



УДК 62-642

А.Г. Чичурин, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
О.П. Шураев, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
С.Н. Валиулин, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, д.5

УТИЛИЗАЦИЯ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ВОД С МАЛЫМ СОДЕРЖАНИЕМ НЕФТЕПРОДУКТА

Ключевые слова: нефтесодержащие воды, обводнение нефтепродуктов, очистка нефтесодержащих вод

Рассмотрена проблема утилизации нефтесодержащих вод, образующихся при эксплуатации судовой энергетической установки. Выполнен анализ способов утилизации и описаны устройства для утилизации нефтесодержащих вод, защищенные патентами на полезную модель.

В соответствии с требованиями МАРПОЛа на морских судах устанавливается только оборудование, предназначенное для очистки НСВ машинных отделений, которые на морских судах называют льяльными, а на речных – подсланевыми.

В настоящее время практически все многообразие применяемых на судах систем утилизации нефтесодержащих вод (НСВ) можно представить в виде схемы, состоящей из двух последовательно соединенных элементов - сепаратора и фильтрующего устройства. Известны сепараторы различного типа, как отечественного, так и зарубежного производства [1, 2]. Они основаны на применении одного или одновременно нескольких методов очистки, таких как гравитационный, коалесцирующий, флотационный и др. Сепараторы обеспечивают первоначальную, грубую очистку НСВ до загрязненности порядка 100 ppm. Причем нефтепродукты, входящие в состав этих предварительно очищенных НСВ, представляют собой мелкие частицы, подчиняющиеся законам броуновского движения [3, 4].

Фильтрующие устройства способны очищать НСВ до требуемого уровня загрязненности, при котором возможен сброс очищенной воды за борт, например, до 15 ppm [3-5], но здесь возникают определенные трудности. Они обусловлены тем, что ресурс любого фильтрующего материала ограничен во времени (50–100 ч) из-за явления заиливания его пористой структуры, а также его ограниченной нефтеёмкости. С другой стороны, если материал пригоден для очистки воды, содержащей легкое топливо, то он не пригоден для разделения смесей, содержащих тяжелые нефтепродукты, и наоборот. Поэтому существующие конструкции фильтров являются изделиями разового использования и неизбежно подлежат замене при эксплуатации. Отсюда следует, что эффективность очистки льяльных вод применяемыми системами утилизации зависит в большей степени от человеческого фактора, вызванного экономией финансовых средств на закупку запасных фильтроэлементов и трудовых ресурсов на выполнение ремонтных работ.

Указанные факторы ведут к тому, что зачастую на судне НСВ собирают и сдают на берег или специальные суда без их очистки.

В работе рассматриваются вопросы очистки НСВ непосредственно после сепаратора, когда концентрация нефтепродуктов в них составляет порядка 100 ppm. Предложено устройство, в котором утилизация нефтесодержащих вод с малой концентрацией нефтепродуктов (после сепаратора) обеспечивается путем их испарения и дожигания отработавшими газами (ОГ) дизеля [6, 7].

Разработана математическая модель процесса нагрева и испарения капли НСВ ОГ дизелей. Получены зависимости температуры ОГ от массового расхода утилизируемых НСВ для разных типов дизелей. Проведен анализ влияния подогрева НСВ на их массовый расход при утилизации [7], а также выполнена оценка количества НСВ, утилизируемых ОГ. Установлено, что время прогрева и испарения капель НСВ, впрыскиваемых в ОГ дизеля, не превышает нескольких секунд. Показано, что массовый расход утилизируемых таким образом НСВ примерно равен расходу топлива дизелем. Так, для дизеля мощностью 485 кВт может быть утилизировано до 100 кг/час, а для дизеля 735 кВт – до 150 кг/час НСВ [7]. При этом концентрация нефтепродуктов в НСВ может достигать до нескольких сотен ppm, т.е. возможна утилизация НСВ даже после непродолжительного отстаивания.

В качестве другого направления утилизации НСВ рассматривается вопрос снижения нагрузки на фильтры путем уменьшения концентрации нефтепродуктов на его входе.

Предлагается снизить концентрацию нефтепродуктов путем нагрева до кипения НСВ с последующим сливом поверхностного слоя. Предложена схема такой установки, защищенная патентом на полезную модель [8]. Здесь при нагревании НСВ с низкой концентрацией нефтепродуктов происходят процессы выделения мелкодисперсных нефтепродуктов из состава нефтесодержащих вод, где они были распределены практически равномерно, в поверхностный слой и его отделение от остальной части нефтесодержащих вод. В результате происходит существенное очищение воды от мелкодисперсных нефтепродуктов, то есть снижение содержания нефтепродуктов в НСВ. А это ведет к тому, что на фильтрующее устройство поступают НСВ с более низкой концентрацией нефтепродуктов. Тем самым повышается время эффективной работы фильтров и снижаются финансовые затраты на закупку фильтров и их замену, то есть повышается эффективность очистки нефтесодержащих вод с низкой концентрацией нефтепродуктов.

Другим путем утилизации НСВ является уменьшение их объема путем испарения из их состава воды [9], в том числе и путем использования теплоты внутреннего контура охлаждения дизеля [10, 11].

Список литературы:

- [1]. Справочник судового механика по теплотехнике/ И.Ф. Кошелев, А.П. Пимошенко, Г.А. Попов, В.Я. Тарасов. – Л: Судостроение, 1987. - 480 с.
- [2]. Эксплуатация судовых вспомогательных механизмов, систем и устройств: учеб. пособие / А. М. Тё. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2014. – 178 с.
- [3]. Тихомиров Г.И. Технологии обработки воды на морских судах. Курс лекций: учебн. пособие для курсантов и студентов морских специальностей. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2013. – 159 с.
- [4]. Ермошкин Н.Г., Калугин В.Н., Корнилов Э.В., Кулешов И.Н. Судовые установки очистки нефтесодержащих вод: учебн. пособие. – Одесса: Фенікс. – 44 с.
- [5]. Нунупаров С.М. Предотвращение загрязнения моря судами. - М.: Транспорт, 1979. – 336 с.
- [6]. Дизельная установка. Патент на полезную модель №151927. Россия, МПК F01N 3/029. – Заявка № 2014121199/06. Заявл. 26.05.2014; Опубл. 20.04.2015, Бюл. № 11. Авторы Чичурин А.Г., Шураев О.П., Садеков М.Х., Власов В.Н.

- [7]. Чичурин А.Г., Шураев О.П. Утилизация нефтесодержащих вод теплотой отработавших газов судовых дизелей. // Вестник ВГАВТ, №47. 2016. с. 201-206.
- [8]. Сепаратор нефтесодержащих вод. Патент на полезную модель №176699. Россия, МПК C02F 1/40 (2006.01), B01D 17/022 (2006.01) - Заявка № 2017124461. Заявл. 10.07.2017; Оpubл. 25.01.2018, Бюл. № 3. Авторы Чичурин А.Г., Шураев О.П..
- [9]. Котельная установка. Патент на полезную модель №159519. Россия, МПК F22B 33/00. – Заявка № 2015 126205/06. Заявл. 30.06.2015; Оpubл. 10.02.2016, Бюл. № 4. Авторы Чичурин А. Г., Шураев О. П., Борисов Н.Н., Пырков Р. В.
- [10]. Судовой сепаратор нефтесодержащих вод. Патент на полезную модель №174039 Россия, МПК C02F 1/40 (2006.01), C02F 1/04 (2006.01), C10G 33/00 (2006.1) - Заявка № 2017 100416. Заявл. 09.01.2017; Оpubл. 26.09.2017, Бюл. № 27. Авторы А.Г. Чичурин, О.П. Шураев, Р.В. Пырков.
- [11]. Коваленко В.Ф., Лукин Г.Я. Судовые водоопреснительные установки. - Л.: Судостроение, 1970. – 304 с.

UTILIZATION OF OIL-CONTAINING WATER WITH SMALL PETROLEUM CONTENT

A.G. Chichurin, O.P. Shurayev, S.N. Valiulin

Keywords: oil-containing waters, watering of oil products, cleaning oil-contaminated water

The problem of utilization of oily waters formed during operation of a ship power plant is considered. Analysis of disposal methods has been performed and devices for utilization of oily waters, protected by utility model patents.