ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 621.643.8 **DOI 10.52928/2070-1683-2025-40-1-51-57**

ОЦЕНКА ВЕЛИЧИНЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ, ПОСТУПИВШИХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИЙНЫХ УТЕЧЕК В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

д-р техн. наук В.П. ИВАНОВ[1)], канд. техн. наук И.А. ЛЕОНОВИЧ[2)], канд. техн. наук А.Г. КУЛЬБЕЙ[3)], В.В. БЕРДАШКЕВИЧ[4)]
([1), 3), 4)] Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой,
[2)] РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва)

В статье представлен анализ аварийных утечек дизельного топлива и их воздействия на окружающую среду. Описаны примеры аварийных ситуаций, по которым проведены расчеты времени вытекания топлива через технологические отверстия из емкостей хранения. Акцент сделан на оценке экологических рисков, связанных с загрязнением почвы и водоемов, а также на мерах по предотвращению утечек. Статья подчеркивает важность своевременного обнаружения и ликвидации утечек, а также разработки эффективных мер по их предупреждению для повышения экологической безопасности на объектах хранения нефтепродуктов.

Ключевые слова: *окружающая среда, аварийная утечка, загрязнение почвы, мониторинг утечек, экологическая безопасность.*

Введение. В последние годы вопросы экологической безопасности на промышленных предприятиях становятся все более актуальными. Утечки жидкостей, в частности, дизельного топлива, могут привести не только к экологическим проблемам, но также к значительным экономическим потерям, нарушениям технологических процессов, а иногда они приводят к авариям с взрывами и пожарами. Для оценки масштабов развивающихся событий важно проводить системные исследования и расчеты, позволяющие определить потенциальные объемы утечек и их временные характеристики.

В последнее время аварийные утечки топлива на промышленных объектах неоднократно приводили к значительным экологическим последствиям. Одним из примеров стала утечка мазута на Пинской мини-ТЭЦ в 2014 году[1]. Площадь разлива составила около 1500 м^2, что потребовало длительного времени на ликвидацию последствий. Причиной аварии стала трещина в задвижке трубопровода диаметром 10 см, через которую мазут закачивался в резервуар. Несмотря на оперативное устранение течи, для полной ликвидации последствий потребовалось несколько дней. Специалисты отметили, что благодаря промерзшей почве серьезной экологической угрозы удалось избежать, однако сама авария привлекла внимание к проблеме старения инфраструктуры и недооценки возможных последствий.

Аналогичные случаи часто фиксируются на других предприятиях. В г. Норильск 29 мая 2020 года на ТЭЦ-3 произошла разгерметизация резервуара с дизельным топливом, и в поселке Новая Кежма 10 октября 2020 года сложилась такая же ситуация[2]. Эти примеры подчеркивают необходимость разработки более эффективных методов ликвидации аварийных разливов для предотвращения экологических катастроф.

Актуальность работы обусловлена необходимостью разработки нормативных документов по оценке утечек горюче-смазочных материалов на предприятиях, что позволит более эффективно планировать мероприятия по их предотвращению и обеспечению экологической безопасности.

Целью исследования является оценка количества загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду в результате аварийных утечек из емкостей хранения. Рассмотрим два случая утечек дизельного топлива на промышленном предприятии с акцентом на их экологические последствия, а для этого произведем установление массы утечки при разных временных интервалах. Особенностью расчетов является тот факт, что размеры отверстий, через которые происходили утечки, заранее не были известны.

Для достижения поставленной цели были использованы методы гидравлических расчетов, основанные на классических уравнениях для течений жидкости в условиях невысоких перепадов давления.

Эффективная система предотвращения утечек включает в себя [1; 2]:

1) своевременное выявление повреждений и отклонений в работе систем хранения, позволяющее предотвратить аварии на ранних стадиях;

[1] Утечка мазута на мини-ТЭЦ в Пинске: площадь разлива – около 1,5 тысяч квадратных метров. 2014. URL: https://ctv.by/news/proisshestviya/utechka-mazuta-na-mini-tec-v-pinske-ploshad-razliva-okolo-15-tysyach-kvadratnyh-metrov.

[2] Разливы нефтепродуктов в России за 2020 год. 2020. URL: https://terra-ecology.ru/stati/razlivy-nefteproduktov-v-rossii-za-2020-god.

2) автоматизированные системы, реагирующие на резкие изменения давления или уровня жидкости, которые могут оперативно перекрыть подачу топлива и минимизировать утечки;

3) регулярные проверки оборудования на предмет коррозии, износа и механических повреждений, чтобы снизить вероятность аварийных ситуаций.

Аварийные утечки дизельного топлива представляют собой серьезную угрозу для окружающей среды. Попадая в почву и водоемы, дизельное топливо может распространяться на большие расстояния, проникая в грунтовые воды и загрязняя экосистемы. Основные экологические риски включают следующее [3]:

1) дизельное топливо может накапливаться на поверхности воды, создавая пленку, которая препятствует газообмену и приводит к гибели водной фауны и флоры. Кроме того, нефтепродукты могут проникать в грунтовые воды, делая их непригодными для питья и сельскохозяйственных нужд;

2) при попадании в почву дизельное топливо снижает ее плодородие, нарушая естественный баланс микроорганизмов и изменяя химический состав. Это особенно опасно в районах, где ведется сельское хозяйство, так как загрязненные земли могут терять свои производственные качества;

3) дизельное топливо содержит ряд токсичных соединений, которые могут накапливаться в организме животных и растений, вызывая хронические отравления и нарушения в экосистемах.

Своевременное обнаружение и ликвидация утечек позволяют минимизировать экологический ущерб. Однако в условиях недостаточного контроля и мониторинга аварии могут достигать масштабов экологических катастроф.

Основная часть. Безопасность эксплуатации трубопроводных систем является одним из ключевых аспектов современного промышленного транспорта. Любые утечки топлива, особенно в крупных масштабах, могут повлечь за собой серьезные последствия для окружающей среды.

Аварийные утечки дизельного топлива из резервуаров могут быть вызваны различными факторами:

– механическим повреждением (в том числе диверсионными действиями);
– эрозионным износом оборудования;
– коррозией;
– неправильной технической эксплуатацией и обслуживанием.

Прогнозирование последствий утечек и их предупреждение – важные меры, направленные на повышение общей безопасности трубопроводного транспорта. Системы мониторинга, своевременное техническое обслуживание и регулярные проверки оборудования могут значительно снизить вероятность возникновения аварийных ситуаций.

Одним из методов повышения безопасности является разработка моделей расчета утечек, примеры которых представлены в данной работе. Моделирование процесса утечки позволяет точно оценить объем возможных потерь топлива и принять меры по устранению неисправностей до того, как ситуация перерастет в аварийную. В данной работе представлены результаты расчета времени утечки дизельного топлива через поврежденное технологическое оборудование, что может быть использовано для анализа и разработки профилактических мер на предприятиях трубопроводного транспорта.

Процесс истечения жидкости из резервуара через отверстие под воздействием силы тяжести является классической задачей гидравлики. Для его описания используются уравнения Бернулли и гидростатические законы. В данной работе мы рассматриваем дизельное топливо как несжимаемую жидкость с постоянной плотностью, что упрощает расчеты.

Одним из ключевых аспектов расчетов является определение эквивалентной площади отверстия, через которое происходит утечка топлива. Площадь отверстия влияет на скорость и объем вытекания жидкости, а также на изменение уровня жидкости в резервуаре. В нашей задаче использовалась следующая формула для расчета объема вытекшей жидкости через отверстие в крановом шаре:

$$Q = \mu S_0 \sqrt{2g \cdot H}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (1)$$

где μ – коэффициент расхода через отверстие;

S_0 – эквивалентная площадь отверстия, через которое вытекает жидкость, м^2;

H – уровень взлива жидкости в сосуде, м.

То есть уровень взлива – это высота открытой поверхности дизельного топлива в резервуаре относительно его основания. Так как при утечке уровень жидкости изменяется с течением времени, то такое движение жидкости является неустановившимся, а следовательно, при этом изменяется со временем и расход вытекающей жидкости.

За некоторое время dt из сосуда вытечет объем жидкости dW, а уровень взлива жидкости в нем понизится на величину dh. Полагаем, что за очень малый отрезок времени dt напор изменится настолько мало, что его изменением можно пренебречь и принять постоянным и равным H. Тогда для нахождения объема жидкости за очень малый отрезок времени dt продифференцируем формулу 1:

$$Qdt = \mu S_0 \sqrt{2gH} dt. \quad (2)$$

Одновременно с понижением уровня в резервуаре на dh объем жидкости в нем уменьшится на dW:

$$\begin{cases} Qdt = dW \\ dW = -Sdh' \end{cases} \quad (3)$$

где S – площадь сечения сосуда, м^2.

Знак минус в формуле 3 принят потому [4, с. 299; 5, с. 233], что напор H понижается.

Следовательно,

$$\mu S_0 \sqrt{2gh} dt = -Sdh. \quad (4)$$

Отсюда, разделив переменные в дифференциальном уравнении (4), получим

$$dt = -\frac{2Sdh}{\mu S_0 \sqrt{2gh}}. \quad (5)$$

Для нахождения времени, за которое произойдет истечение жидкости с начального уровня взлива H_1 до конечного уровня взлива H_2, проинтегрируем формулу 5 по граничным условиям H_1 и H_2 [4, с. 300]:

$$t = -\frac{1}{\mu S_0 \sqrt{2g}} \int_{H_1}^{H_2} S \frac{dh}{\sqrt{h}}, \quad (6)$$

где t – время, за которое произойдет истечение жидкости с начального уровня взлива H_1 до конечного уровня взлива H_2;

S – площадь сечения сосуда, м^2;

H_1 – начальный уровень взлива жидкости в резервуаре, м;

H_2 – конечный уровень взлива жидкости в резервуаре, м.

Эти вычисления справедливы для резервуара, для которого площадь сечения сосуда не изменяется в зависимости от уровня взлива жидкости, например, представляющего собой вертикальный цилиндр как резервуар вертикальный стальной (РВС). Но для расчета утечки из сосуда с изменяющимся сечением в зависимости от уровня взлива жидкости, например, резервуара горизонтального стального (РГС) или цистерны, расчет нужно производить несколько иначе.

Для определения времени истечения жидкости из горизонтального цилиндрического сосуда (рисунок 1) выразим зависимость переменной площади S от h:

$$S = 2L\sqrt{h(D-h)}, \quad (7)$$

где L – длина сосуда, м;

D – диаметр сосуда, м;

h – уровень взлива жидкости в сосуде.

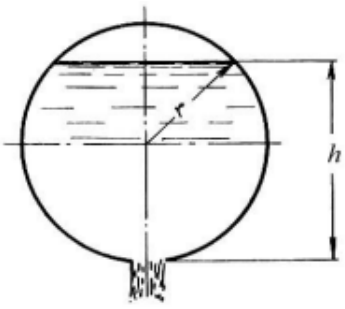

Рисунок 1. – Схема опорожнения непризматического резервуара

Подставим в формулу (6) зависимость переменной площади S от h (7) и получим:

$$t = -\frac{1}{\mu S_0 \sqrt{2g}} \int_{H_1}^{H_2} 2L \frac{\sqrt{h(D-h)}dh}{\sqrt{h}}. \quad (8)$$

Для проведения расчетов времени утечек и объема потерянного топлива использовались реальные данные о состоянии резервуаров на предприятии. Было рассмотрено два случая аварийных утечек дизельного топлива. В первом примере утечка происходила через негерметичную задвижку технологического резервуара, а во втором – через отверстие в стенке горизонтального резервуара Р-25.

Рассмотрим утечку через задвижку. В качестве исходных данных для расчетов были взяты измерения, полученные в ходе осмотра резервуаров на предприятии. Утечка была обнаружена через 17 часов с момента предыдущего осмотра и ликвидирована за общий час. В частности, было установлено, что за 9 минут 43 секунды дизельное топливо через негерметичную задвижку заполнило 20-литровый мерник. На основании этих данных можно было рассчитать расход топлива и определить эквивалентную площадь отверстия, через которое происходила утечка.

Для начала был рассчитан расход топлива с использованием следующей формулы:

$$q = V_1/t, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (9)$$

где q – расход топлива, м^3/с;
V – объем вытекшего топлива, м^3;
t – время, за которое был измерен этот объем, с.

$$q = \frac{20 \cdot 0{,}001}{9 \cdot 60 + 43} = 3{,}43053 \cdot 10^{-5}, \text{ м}^3/\text{с}. \quad (10)$$

На следующем этапе с помощью полученного значения расхода был рассчитан эквивалентный диаметр отверстия, через которое вытекало дизельное топливо. Для этого использовалась формула:

$$S_0 = \frac{q}{\mu}\sqrt{2g \cdot H}, \text{ м}^2, \quad (11)$$

где S_0 – эквивалентная площадь отверстия, через которое вытекает дизельное топливо, м^2;
q – расход, с которым вытекает дизельное топливо, м^3/с;
μ – коэффициент расхода, согласно [4, с. 297, таблица 16.2], μ = 0,6;
H – начальный уровень топлива в резервуаре.

Подставляя известные значения в формулу, получили:

$$S_0 = \frac{3{,}43053 \cdot 10^{-5}}{0{,}6}\sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 3{,}101} = 7{,}3301 \cdot 10^{-6}\text{м}^2 = 7{,}33 \text{ мм}^2.$$

Таким образом, эквивалентная площадь отверстия составила 7,33 мм^2.

Для нахождения уровня топлива в резервуаре $z(t)$, установившегося после 17 и 18 часов вытекания дизельного топлива, воспользуемся следующей формулой [6, с. 208]:

$$z(t) = \left(\sqrt{\text{H}} - \frac{\mu S_0\sqrt{2g}t}{2S}\right)^2. \quad (12)$$

При этом учитывалась площадь сечения резервуара, которая была рассчитана по формуле:

$$S = \pi\frac{D^2}{4}, \text{ м}^2, \quad (13)$$

где D = 14,552 м – диаметр резервуара.

$$S = \pi\frac{14{,}552^2}{4} = 166{,}232 \text{ м}^2.$$

Площадь сечения составила 166,232 м^2. Далее было рассчитано изменение уровня топлива за 17 и 18 часов. Для 17 часов уровень топлива составил 3,30694 м, что привело к потере 1819,73 кг дизельного топлива. Для 18 часов уровень снизился до 3,30618 м, что соответствует утечке уже 1926,66 кг.

Для нахождения времени полного вытекания некоторого значения, например, 14 121 кг топлива, была использована формула:

$$t = \frac{2S}{\mu S_0\sqrt{2g}}(\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}),$$

где H_1 – начальный уровень взлива дизельного топлива в резервуаре, м;
H_2 – конечный уровень взлива дизельного топлива в резервуаре, м [7, с. 35].

Результаты расчета показали, что полное вытекание данного объема топлива займет 5 суток 12 часов 49 минут.

Дополнительно мы определили интенсивность процессов вытекания дизельного топлива в различные периоды времени. По вышеприведенной формуле (9) построен график зависимости потерь дизельного топлива от времени вытекания (рисунок 2).

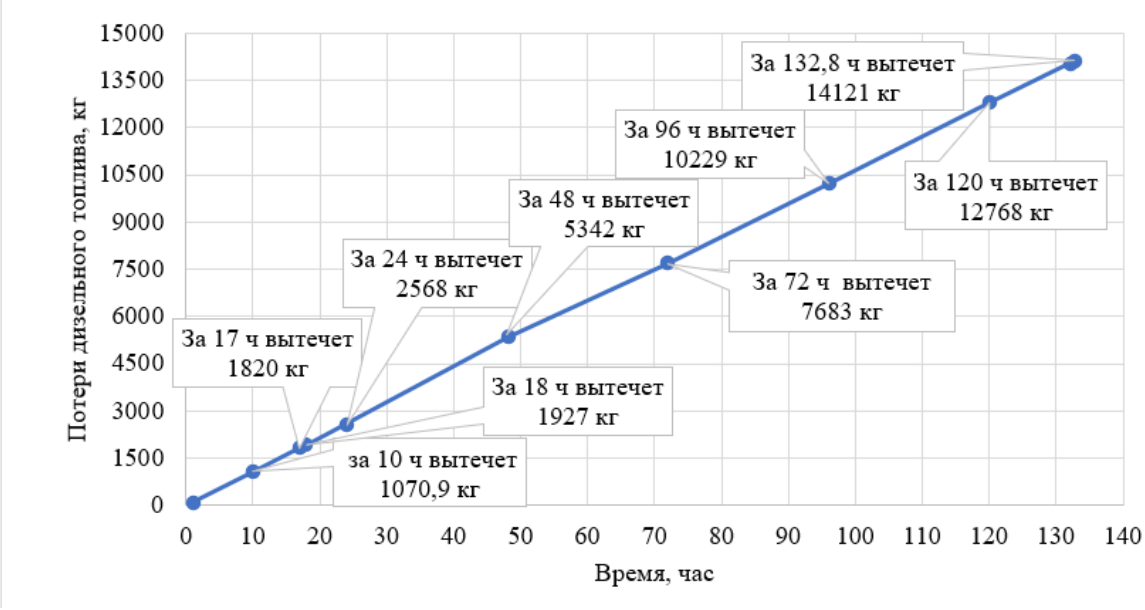

Рисунок 2. – Зависимость потерь дизельного топлива от времени вытекания

Согласно этому графику, мы можем выявить отношение массы потери дизельного топлива и количества времени, за которое такие потери могут произойти. Так, за первые 10 часов масса потери составит 1070,86 кг. За условные 17 часов утерянное дизельное топливо составляет 1819,73 кг, за 18 часов – 1926,66 кг и так далее.

На основании расчетов были получены следующие результаты:

– эквивалентная площадь отверстия составила 7,33 мм^2;
– время полного вытекания 14 121 кг дизельного топлива – 5 суток 12 часов 49 минут;
– за 17 часов было потеряно 1819,73 кг топлива, за 18 часов – 1926,66 кг.

Данный вариант аварии является не распространенным, но показательным случаем попадания загрязняющего вещества в окружающую среду.

Во втором случае утечка произошла через коррозионное отверстие в стенке горизонтального резервуара Р-25 объемом 25 254 л. Утечка обнаружена в момент потери 2933 л дизельного топлива. Так как размеры отверстия не представлялось возможным установить, то для расчета времени утечки были рассмотрены три диаметра отверстий: 6 мм, 10 мм и 15 мм.

Для нахождения времени, за которое вытечет 2933 л дизельного топлива, воспользуемся формулой (8):

$$t = -\frac{1}{\mu S_0 \sqrt{2g}} \int_{H_1}^{H_2} 2L \frac{\sqrt{h(D-h)}dh}{\sqrt{h}},$$

где H_1 – начальный уровень взлива дизельного топлива в резервуаре, H_1 = 2,515 м;
H_2 – конечный уровень взлива дизельного топлива в резервуаре, H_2 = 2,168 м;
S_0 – эквивалентная площадь отверстия, через которое вытекает дизельное топливо, м^2;
μ – коэффициент расхода, согласно [4, с. 297, таблица 16.2], μ = 0,6;
D – диаметр горизонтального резервуара Р-25, D = 2,768 м;
L – длина горизонтального резервуара Р-25, L = 4,846 м.

Например, для отверстия с диаметром 6 мм его площадь составит 0,00002826 м^2, тогда:

$$t = -\frac{1}{0{,}6 \cdot 0{,}00002826 \cdot \sqrt{2g}} \int_{2{,}515}^{2{,}168} 2 \cdot 4{,}846 \frac{\sqrt{h(2{,}768-h)}dh}{\sqrt{h}} = 8{,}06 \text{ ч.}$$

То есть дизельное топливо объемом 2933 л вытечет из эквивалентного диаметра отверстия 6 мм за 8 часов.

Аналогично для следующих случаев проведем расчеты времени полного вытекания топлива:

– при диаметре отверстия 10 мм – 2 часа 54 минуты;
– при диаметре отверстия 15 мм – 1 час 18 минут.

Эти данные показывают, что даже небольшие отверстия могут приводить к быстрым и значительным потерям топлива.

Дополнительно к данному случаю мы определили интенсивность процессов вытекания дизельного топлива за различные отрезки времени из отверстия 6, 10 и 15 мм. По вышеприведенной формуле (8) построен график зависимости потерь дизельного топлива от времени вытекания (рисунок 3).

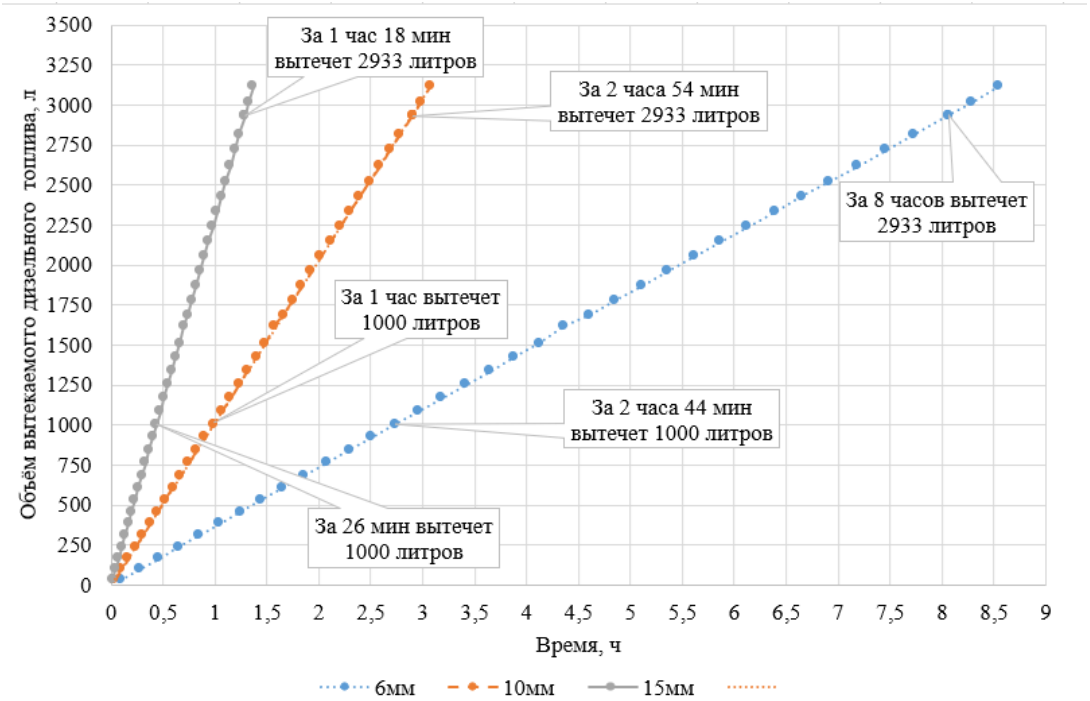

Рисунок 3. – Зависимость потерь дизельного топлива от времени вытекания

Необходимо отметить, что приведенные на рисунке 3 графики не являются прямыми линиями, а по интегральной зависимости отображают изменение вытекающего объема топлива в зависимости от времени с учетом закругленности стенки резервуара. От верха до середины резервуара идет увеличение сечения открытой поверхности топлива, а от середины до низа резервуара идет уменьшение сечения открытой поверхности топлива.

Согласно этому графику, мы можем выявить отношение объема потери дизельного топлива и времени, за которое такие потери могут произойти. Так, 1000 л дизельного топлива вытечет из горизонтального резервуара Р-25 при эквивалентном диаметре отверстия 6 мм за 26 минут; при эквивалентном диаметре отверстия 10 мм – за 1 час; при эквивалентном диаметре отверстия 15 мм – за 2 часа 44 минуты.

Результаты расчетов указывают на значительные потери топлива при длительных утечках даже при сравнительно малых отверстиях. Полученные данные подчеркивают важность своевременного обнаружения утечек и их ликвидации. Рассчитанная интенсивность вытекания демонстрирует, что на ранних этапах процесс идет с наибольшей скоростью, что обусловлено высоким давлением столба жидкости в резервуаре. Снижение уровня топлива приводит к уменьшению скорости вытекания, однако суммарные потери становятся значительными.

Заключение. На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

1. Разработаны зависимости, позволяющие описать процесс вытекания дизельного топлива из горизонтальных и вертикальных резервуаров, что дало возможность установить закономерности изменения скорости и объема утечки в зависимости от характеристик резервуара и размера отверстия. Эти зависимости могут быть использованы для оперативной оценки потерь топлива при аварийных ситуациях на предприятиях, где нефтепродукты хранятся в резервуарах.

2. Определены численные параметры возможных потерь топлива для различных сценариев. Так, полное вытекание 14 121 кг дизельного топлива через негерметичную задвижку резервуара может занять 5 суток 12 часов 49 минут. Этот расчет демонстрирует, что даже небольшие утечки, оставшиеся незамеченными, могут приводить к значительным потерям топлива.

3. Проведенные расчеты показали высокую скорость утечки при сравнительно малых диаметрах отверстий. Утечка 2933 л дизельного топлива через отверстие диаметром 6 мм происходит за 8 часов, а через отверстие диаметром 15 мм – всего за 1 час 18 минут. Это подчеркивает важность регулярного мониторинга состояния оборудования и систем хранения для оперативного обнаружения и устранения небольших повреждений, которые могут перерасти в серьезные утечки.

4. Полученные данные подчеркивают необходимость систематического контроля и профилактического обслуживания резервуаров и технологического оборудования, включая мониторинг коррозионных повреждений и износа задвижек, чтобы снизить вероятность утечек.

5. Предложенные зависимости и методы расчета могут применяться при планировании мероприятий по обеспечению безопасности на промышленных предприятиях и использоваться в моделях для оценки возможных потерь топлива и определения временных характеристик утечек. Это позволит более точно прогнозировать развитие аварийной ситуации и принимать своевременные меры для минимизации последствий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пожарная опасность резервуарных парков нефтепродуктов / Д.В. Николаев, Д.Ю. Легенький, А.В. Сальников и др. // International scientific review of the problems and prospects of modern science and education: LXXV International correspondence scientific and practical conference, Бостон, 22–23 нояб., 2020 г. / Под ред. Э. Морган. – Бостон, 2020. – С. 5–8. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/pozharnaya-opasnost-rezervuarnyh-parkov-nefteproduktov (дата обращения: 15.10.2024).
2. Самкаева А.Ф. Коррозия нефтяных резервуаров и перспективные способы их защиты // Вестн. магистратуры. – 2022. – № 6–1(129). – С. 17–18. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/korroziya-neftyanyh-rezervuarov-i-perspektivnye-sposoby-ih-zaschity (дата обращения: 15.10.2024).
3. Демельханов М.Д., Оказова З.П., Чупанова И.М. Экологические последствия разливов нефти // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 12. – С. 91–94. URL: https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=35730 (дата обращения: 15.10.2024).
4. Альтшуль А.Д., Киселев П.Г. Гидравлика и аэродинамика (Основы механики жидкости): учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1975. – 323 с.
5. Ухин Б.В., Гусев А.А. Гидравлика: учеб. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 432 с.
6. Лурье М.В. Задачник по трубопроводному транспорту нефти, нефтепродуктов и газа: учеб. пособие для вузов. – М.: Недра-Бизнесцентр, 2003. – 349 с.
7. Трофимова Т.И. Курс физики: учеб. пособие для вузов. – М.: Академия, 2006. – 560 с.

REFERENCES

1. Nikolaev, D.V., Legen'kii, D.Yu., Sal'nikov, A.V. & Borisova, M.Yu. (2020). Pozharnaya opasnost' rezervuarnykh parkov nefteproduktov [Fire hazard of reservoir farms petroleum products]. In E. Morgan (Eds.) *International scientific review of the problems and prospects of modern science and education*: LXXV International correspondence scientific and practical conference, Boston, 22–23 noyab., 2020 g. (5–8). Boston. (In Russ., abstr. in Engl.). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/pozharnaya-opasnost-rezervuarnyh-parkov-nefteproduktov.
2. Samkaeva, A.F. (2022). Korroziya neftyanykh rezervuarov i perspektivnye sposoby ikh zashchity. *Vestn. magistratury, 6–1*(129), 17–18. (In Russ.). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/korroziya-neftyanyh-rezervuarov-i-perspektivnye-sposoby-ih-zaschity.
3. Demel'khanov, M.D., Okazova, Z.P. & Chupanova, I.M. (2015). Ekologicheskie posledstviya razlivov nefti [Environmental impacts of oil spills]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya [Advances in current natural sciences]*, (12), 91–94. (In Russ., abstr. in Engl.). URL: https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=35730.
4. Al'tshul', A.D. & Kiselev, P.G. (1975). *Gidravlika i aerodinamika (Osnovy mekhaniki zhidkosti): ucheb. posobie dlya vuzov. 2-e izd., pererab. i dop*. Moscow: Stroiizdat. (In Russ.).
5. Ukhin, B.V. & Gusev, A.A. (2010). *Gidravlika: ucheb*. Moscow: INFRA-M. (In Russ.).
6. Lur'e, M.V. (2003). *Zadachnik po truboprovodnomu transportu nefti, nefteproduktov i gaza: ucheb. posobie dlya vuzov*. Moscow: Nedra-Biznestsentr. (In Russ.).
7. Trofimova, T.I. (2006). *Kurs fiziki: ucheb. posobie dlya vuzov*. Moscow: Akademiya. (In Russ.).

Поступила 06.02.2025

ASSESSMENT OF THE AMOUNT OF POLLUTANTS RELEASED AS A RESULT OF ACCIDENTAL LEAKS INTO THE ENVIRONMENT

V. IVANOV[1)], I. LEONOVICH[2)], A. KULBEI[3)], V. BERDASHKEVICH[4)]
([1), 3), 4)] Euphrosyne Polotskaya State University of Polotsk,
[2)] Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Moscow)

The article presents an analysis of emergency diesel fuel leaks and their impact on the environment. Examples of emergency situations are described, according to which calculations of the time of fuel leakage through technological openings from storage tanks are carried out. Emphasis is placed on the assessment of environmental risks associated with soil and water pollution, as well as measures to prevent leaks. The article emphasizes the importance of timely detection and elimination of leaks, as well as the development of effective measures to prevent them to improve environmental safety at petroleum product storage facilities.

Keywords: *environment, emergency leakage, soil pollution, leak monitoring, environmental safety.*