



УДК 62-642

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

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ НЕФТЕШЛАМА И МАЗУТА

Ключевые слова: нефтешлам, обводнение нефтепродуктов, обезвоживание нефтепродуктов, выпаривание

Рассмотрены способы удаления воды из нефтешлама и мазута. Предложено устройство для обезвоживания, использующее эффект перегрева воды выше температуры кипения.

При технической эксплуатации судна часто приходится решать задачу обезвоживания нефтешлама в процессе его приготовления для сжигания в инсинераторе, а также перед сдачей на берег или специальные суда с целью уменьшения его объема. Особенностью нефтешлама является преобладание в нем тяжелых фракций нефтепродуктов [1].

Задача обезвоживания также актуальна при применении тяжелых сортов топлив (особенно мазутов) в судовых дизелях и котлах, а также на предприятиях теплоэнергетики, использующих в качестве топлива мазут, поскольку мазут обладает способностью аккумулировать влагу из окружающей среды. В процессе его длительного хранения степень обводненности может достигать 50% [1,2].

В настоящее время наиболее распространенные методы обезвоживания нефтешлама и мазута (далее нефтепродуктов – НФП) – отстаивание и выпаривание [1,2]. При обезвоживании рассматриваемых НФП отстаивание малоэффективно, так как плотность рассматриваемых НФП и воды имеет достаточно близкие значения. Кроме того, в этом случае практически не удаляется из топлива растворенная и мелко диспергированная вода [1-4]. Поэтому, чаще для обезвоживания НФП применяется выпаривание, т.е. нагрев обводненных НФП до температуры, при которой начинается процесс интенсивного испарения воды из их состава, и ее поддержание до полного испарения.

Применяемые в настоящее время устройства выпаривания недостаточно эффективны. Одна из причин этого - отсутствие дешевых и простых в эксплуатации приборов и методик для оперативного контроля наличия воды в составе НФП.

Проведен анализ свойств, проявляемых НФП и водой в процессе нагревания по отдельности и вместе. Показано, что обводненные НФП могут в первом приближении рассматриваться как двухкомпонентная жидкость (смесь), один из компонентов которой - НФП, а другой вода. Причем, разность кипения компонентов отличается на 50-70 °С, и компоненты между собой не взаимодействуют (между ними не возникает химических реакций).

Показано, что для определения наличия воды в составе обводненного НФП достаточно контролировать температуру НФП в процессе его нагрева: если температура непрерывно возрастает и после достижения 100 °С, то в НФП вода отсутствует. При наличии в составе НФП воды график зависимости его температуры от времени имеет

пологий (горизонтальный) участок, соответствующий температуре кипения воды. Величина пологого участка пропорциональна процентному содержанию воды в НФП.

С целью проверки приведенных выше выводов при участии Р.В. Пыркова разработана схема испытательного стенда и проведен ряд экспериментов. Полученные результаты полностью подтвердили рассмотренные выше предположения.

На основе полученных выводов разработана схема обезвоживания НФП путем его прогрева до температуры кипения воды и последующего подогрева до дальнейшего повышения температуры [5].

Однако для испарения из НФП мелко диспергированной воды необходимо нагревать смесь до температуры порядка 170-180 °С и достаточно долго выдерживать ее при данной температуре [1,2]. При этом становятся весьма ощутимыми тепловые потери.

Для повышения эффективности испарения из НФП мелкодиспергированной воды предлагается устройство [6], в котором обезвоживание НФП осуществляется путем нагрева порции обводненного НФП в закрытой емкости до температуры выше 100 °С с последующей ее разгерметизацией.

Принцип работы данного устройства заключается в следующем.

Из резервуара обводненного НФП его порция подается в нагреватель, представляющий собой герметичную емкость. Здесь производится ее подогрев до температуры t , которая выше температуры кипения воды при нормальных условиях (100 °С). Затем производится сброс нагретой порции НФП в расширитель. В расширителе поддерживается давление, близкое к атмосферному, поэтому вода, находящаяся в составе обводненного НФП, оказывается перегретой на величину $(t - 100 \text{ °С})$. Теплота, соответствующая перегреву воды относительно температуры кипения воды при атмосферных условиях, практически мгновенно идет на испарение части воды в составе обводненного НФП [7].

Кроме того, поскольку температура НФП в составе обводненного НФП выше температуры кипения воды на величину перегрева $(t - 100 \text{ °С})$, то будет происходить передача теплоты от НФП к воде. Этот процесс передачи теплоты будет продолжаться до охлаждения НФП до температуры 100 °С. Поскольку вода в расширителе находится при давлении близком к атмосферному и в кипящем состоянии, то вся подводимая от охлаждаемого НФП теплота идет на дальнейшее испарение воды в составе обводненного НФП. Очевидно, что чем выше величина перегрева обводненного НФП $(t - 100 \text{ °С})$, тем большее количество воды испарится из обводненного НФП. В результате произойдет обезвоживание НФП, поступившего в расширитель. При этом пары воды и испарившихся легких фракций НФП поднимаются вверх и далее поступают в холодильник, где происходит их конденсация и накопление в донной части холодильника, откуда они периодически удаляются через выводной патрубок с краном. После охлаждения содержимого расширителя до температуры ниже 100 °С испарение воды из НФП прекращается и его содержимое выдвигается в цистерну обезвоженного НФП. Степень обезвоживания НФП зависит от температуры, до которой нагревается обводненный НФП в нагревателе и требуемую степень обезвоживания НФП можно обеспечить путем подбора этой температуры.

В результате, рассмотренные выше процессы в данном устройстве, обеспечивают обезвоживание НФП. При этом здесь нет необходимости в мощном источнике теплоты, так как осуществляется подогрев не всего содержимого резервуара обводненного НФП, а только небольшой его части. Кроме того, уменьшаются тепловые потери путем рассеивания, так как площадь поверхности емкости, в которой осуществляется подогрев обводненного НФП существенно меньше, чем площадь поверхности резервуара обводненного НФП. По предварительным расчетам снижение этих потерь может составлять порядка 10-15%.

Список литературы:

- [1]. 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.
- [2]. Клыков М.В., Алушкина Т.В., Абросимова М.О. Термическое обезвоживание мазута // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2015. №2. - с. 266 - 280. URL: http://ogbus.ru/issues/2_2015/ogbus_2_2015_p266-280_KlykovMV_ru.pdf
- [3]. Ермошкин Н.Г., Калугин В.Н., Корнилов Э.В., Кулешов И.Н. Судовые установки очистки нефтесодержащих вод: учебн. пособие. - Одесса: Фенікс. - 44с.
- [4]. Нунупаров С.М. Предотвращение загрязнения моря судами. - М.: Транспорт, 1979. – 336 с.
- [5]. Патент на полезную модель «Котельная установка» №159519 по заявке № 2015126205 от 30 июня 2015 г., авторы: А.Г. Чичурин, О.П. Шураев, Н.Н. Борисов, Р.В. Пырков.
- [6]. Положительное решение на полезную модель по заявке №2018100862/04(001117) от 10.01.2018 «Сепаратор мазута» (заявитель ФГБОУ ВО «ВГУВТ», авторы А.Г. Чичурин, О.П.Шураев, А.В. Жидков).
- [7]. Павленко А.М., Климов Р.А. Особенности вскипания капель дисперсной фазы эмульсий при изменении температуры несущей среды // журнал «Металлургия, теплотехника», вып. 2(17), 2010, с. 149 - 156.).

DEHYDRATION OF OIL SLUDGE AND FUEL OIL

A.G. Chichurin, O.P. Shurayev

Keywords: oil sludge, watering of oil products, dehydration of oil products, evaporation

Methods for removing water from oil sludge and fuel oil are considered. A device for dehydration using a water overheating effect higher than the boiling point is proposed.