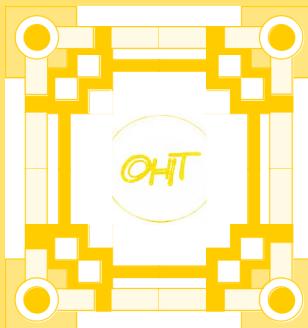


ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ И ВОДНЫХ
СРЕД В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКЛАДОВ И
БАЗ ГОРЮЧЕГО МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ РФ



Лисовский Владимир Алексеевич,
Багреева Ирина Сергеевна,
Слепова Елена Викторовна,
ФАУ 25 ГосНИИ МО РФ, г. Москва

Ефременко Роман Александрович,
Военная академия материально-технического
обеспечения им. генерала армии
А.В. Хрулева МО РФ, г. Москва

E-mail: 25gosniihim@mil.ru

Аннотация. Даны краткая характеристика источников загрязнения почвы и водной среды на складах и базах горючего, произведён анализ предполагаемых объёмов продуктов зачистки резервуаров, предложен способ очистки воды от нефтепродуктов и мехпримесей.

Ключевые слова: зачистка резервуаров, промывочные и нефтесодержащие сточные воды.

Служба горючего выполняет одну из важнейших задач в обеспечении боеготовности Вооруженных сил России – поставляет в войска горюче-смазочные материалы (ГСМ) и ракетное топливо. Сегодня в Вооруженных силах России применяется более 200 марок горюче-смазочных материалов. Ежегодно в войсках расходуется около двух миллионов тонн ГСМ [1].

Наличие таких запасов горючего обеспечивается объектами службы горючего, которыми являются стационарные и полевые склады (базы) ракетного топлива и горючего, трубопроводные соединения и части, автомобильные части и подразделения подвоза, окружные лаборатории ГСМ и ремонтные заводы службы горючего [2].

В процессе эксплуатации на складах и базах горючего образуются промывочные и дождевые сточные воды.

Загрязнение геологической среды происходит в результате аварийных и технологических утечек, разлива нефтепродуктов на поверхности земли, попадания в неё неочищенных или недостаточно очищенных нефтесодержащих

промывочных вод.

Нефтесодержащие промывочные воды образуются в результате зачистки резервуаров, сброса подтоварных вод из резервуаров, гидравлической и пневмогидравлической зачистки трубопроводов, а также мойки, пропарки и вентилирования автомобильных средств заправки и транспортирования горючего (АСЗТГ) и др. [3]. Источники загрязнения почв и водных сред в процессе эксплуатации складов и баз горючего представлены на (рис.1).

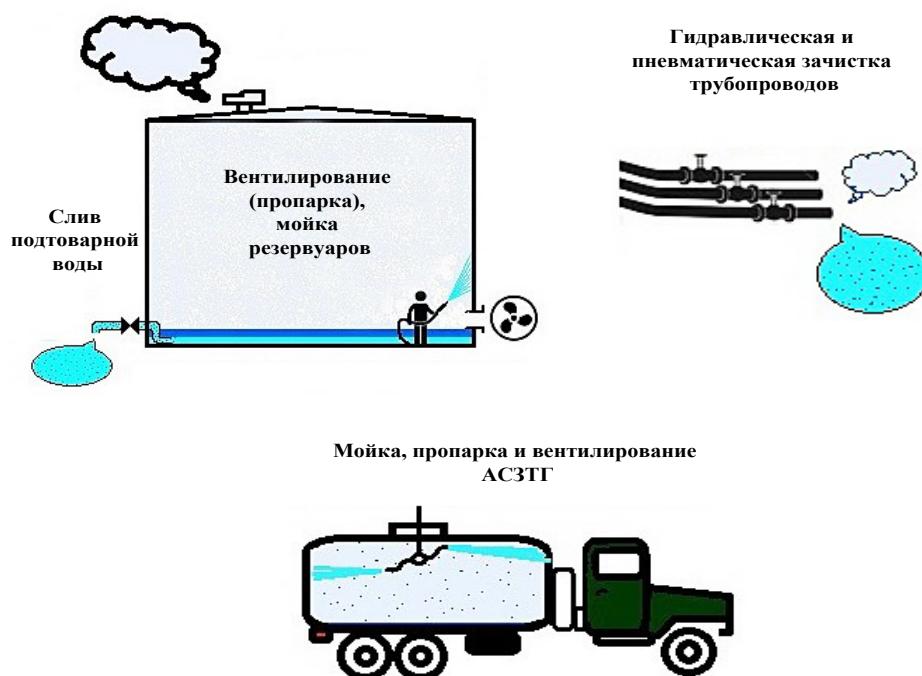


Рис. 1 Источники загрязнения почв и водных сред в процессе эксплуатации складов и баз горючего

Нефтесодержащие промывочные воды образуются в количестве 0,5-1,0 м³ на 1000 т грузооборота склада (базы). Расчётный расход этих вод принимается 3-4 л/м³ при продолжительности мытья до 1 ч один раз в неделю [3].

Большую угрозу для ОПС представляют промывочные воды и ливневые стоки, содержащие нефтепродукты, классификация которых описана в работе [5]. В общем случае они включают:

- отстойные воды, образовавшиеся в результате отстаивания обводнённых нефтепродуктов в резервуарах;
- ливневые стоки обвалованных территорий и различных площадок;
- воды после промывки резервуаров, авто- и железнодорожных цистерн, мытья бочек и тары, мытья технических средств обеспечения, а также трубопроводов;

- загрязнённый конденсат от пароподогревательных устройств для вязких нефтепродуктов;
- воды от технологической мойки тепловых и энергетических установок на нефтебазах;
- воды после тушения пожаров;
- воды из уплотнений сальников и охлаждения подшипников нефтяных насосов.

Источником загрязнения продолжают оставаться промывочные воды, содержащие ГСМ, образующиеся при ремонте и мойке техники и поступающие в почву и водоёмы без предварительного улавливания горючего и масел.

Объём отстойных вод зависит от степени обводнённости нефтепродуктов, которая определяется условиями их транспортировки и хранения. Поступление влаги в нефтепродукты происходит из-за просачивания воды через не плотности ёмкостей при выпадении осадков и транспортировке в нефтеналивных судах, конденсации влаги из воздуха в период хранения, при разогреве тёплых нефтепродуктов паром.

При зачистке резервуаров образуется большое количество (от 0,3 до 3% объёма зачищаемой резервуарной ёмкости в зависимости от вида резервуара) нефтепродуктосодержащих отходов, эмульгированных и диспергированных в промывочной воде (рис.2).

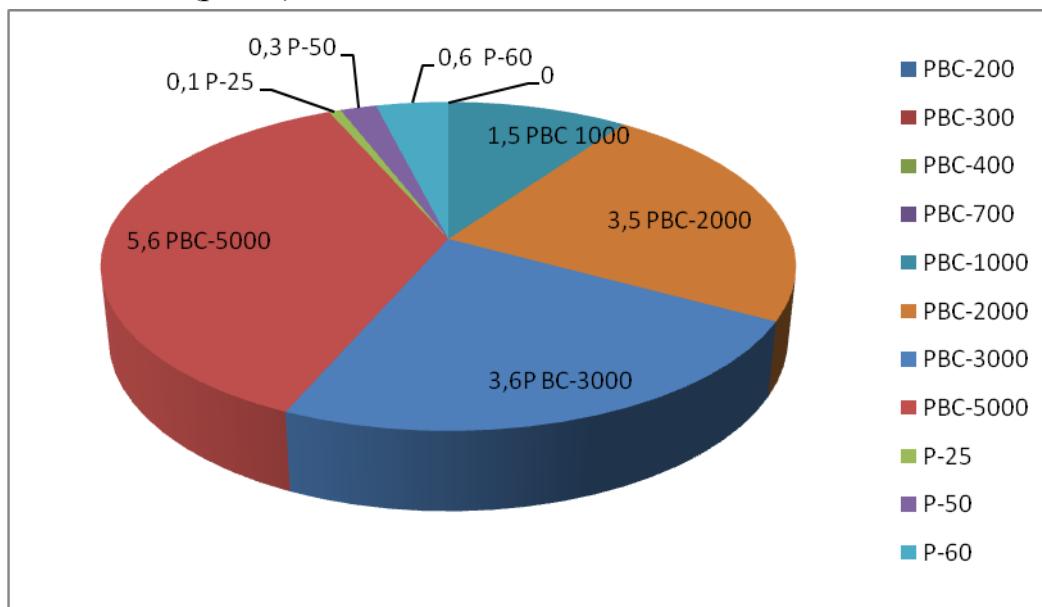


Рис. 2 Объём продуктов зачистки резервуаров, м³

После удаления основного продукта из резервуара с помощью штатного технологического оборудования насосной станции или самотёком в нём остаётся так называемый «несливаемый остаток», состоящий из оставшегося нижнего

SCIENCE TIME

слоя нефтепродукта, подтоварной воды, твёрдых и рыхлых донных отложений (нефтешлама). Соотношение указанных составляющих «несливаемого остатка» может быть в широком диапазоне в зависимости от вида нефтепродукта, длительности эксплуатации резервуара без зачистки, конструкции резервуара и др. факторов. Нефтепродукт, входящий в состав «несливаемого остатка», как правило, теряет свои качества и не отвечает стандарту [3] по фактическим смолам, механическим примесям и т.д. Подтоварная вода содержит растворённый нефтепродукт с концентрацией 5000-6000 мг/л, значительно превышающей установленные нормы сброса.

Величина «несливаемого остатка» нефтепродукта в резервуарах зависит от типа резервуара, а также от других факторов для каждого из резервуаров, расчетные данные объёмов продуктов зачистки для вертикальных стальных резервуаров различных типов и вместимостей приведены в табл.1.

Таблица 1

Расчётные данные объёма продуктов зачистки резервуаров

Марка резервуара	Объём несливаемого остатка, м ³	Площадь поверхности, м ²	Объём продуктов зачистки, м ³	Средний объём продуктов зачистки, м ³
PBC-300	1,0-1,6	265	3,3-7,9	5,6
PBC-400	1,1-1,6	314	3,7-9,5	6,6
PBC-700	1,2-1,7	457	4,7-13,1	8,9
PBC-1000	1,5-1,8	581	5,7-16,3	11,0
PBC-2000	3,5-5,4	925	11,6-28,4	20,0
PBC-3000	3,6-5,5	1269	14,0-35,5	24,8
PBC-5000	5,6-6,0	1661	18,1-48,5	33,3
P-25	0,1-0,2	48	0,5-1,4	1,0
P-50	0,3-0,5	84	1,1-2,6	1,9
P-60	0,6-0,9	100	1,6-3,4	2,5

Фактическое количество загрязнений (отложений), образующихся в процессе хранения нефтепродуктов в резервуарах, зависит от конструктивных особенностей резервуаров, от длительности и условий хранения, от сорта нефтепродуктов. В различных условиях количество отложений в резервуарах существенно отличается. Например, в резервуарах вместимостью 5000м³ после хранения мазутов по данным различных авторов образовалось отложений: 3-12 т, 110 т, 113.3 т, 400 т, 490 т [6].

По данным [3] на днищах резервуаров в течение года слой осадков составляет:

SCIENCE TIME

- в светлых нефтепродуктах – 5-10 мм;
- в маслах – 20-50 мм;
- в мазутах и моторных топливах – 25-100 мм.

Полученные данные можно использовать в качестве исходных для оценки предполагаемого объёма переработки и утилизации продуктов зачистки стальных резервуаров.

Зачистка и мойка резервуаров — сложные и трудоёмкие процессы, зависящие от вместимости и конструкции резервуара, марки хранимого нефтепродукта и продолжительности его хранения, объема несливаемого «мёртвого» остатка, а также от технических характеристик технологического оборудования, используемого для выполнения этих операций. Кроме того, процесс зачистки и мойки резервуаров требует решения задач по утилизации продуктов зачистки и, в частности, регенерации моющих растворов.

На складах и базах ЦМТО, в основном, существуют технологические схемы очистки сточных вод, включающие песколовки, нефтеловушки, пруды отстоя. Данные устройства относятся к механическим методам и построены, как правило, в 50-60 гг. Они не обеспечивают очистку сточных вод от нефтепродуктов до заданных значений предельно допустимой концентрации [4].

Утилизация продуктов, удаляемых из резервуаров и транспортных ёмкостей в процессе их очистки, имеет большое экономическое и экологическое значение. В настоящее время дальнейшая обработка этих продуктов после их удаления из ёмкости осуществляется в следующей последовательности:

- разделение эмульсии в отстойнике на три фазы: нефтепродукт, использованный моющий раствор и твёрдые или полужидкие загрязнения;
- откачка нефтепродукта для его использования по прямому назначению или на технические нужды;
- откачка использованного моющего раствора и его регенерация (в случае необходимости) для повторного использования, или же (если раствор потерял свои моющие способности) слив его в очистные сооружения;
- уничтожение твёрдых и полужидких отходов сжиганием, захоронением в отведённых для этого местах или биодеградацией с использованием микроорганизмов.

Серьёзные вопросы возникают при регенерации отработанных моющих растворов с целью их повторного использования. Сложность этих процессов определяется тем, что загрязнения в нефтепродуктах образуют многокомпонентные эмульсионно-сусpenзионные системы. Минеральные частицы в зависимости от крупности и кратности перекачки раствора или оседают на дне ёмкостей, или находятся во взвешенном состоянии в растворе. Нефтепродукты по мере отмывания дробятся, коалесцируют и, в зависимости от крупности, всплывают на поверхность раствора или образуют прямые эмульсии,

SCIENCE TIME

степень стабилизации которых определяется концентрацией и видом ПАВ в моющем растворе, составом щелочных солей и органических загрязнений.

Накопление загрязнений в баке установки оказывает существенное влияние на качество очистки поверхностей. Оно выражается как в снижении физико-химического воздействия моющей жидкости на загрязнения, так и в нарушении режимов очистки. Твёрдые взвеси, покрытые липкими, вязкими углеводородами, адсорбируются повторно на отмытых поверхностях. Кроме того, они адсорбируются на стенках нагревательного коллектора, у поверхности которого имеется повышенный градиент температур, со временем уплотняются и образуют толстый теплоизолирующий слой, препятствующий теплопередаче от нагревательных поверхностей к моющему раствору и повышающий энергозатраты на подогрев раствора [4].

Минеральные твёрдые частицы изнашивают детали насосов и сопла моечных машин, что ведёт к изменению режима очистки.

В итоге накопление загрязнений приводит к снижению моющей способности растворов, причём, чем больше загрязнений контактирует с раствором, тем быстрее падает его моющая способность и требуется более частая его замена, что существенно повышает затраты на приобретение моющих средств [6].

Для решения подобных задач в последние годы были разработаны различные комбинированные флотационные машины и аппараты, которые в зависимости от целевого назначения могут быть использованы также и в системах оборотного водопользования и позволяют снизить содержание нефтепродуктов в очищаемой воде до 10-20 мг/л [7].

Сотрудниками ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России» разработана установка для очистки воды от нефтепродуктов и мехпримесей (рис. 3), обеспечивающая разделение нефте содержащих отходов на составляющие: воду, нефтепродукты и нефтешлам, а также очистку промывочной воды от нефтепродуктов. Устройство и принцип работы установки для очистки воды от нефтепродуктов и мехпримесей приведено в [8].

Очищенная вода пригодна для повторного использования при зачистке резервуаров, содержание нефтепродукта в промывочной воде снижается до 2,4 мл/л, что позволяет утилизировать её путём слива в городскую канализацию, куда принимаются производственные сточные воды с содержанием нефтепродуктов до 4 мг/дм³.

Отделённый нефтепродукт после его очистки с помощью фильтров-сепараторов может быть использован по прямому назначению или как котельное топливо, а шлам — при производстве асфальта или утилизирован методом высокотемпературного сжигания на установке «Факел».

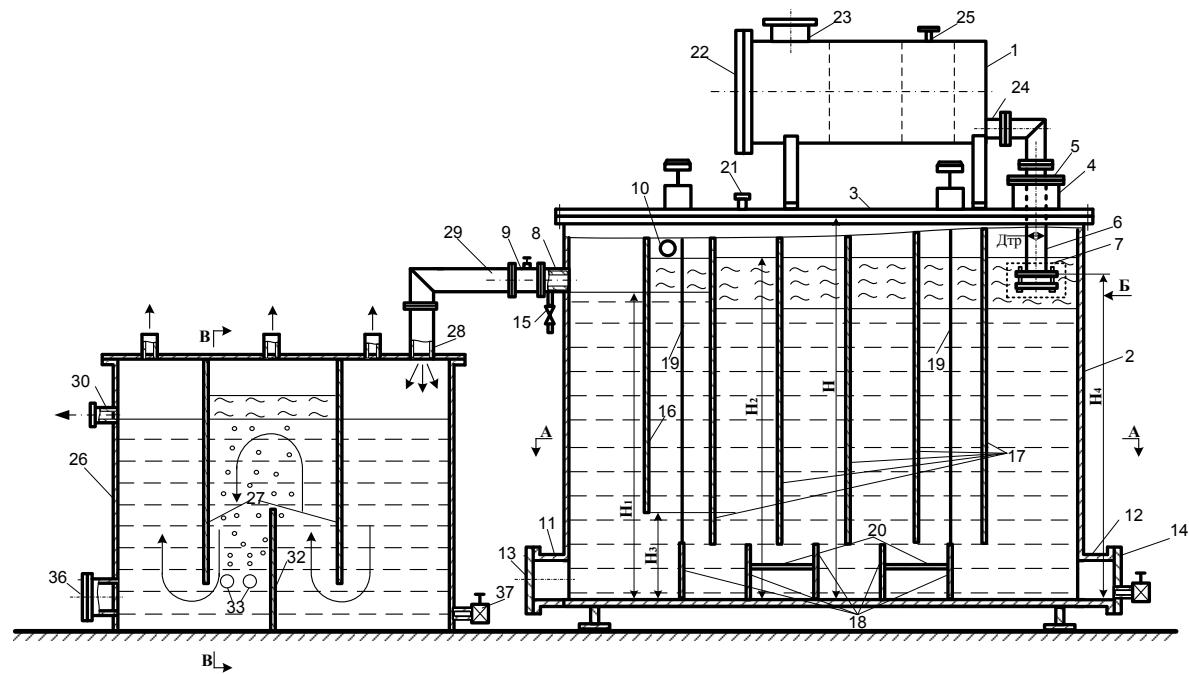


Рис. 3 Установка очистки воды от нефтепродуктов и мехпримесей:

1 — промежуточная ёмкость; 2 — бак; 3 — крышка бака; 4 — горловина;
 5 — крышка горловины; 6 — вертикальная труба; 7 — успокоитель; 8 —
 патрубок для слива отделённой воды из бака; 9 — запорный кран; 10 — патрубок
 для слива отделённого нефтепродукта; 11,12 — патрубки; 13,14 — заглушки для
 удаления твёрдых отложений; 15 — запорный кран для отбора проб отделённой
 воды; 16,17 — вертикальные перегородки; 18 — подвижные заслонки;
 19,20 — жёсткие тяги; 21 — патрубок для выпуска газовоздушной смеси;
 22 — крышка промежуточной ёмкости; 23 — входной патрубок для подачи
 исходной смеси; 24 — выходной патрубок; 25 — патрубок для выпуска газа;
 26 — узел аэрации; 27 — вертикальные перегородки узла аэрации;
 28 — патрубок узла аэрации; 29 — трубопровод, связанный с полостью
 накопления отделённой воды; 30 — патрубок дочищенной воды; 31 — патрубок
 слива отделённого нефтепродукта; 32 — перегородка узла аэрации;
 33 — перфорированная труба; 34 — обратный клапан; 35 — жёлоб;
 36 — заглушка; 37 — запорный кран для слива воды из узла аэрации

Использование предложенной технологии способно значительно повысить экологическую безопасность на складах и базах горючего Министерства обороны РФ.

Литература:

1. Золотов А.В., Коваленко В.П., Багреева И.С., Слепова Е.В. Характеристика объектов службы горючего МО РФ // Science Time. 2016. № 4 (28). С. 310-315.
2. Золотов А.В. Развитие метода пневматической флотации для очистки воды от эмульгированного нефтепродукта // Нефтепереработка и нефтехимия. - 2015. - № 5. - С. 42-46.
3. Золотов А.В. Проблема загрязнения почв и водных сред на складах и базах горючего Министерства обороны РФ (предлагаемые решения) // Нефтепереработка и нефтехимия. - 2017. - № 1. - С.49-52.
4. Золотов А.В. Утилизация продуктов промывки, образующихся при очистке // Нефтепереработка и нефтехимия. - 2015. - № 10.
5. Золотов А.В. Обзор методов и устройств очистки нефтесодержащих стоков // Нефтепереработка и нефтехимия. - 2015. - № 9. - С. 42-47.
6. Отчёт о Научно-исследовательской работе «Разработка системы технологических процессов микробиологической очистки загрязнённых ГСМ объектов складов МО РФ». - М.: 25 ГосНИИ МО РФ, 1999. - 129 с.
7. Золотов А.В. Обоснование метода флотации для очистки нефтесодержащих сточных вод // Нефтепереработка и нефтехимия. - 2014. - № 6. - С. 42-46.
8. Пат. 133749 РФ, 2013. МПК B01D, 17/02. Овчинин Д.И., Дмитриев С.В., Еремин В.Н., Завьялов А.В., Золотов А.В., Стрильченко Т.Г. Установка для очистки воды от нефтепродуктов и мехпримесей.