 168–186. DOI: 10.1111/risa.12063.
13. D. S. Etkin, D. French McCay, M. Horn, H. Landquist, I.-M. Hassellöv, A. J. Wolford. Quantification of oil spill risk. In: M. Fingas (ed.). *Oil Spill Science and Technology*. 2nd ed. Cambridge, MA, Gulf Professional Publishing, 2017, pp. 71–183. DOI: 10.1016/B978-0-12-809413-6.00002-3.
14. M. V. Sayapin. *Improvement of technologies for repairing tanks in violation of the integrity of the wall*. Cand. tech. sci. diss. Tyumen, 2000. 161 p. (in Russian).
15. G. Khorvath, R. Kuti. Tasks of the head of rescue operations to eliminate accidents during hazardous substances transportation by motor vehicles. *Pozhary i chrezvychaynyye situatsii: predotvratshcheniye, likvidatsiya / Fire and Emergencies: Prevention, Elimination*, 2017, no. 1, pp. 30–34 (in Russian).
16. Kuti R. Milyen mentesítő anyagokat használunk, milyen eljárásokat alkalmazzunk veszélyes anyag beavatkozások után? *Védelem Online: Tűz- és Katasztrófavédelmi Szakkönyvtár* (in Hungarian). Available at: <https://docplayer.hu/veszelyes-anyag-beavatkozasok-utan.html> (Accessed January 16, 2019).
17. A. V. Novosyolov, A. V. Zolotov, A. P. Remizov, V. N. Eryomin. Devices for temporary sealing of holes and cracks in the liquid-filled rigid structures. *Neftepererabotka i neftekhimiya. Nauchno-tehnicheskiye dostizheniya i peredovoy opyt / Oil Refining and Petrochemistry. Scientific and Technological Achievements and Best Practices*, 2016, no. 12, pp. 43–46 (in Russian).
18. A. Yu. Babin, K. N. Abdurakhmanova, V. A. Gafarova. Using ABAQUS product for modeling of crack filling by composite material. *Norwegian Journal of Development of the International Science*, 2018, no. 4-1(17), pp. 13–18 (in Russian).
19. V. V. Yaprutsev, S. V. Shulayev, I. A. Stepanova. A device for sealing pipeline ruptures with gas and liquid (including aggressive) media. In: *Universitetskiy kompleks kak regionalnyy tsentr obrazovaniya, nauki i kultury. Materialy Vserossiyskoy nauchno-metodicheskoy konferentsii* [University complex as a regional center of education, science and culture. Proceedings of All-Russian Scientific and Methodical Conference]. Orenburg, Orenburg State University Publ., 2016, pp. 1031–1035 (in Russian).
20. *Equipment to eliminate leaks and collection of hazardous liquids* (in Russian). Available at: http://arsenal-ptv.ru/catalog/likvidacia_techi (Accessed January 4, 2019).
21. *Emergency Pneumatics. Operating Instructions VETTER Leak Sealers*. Article No. 9987033900. Vetter GmbH 11/10. 41 p. (in Russian). Available at: http://specudm.ru/data/files/downloads/vetter_instruction.pdf (Accessed January 5, 2019).

Материал поступил в редакцию 11 января 2019 г.

Received January 11, 2019

Информация об авторах

ДЕНИСОВ Алексей Николаевич, д-р. техн. наук, доцент, профессор кафедры пожарной тактики и службы, Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, г. Москва, Российская Федерация; e-mail: dan_aleks@mail.ru

ШЕРЕМЕТЬЕВ Сергей Николаевич, начальник Управления по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и пожарной безопасности, Архангельский целлюлозно-бумажный комбинат, г. Новодвинск, Российская Федерация; e-mail: sheremetev.sergey@appm.ru

Information about the authors

Aleksey N. DENISOV, Doctor of Technical Sciences, Docent, Professor of Department of Fire Tactics and Service, State Fire Academy of Emercom of Russia, Moscow, Russian Federation; e-mail: dan_aleks@mail.ru

Sergey N. SHEREMETYEV, Head of Civil Defense, Emergency and Fire Safety, Arkhangelsk Pulp and Paper Mill, Novodvinsk, Russian Federation; e-mail: sheremetev.sergey@appm.ru