

Теоретические основы технологии очистки нефтесодержащей подсланевой воды

Theoretical foundations of the technology of the purification oily bilge water

Zofia Józwiak, W.I. Resznyak

Maritime University of Szczecin, Faculty of Economics and Transport Engineering
Institute of Transport Engineering
70-507 Szczecin, ul. H. Pobożnego 11, e-mail: z.jozwiak@am.szczecin.pl

Ключевые слова: нефтесодержащая подсланевая вода, теоретические основы очистки, очистка

Резюме

В статье изложены теоретические основы технологии очистки нефтесодержащей подсланевой (ляльной) воды, которая образуется в процессе эксплуатации судовых энергетических установок. Теоретические основы базируются на теоретических предпосылках Кульского Л.А. о зависимости способов очистки от свойств очищаемой воды. Основными свойствами нефтесодержащей воды является присутствие в этой воде нефтепродуктов в эмульгированном состоянии и в состоянии отдельной фазы. Выполнен также анализ других факторов, от которых зависит выбор технологии очистки воды. Базовая технологическая схема очистки должна содержать способы очистки от свободных нефтепродуктов и от эмульгированных. Могут быть также использованы способы обработки воды, которые повышают эффективность способов ее очистки. Теоретические основы позволяют разрабатывать эффективные устройства для очистки подсланевой воды как судовые, так и береговые или для плавучих очистных сооружений.

Key words: bilge water, the theoretical foundations of cleaning, cleaning water

Abstract

In the article theoretical bases of technology of purification of bilge water, which is formed during the operation of ship power plants. Theoretical foundations are based on theoretical premises Kulskej L.A. that the choice of methods of cleaning depends on the properties of the treated water. The basic properties of oil bilge water that oil present in this water emulsified oil products and oil as the individual phases. Also made an analysis other factors that determine the choice of technology cleaning of bilge water. The basic technological scheme of cleaning should contain methods for cleaning from free product and from emulsified. There is also the possibility to use such methods of water treatment, which improve the efficiency of methods of cleaning. Theoretical bases allow to develop effective devices for cleaning bilge water as marine and coastal or for floating treatment facilities.

Введение

Как известно при эксплуатации судов и судовых энергетических установок образуется, так называемая, нефтесодержащая подсланевая вода (НПВ), которую еще называют ляльной. Такая вода является источником загрязнения водоемов [1, 2]. Предотвращение загрязнения водоемов нефтепродуктами, которые содержатся в под-

сланевой воде, обеспечивается ее очисткой в судовых или внесудовых (береговые сооружения, плавучие очистные станции) устройствах. Опыт применения этих устройств показывает, что последние не всегда надежно обеспечивают требуемую очистку (сама степень очистки в зависимости от условий сброса может быть разной) [3, 4, 5]. Одна из основных причин

неэффективной работы таких устройств кроется в выборе технологии очистки [6].

Эффективность работы очистных систем (установок, сооружений или комплексов) зависит от следующих основных факторов:

- технологии очистки воды, которая предусмотрена в рассматриваемой очистной системе;
- особенностей конструкции отдельных очистных устройств, входящих в состав очистной системы.

Технология очистки представляет совокупность определенных операций, производимых с водой, с целью обеспечения ее очистки. Понятно, что качество очистки воды будет зависеть от того, каким операциям будет подвержена вода в процессе очистки, то есть от технологии очистки. Каждая операция очистки представляет собой некоторый процесс, который характеризуется определенными параметрами. Наиболее высокая эффективность очистки на каждом ее этапе (операции) обеспечивается при определенных значениях этих параметров, которые в свою очередь, зависят от особенностей конструкции очистных устройств.

Теоретические основы выбора и обоснования технологии очистки судовой нефтесодержащей воды.

Основные положения теоретического обоснования технологии очистки и обработки сточной воды изложены в работах академика Кульского Л.А. [7, 8] и заключаются в следующем. Во-первых, каждой группе примесей, которые характеризуются определенным дисперсно-фазовым составом, соответствуют свои способы очистки. Во-вторых, набор способов очистки в технологической схеме зависит от природы вещества примесей, их дисперсно-фазового состава и концентрации.

В целом технологическая схема очистки воды представляет собой совокупность операций по очистке, обработке и обеззараживанию воды, которые применяются в определенной последовательности. При очистке нефтесодержащей подсланевой воды процессы обеззараживания, как правило, не применяются. Однако, это не является обязательным условием. При организации внесудовой очистки на стационарных очистных сооружениях – плавучих или береговых, контролирующие организации могут потребовать проверки качества очищенной воды, в том числе и по параметрам, которые характеризуют бактериологическую опасность очищенной подсланевой воды. В таком случае технология очистки подсланевой воды должна

также включать в себя и способы обеззараживания.

Операции по обеззараживанию воды обеспечивают снижение бактериологической опасности очищаемой воды. Поэтому решение о применении процессов обеззараживания, как уже было сказано выше, принимается в зависимости от содержания требований к качеству очищенной воды.

Операции по очистке подсланевой воды обеспечивают удаление из очищаемой воды нефтепродуктов, а иногда и других загрязняющих веществ, что опять же определяется содержанием требований к очищенной воде.

В своих исследованиях авторы настоящей статьи предлагают ввести понятие процессов обработки подсланевой воды, исходя, прежде всего, из следующих основных обстоятельств. Во-первых, такие процессы объективно существуют и применяются в процессах очистки воды. Во-вторых, указанные процессы не приводят к выделению загрязнений, например, нефтепродуктов из объема очищаемой воды, а поэтому их нельзя идентифицировать как процессы очистки. Поэтому операциями обработки воды предлагается считать такие процессы, в результате которых очищаемая вода не очищается, но меняются какие-то ее свои свойства как сложной дисперсной системы. Такие изменения позволяют значительно повысить эффективность последующих процессов очистки. По этой причине процессы обработки воды в технологической схеме очистки размещают перед теми операциями очистки воды, эффективность которых они повышают.

Последовательность способов очистки в технологической схеме должна соответствовать направлению очистки от более грубодисперсных примесей к менее грубодисперсным и растворенным.

Технология очистки, то есть набор операций, обеспечивающих, требуемое качество очищенной воды, таким образом, определяется:

- требованиями к качеству очищенной воды;
- дисперсно-фазовым составом очищаемой воды;
- природой вещества примесей и их количеством, а также некоторыми другими параметрами.

Анализ результатов исследования свойств нефтесодержащей подсланевой воды и природоохранных требований позволяют сформулировать следующие основные требования к технологической схеме очистки подсланевой воды:

- технологическая схема должна обеспечивать очистку как от нефтепродуктов, которые содержатся в подсланевой воде в виде отдельной фазы (слоя), так и от эмульгированных нефтепродуктов;
- технологическая схема должна обеспечивать требуемую очистку нефтесодержащей подсланевой воды при любом начальном содержании нефтепродуктов в этой воде;
- общее содержание нефтепродуктов в очищенной подсланевой воде не должно превышать: 15 ppm – для судовых установок [5], для плавучих очистных станций и других стационарных очистных сооружений степень очистки определяется в каждом конкретном случае, но порядок значений степени очистки составляет от единиц до долей миллиграмм нефтепродуктов в каждом литре очищенной воды [4].

Выбор и обоснование технологий очистки судовой нефтесодержащей воды для разных случаев их применения.

Учитывая сказанное, а также опыт применения различных способов очистки, в качестве базового варианта (см. рис. 1) технологии очистки нефтесодержащей подсланевой воды можно предложить технологию, которая включает в себя следующие способы очистки:

- седиментацию, как способ очистки НПВ от грубодисперсных частиц нефтепродуктов (способ грубой очистки – СГО) и от нефтепродуктов, содержащихся в очищаемой воде в виде отдельной фазы;
- адсорбцию, как способ очистки от эмульгированных нефтепродуктов (так называемый способ тонкой очистки – СТО).

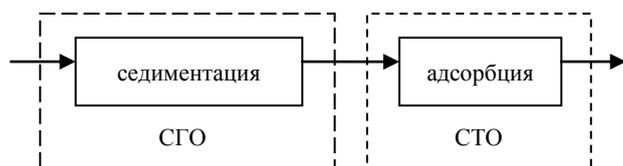


Рис. 1. Базовая технологическая схема очистки НПВ

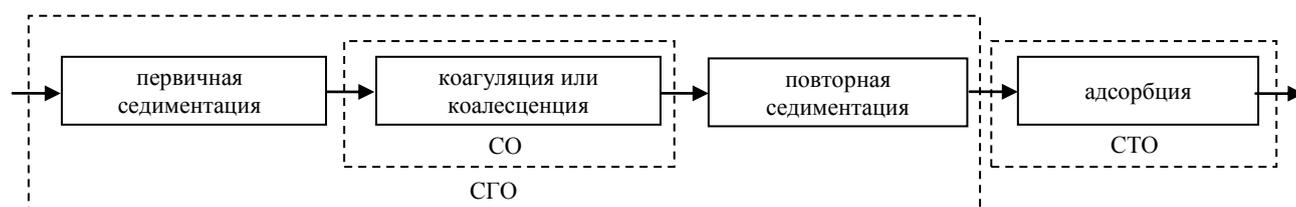


Рис. 3. Вариант базовой технологии при использовании повторной седиментации с предварительной коагуляцией или коалесценцией

Такая технологическая схема реализуется в достаточно простых устройствах и, не смотря на свою простоту, обеспечивает очистку НПВ до остаточного содержания нефтепродуктов 1–5 мг/л.

Первым шагом в развитии базовой технологии можно предложить применение абсорбции (Рис. 2).

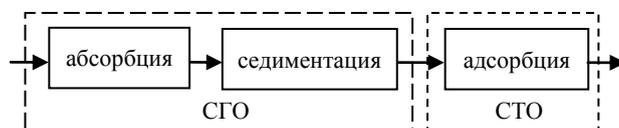


Рис. 2. Вариант технологии очистки НПВ с использованием абсорбции

Конструктивно такое предложение реализуется в том же устройстве (седиментационном), в котором протекает процесс очистки седиментацией. Наличие абсорбционного слоя обеспечивается установкой соответствующим образом датчиков уровней, которые реагируют на накопление нефтепродуктов в этом устройстве.

Развитие базовой технологии возможно также при использовании повторной седиментации с предварительной коалесценцией или коагуляцией (Рис. 3). Предварительная (перед повторной седиментацией) коагуляция или коалесценция приводит к увеличению размера некоторой доли частиц нефтепродуктов, которые после укрупнения можно будет удалить при повторной седиментации.

Последние варианты базовой технологии очистки характеризуются более сложным набором операций, которые относятся к грубой очистке НПВ. Такое развитие базовой технологии практически не влияет на процесс удаления из очищаемой воды эмульгированных нефтепродуктов, а, следовательно, и на остаточное их содержание в очищенной воде, однако, обеспечивает более высокую надежность работы всей технологической схемы. Сказанное может, например, проявляться в предотвращении попадания пленочных нефтепродуктов в адсорбционный фильтр и предотвращения его загрязнения.

Еще одним вариантом технологической схемы очистки НПВ может быть схема, которая отличается от базовой более глубокой очисткой от эмульгированных нефтепродуктов (рис. 4).

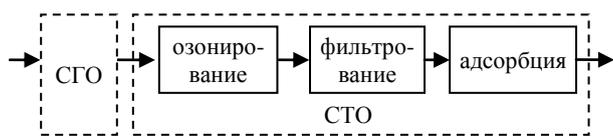


Рис. 4. Вариант технологической схемы с использованием озонирования

На этом и следующем рисунках та часть технологической схемы, которая относится к СГО, показана без конкретизации.

В случае необходимости более глубокой очистки [9] такая очистка НПВ может быть обеспечена при использовании процесса озонирования подсланевой воды. Учитывая особенности процесса очистки нефтесодержащей воды озонированием, после процесса озонирования необходимо предусмотреть процесс фильтрования, который обеспечит удаление скоагулированной массы продуктов реакции окисления эмульгированных нефтепродуктов озонем [10, 11]. Для окончательного процесса тонкой очистки НПВ используется адсорбция.

Такая технология может обеспечить остаточное содержание нефтепродуктов в очищенной воде не более 0,1–1,0 мг/л. Кроме того, применение озонирования обеспечит обеззараживание очищаемой воды.

Учитывая то, что озон в очищаемую воду поступает из озono-воздушной смеси, возникает возможность в некоторых случаях совместить процесс очистки НПВ озонированием с процессом очистки флотацией. В таком случае технология очистки НПВ будет иметь следующий вид (Рис. 5).

Необходимо отметить, что такое совмещение не снизит эффективность каждого из совмещаемых способов очистки. Кроме того, реализация такого предложения не потребует существенных изменений в конструкции очистных устройств. Данное предложение осуществляется применением напорной флотации, когда

в качестве реагента будет использован не воздух, а озono-воздушная смесь.

Как было сказано выше, все технические сооружения (и в особенности – судовые установки) для очистки нефтесодержащей подсланевой воды должны обеспечивать установленные требования к качеству очищенной воды при любом начальном содержании нефтепродуктов в НПВ – до 100% [11]. Это требование целесообразно обеспечивать не технологически, а с помощью применения определенных технических решений [6].

Предложенные варианты технологических схем очистки могут быть применены в разных очистных комплексах – в судовых установках, на плавучих и береговых очистных сооружениях при решении разных задач, связанных с очисткой нефтесодержащей воды [13, 14, 15].

Конечно, при этом необходимо учитывать техническую сторону применения того или иного способа очистки или обработки воды. Например, для судовых установок целесообразным будет использование более простых вариантов технологических схем, которые реализуются в простых очистных устройствах, требующих минимального внимания в период эксплуатации.

На плавучих или береговых очистных сооружениях, которые обслуживаются подготовленным персоналом, можно применять более сложные технологии, например, с коагуляцией, флотацией и озонированием.

До настоящего времени все устройства, в которых осуществлялась технология очистки НПВ, представляла собой комплекс технических устройств, размещенных в пределах одной судовой установки или одного очистного сооружения – берегового или плавучего. Авторами настоящей статьи высказано предложение о том, что в некоторых случаях целесообразно некоторую часть общей технологической схемы очистки размещать на одних сооружениях, а другую часть – на других. Например, как будет показано ниже, одним из вариантов организации сбора и очистки НПВ является использование барж-накопителей, которые

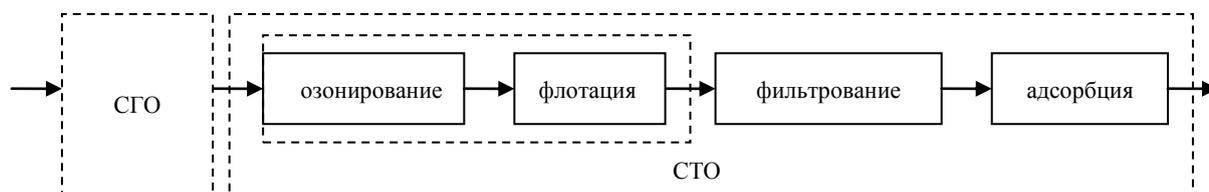


Рис. 5. Вариант технологической схемы с использованием флотации озono-воздушной смесью

расставлены на определенном участке водных путей. Учитывая, что процесс накопления НПВ на таких баржах является достаточно длительным, возникает возможность организации процесса очистки седиментацией одновременно с накоплением подсланевой воды. Несложные конструкционные решения по корпусу баржи-накопителя позволяют без заметных дополнительных затрат обеспечить такой процесс очистки.

Другая же часть технологии – очистка от эмульгированных нефтепродуктов, осуществляется в блоке адсорбционных фильтров, которые могут быть размещены на отдельном специализированном судне. Такое судно может быть предназначено для обслуживания группы барж-накопителей. По мере накопления подсланевой воды на баржах, специализированное судно поочередно подходит к ним и очищает подсланевую воду, прокачивая ее через адсорбционные фильтры и одновременно освобождая емкости баржи-накопителя.

Предложенные технологические схемы не исчерпывают всех возможных и могут быть дополнены другими вариантами технологий и способов их реализации.

Выводы

Таким образом, в настоящей статье приведены теоретические основы выбора и обоснования технологии очистки нефтесодержащей воды, которая образуется при эксплуатации судов. Теоретические основы устанавливают факторы, которые определяют состав технологии очистки такой воды.

Основным из факторов являются свойства воды. Как показали наши многочисленные натурные испытания, в судовой нефтесодержащей воде содержатся эмульгированные и свободные нефтепродукты. Учитывая, упомянутые факторы, авторы статьи утверждают, что базовая технология очистки должна включать

способы очистки как от эмульгированных, так и от свободных нефтепродуктов.

Опираясь на теоретические основы выбора технологии очистки судовой нефтесодержащей воды, авторами предложены варианты применения технологии в разных случаях организации очистки этой воды.

Литература

1. RESHNYAK V.I.: Ekologia, czast 2. Ochrana okruzajuszczzej srody na vodnom transporte. SPb: SPbGUWK, 2010.
2. NAUMOV V.S.: Predotvraszczenie zagriaznienija okruza-iuszczzej srody na wnutrenem wodnom transporte upravleniem antropogennoi nagruzkoi: dis. na soisk. Ucz. St. D.t.n.: N. Nowgorod 2003.
3. RESHNYAK V.I.: Normirovanie zagriaznienija okruza-iuszczzej srody technogennymi obiektami. SPb: SPbGUWK, 2005.
4. Nastavlenie po predotvraszczeniu zagriaznienija vnutren-nich vodnych putej pri ekspluatácii sudov. M., 2009.
5. Mezdunarodnaia konvencija po predotvraszczeniu zagriaz-nienija s sudov. SPb, izd-vo ZAO „CNIIMF”, 2008.
6. RESHNYAK V.I.: Preotvraszczenie vodnych objektov nefte-soderzaszczzej podslanievoj vodoj pri ekspluatácii sudov i sudovyh energeticeskich ustanovok. SPb: SPbGUWK, 2011.
7. KULSKIJ L.A., GORONOVSKIJ N.T., KOGANOVSKIJ A.M., SZEVCZENKO M-A.: Spravocznik po svojstvam, metodam analiza i oczystkie vody. Naukova dumka, Kiev 1980.
8. KULSKIJ L.A.: Teoreticeskie osnovy i technologia kondi-cionirovanija vody: procesy i apparaty. Naukova dumka, Kiev 1980.
9. Metodika razrabotki normativov dopustimych sbrosov veszczestv i i mikroorganizmov v vodnye objekty, MPR RF, 2008.
10. RESHNYAK V.I., KURNIKOV A.S., RESHNYAK K.V.: Osoben-nosti procesa oczystki podslanievoj vody ozonirovaniem, Zurnal uniwersiteta vodnych kommunikacij. Vyp. 7, 2010, 73–81.
11. EVSTRATOVA K.I., KUPINA N.A., MALACHOVA E.E.: Fizi-czeskaja i kolloidnaja chimia. M.: vyssh. szkola, 1990.
12. Pravila Recznogo registra, 4 toma, M., Recznoj Registr, 2008.
13. ALCHIMENKO A.I.: Avarijnye razlivy нефти v more i borba s nimi, SPb.: Izd-vo OMPress, 2005.
14. AJBULATOV N.A.: Diejatelnost Rossii w pribreznoj zone mora i ekologiceskije problemy. M.: Nauka, 2005.
15. RESHNYAK V.I.: Ekologiceskaja bezopasnost pri pere-gruzke нефти i нефтепродуктов v portach. SPb, SPbGUWK, 2005.