

УДК 629.12.03

В.И. ИСТОМИН, С.Е. ТВЕРСКАЯ, В.А. ВЕСЕЛОВ

Севастопольский национальный технический университет, Украина

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ВОД ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Разработана автоматизированная система очистки нефтесодержащих вод энергетических установок, которая состоит из цистерн для сбора нефтесодержащих вод, насоса, установки с гранулированным фильтроэлементом, датчиков уровня нефтепродуктов, блока автоматики и контроля концентрации нефтепродуктов в очищенной воде и позволяет: повысить качество очистки и ресурс работы фильтроэлементов; производить постоянный мониторинг концентрации нефтепродуктов в очищенной воде; автоматически удалять нефтепродукты. В приборе измерения концентрации нефтепродуктов в очищенной воде используется флуоресцентный метод, который является более избирательным, оперативным и высокочувствительным, что позволяет повысить точность измерения концентрации.

**Ключевые слова:** энергетические установки, нефтесодержащие воды, система очистки, мониторинг концентрации.

### Введение

#### Общая постановка проблемы, ее связь с научно-практическими задачами

В настоящее время вопросы охраны окружающей среды настоятельно требуют своего решения. Особенно остро стоит проблема оптимизации процесса очистки нефтесодержащих вод (НСВ) судовых энергетических установок, что связано с необходимостью выполнения требований Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов MARPOL – 73/78, согласно которым содержание нефтепродуктов в очищенных нефтесодержащих водах, сбрасываемых с судов, не должно превышать  $15\text{млн}^{-1}$  [1], поэтому являются актуальными исследования в области повышения эффективности работы систем очистки нефтесодержащих вод путем автоматизации процесса.

#### Обзор публикаций и анализ нерешенных проблем

В связи с ужесточившимися требованиями в области охраны окружающей среды при эксплуатации судовых энергетических установок Международная морская организация ИМО предъявляет повышенные требования к судовым системам для очистки нефтесодержащих вод [1], согласно которым они должны обеспечивать высокое качество очистки, надежность и стабильность работы в автоматическом режиме, не допускать сброс нефтесодержащих вод с концентрацией более  $15\text{млн}^{-1}$  и обеспечивать требуемое качество очистки, даже в экстре-

мальных условиях при аварийных протечках нефтепродуктов и воды в МКО [2].

#### Цель исследований

Разработать систему очистки нефтесодержащих вод с прибором контроля концентрации нефтесодержащих вод нечувствительным к примесям неуглеводородной природы, которая позволяет автоматизировать процесс очистки и регенерации фильтроэлементов без разборки и замены.

#### Результаты исследований

Для повышения эффективности работы систем очистки нефтесодержащих вод, а также в соответствии с требованиями Международной конвенции MARPOL – 73/78, они должны обеспечивать удаление обработанных льяльных вод с концентрацией менее  $15\text{млн}^{-1}$  в автоматическом режиме. Также должно обеспечиваться автоматическое прекращение слива за борт при превышении концентрации нефтепродуктов в очищенных водах  $15\text{млн}^{-1}$ .

Для автоматизации процесса очистки система должна быть оборудована блоком автоматики, прибором контроля концентрации нефтесодержащих вод, автоматически управляемыми клапанами сброса очищенной воды и отсепарированных нефтепродуктов, а также датчиками раздела сред «нефть-вода». В приборе контроля концентрации используется флуоресцентный метод, который является оперативным и высокочувствительным. Флуоресцентные измерения более избирательны, чем спектрофо-

тометрические, поскольку зависят сразу от двух длин волн: поглощаемого и испускаемого света. Вариации спектральных характеристик возбуждающего светового потока на длинах волн максимального поглощения определенными веществами или их компонентами позволяют обеспечить переход в возбужденное состояние конкретное вещество и, анализируя спектральную характеристику люминесценции, выделить вещество и определить его концентрацию[3].

Для достижения лучшего качества очистки фильтрующее оборудование устанавливается на всасывании насоса, при этом исключается «вторичное» эмульгирование, ведущее к образованию мелких капелек нефти, значительно ухудшающих работу очистного оборудования [4].

По данным испытаний [4], нефтесодержание на выходе установок при переводе их на вакуумный режим снижалось в 1,5...2 раза при тех же энергозатратах.

Однако, работа установок очистки НСВ в вакуумном режиме по сравнению с работой в напорном режиме имеет некоторые недостатки: усложняется система слива нефтепродуктов, необходима тщательная герметизация установки и насос с большой высотой всасывания.

С целью повышения качества очистки, уменьшения габаритов очистного оборудования и устранения недостатков при работе установок в вакуумном режиме разработана комплексная судовая система очистки нефтесодержащих вод вакуумного типа, принципиальная схема которой показана на рис. 1. Новизна основных конструктивных элементов разработанной системы защищена авторским свидетельством СССР №1667890.

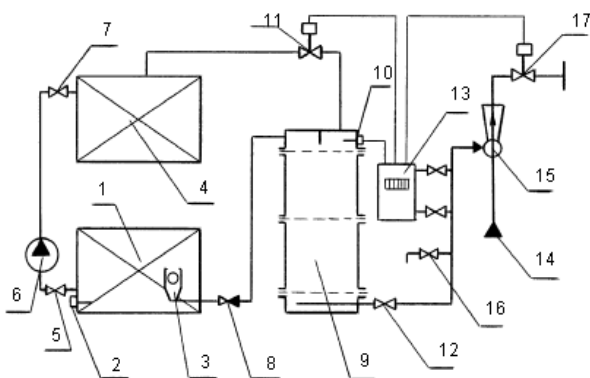


Рис. 1. Система для очистки нефтесодержащих вод

На рис. 1: 1 – цистерна для сбора нефтесодержащих вод; 2, 10 – датчики уровня нефтепродуктов; 3 – приемное устройство; 4 – цистерна для сбора отсепарированных нефтепродуктов; 5, 7, 12 – запор-

ные клапана; 6 – насос для перекачки нефтепродуктов; 8 – невозвратный клапан; 9 – установка с комплексным гранулированным фильтроэлементом; 11 – электромагнитный клапан вывода отсепарированных нефтепродуктов; 13 – блок автоматики и контроля концентрации; 14 – трубопровод рабочей жидкости эжектора; 15 – эжектор; 16 – пробоотборный кран; 17 – электромагнитный клапан сброса очищенной воды за борт.

Комплексный гранулированный фильтроэлемент состоит из четырех ступеней, заполненных сферическими гранулами диаметром 1,5 и 1 мм.

Система работает следующим образом. Нефтесодержащие воды из всех льяльных колодцев машинных помещений перекачиваются в сборную цистерну 1, где могут отстаиваться в течение нескольких суток. В процессе отстаивания нефтесодержащие воды очищаются от большей части механических примесей и нефтепродуктов, концентрация которых в придонном слое цистерны составляет (100...200) млн<sup>-1</sup>. Рабочая жидкость забортная вода от пожарной или санитарной системы судна подается по трубопроводу 14 в эжектор 15, при этом нефтесодержащая вода засасывается из сборной емкости 1 в установку с гранулированным фильтроэлементом 9 и очищается от нефтепродуктов. После установки 9 очищенная вода дополнительно разбавляется рабочей жидкостью эжектора и сбрасывается за борт. При этом клапан 17 открыт, а клапан 11 закрыт. После накопления нефтепродуктов в нефтесборнике установки 9 до датчика уровня нефтепродуктов 10 срабатывает блок автоматики 13, клапан 17 закрывается, а клапан 11 открывается и осуществляется вытеснение нефтепродуктов из установки рабочей жидкостью эжектора. Таким образом, в режиме очистки эжектор создает вакуум в системе, а в режиме удаления нефтепродуктов – избыточное давление. После удаления нефтепродуктов клапан 17 открывается, а клапан 11 закрывается, и процесс очистки нефтесодержащих вод возобновляется.

При увеличении концентрации нефтепродуктов в очищенной воде более 15млн<sup>-1</sup> блок автоматики и контроля концентрации 13 подает сигнал на закрытие клапана 17 и открытие клапана 11, при этом гранулированный фильтроэлемент установки 9 промывается обратным потоком забортной воды. После промывки процесс очистки продолжается.

В разработанной системе вытеснение отсепарированных нефтепродуктов осуществляется автоматически рабочей жидкостью эжектора при переключении клапанов 11, 17, что исключает применение отдельного насоса для нефтепродуктов, значительно упрощает процесс удаления нефтепродуктов и позволяет автоматизировать процесс. Все это устра-

няет основные недостатки системы с очистным оборудованием, установленном на всасывании насоса.

Таким образом, в системе для очистки нефте-содержащих вод процесс обработки льяльных вод осуществляется автоматически, не происходит дополнительного эмульгирования нефтепродуктов, устранены основные недостатки, характерные для систем с очистным оборудованием, установленном на всасывании насоса. Кроме того, осуществляется дополнительное снижение концентрации нефтепродуктов в очищенной воде разбавлением рабочей жидкостью эжектора.

### Выводы

Разработанная система для очистки нефтесодержащих вод позволяет автоматизировать процесс очистки и регенерации фильтроэлементов, а также производить предварительное отстаивание и автоматическое удаление большей части нефтепродук-

тов, что позволяет оптимизировать процесс очистки нефтесодержащих вод.

### Литература

1. *Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 года.* – М.: Изд-во ЦРИА «Морфлот», 1980. – 364 с.
2. *Истомин В.И. Комплексная очистка судовых нефтесодержащих вод / В.И. Истомин.* – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2004. – 202 с.
3. *Веселов В.А. Оптические методы и средства контроля нефтепродуктов в водной среде / В.А. Веселов, А.И. Чепыженко // Механика, энергетика, экология: Сб. науч. тр. СевНТУ.* – Севастополь, 2004. – Вып. 55. – С. 103-113.
4. *Нунупаров С.Н. Предотвращение загрязнения моря судами / С.Н. Нунупаров.* – М.: Транспорт, 1979. – 336 с.

Поступила в редакцию 21.04.2008

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Е.В. Никитин, Севастопольский военно-морской институт им. П.С. Нахимова, Севастополь.

## АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ОЧИЩЕННЯ НАФТОВМІСНИХ ВОД ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

*В.І. Істомін, С.Є. Тверська, В.О. Веселов*

Розроблена автоматизована система очищення нафтовмісних вод енергетичних установок, яка складається з цистерн для збирання нафтовмісних вод, насоса, установки з гранульованим фільтроелементом, датчиків рівня нафтопродуктів блоку автоматики і контролю концентрації нафтопродуктів в очищеній воді і дозволяє: підвищити якість та ресурс роботи фільтроелементів; проводити постійний моніторинг концентрації нафтопродуктів в очищеній воді; автоматично видаляти відсепаровані нафтопродукти. В приладі вимірювання концентрації нафтопродуктів в очищеній воді використовується флуоресцентний метод, який є більш вибірковим, оперативним та високочутливим, що дозволяє підвищити точність вимірювання концентрації.

**Ключові слова:** енергетичні установки, нафтовмісні води, система очищення, моніторинг концентрації.

## AUTOMATED SYSTEM FOR PURIFICATION OF OIL-CONTAINING WATER OF POWER PLANT INSTALLATIONS

*V.I. Istomin, S.E. Tverskaya, V.A. Veselov*

Automated system for purification of oil-containing water of power plant installations was developed, which consists of the tanks for oil-containing water collection, a pump, a plant with a granular filter element, oil products level detector, automatic control unit and a unit for controlling oil products concentration in purified water. This system provides increase of purification quality, operational resources of filter elements, constant monitoring of concentration of oil products in purified water, automatic removal of separated oil products. In this device the fluorescence analysis for measuring of concentration of oil products in purified water is used, and is more selective, operative and high-sensitive that gives the opportunity to increase the accuracy of concentration measuring.

**Key words:** power plant installations, oil-containing water, system for purification, monitoring of concentration.

**Истомин Валерий Иванович** – д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры, Севастопольский национальный технический университет, Севастополь, Украина.

**Тверская Светлана Евгеньевна** – канд. техн. наук, доцент, Севастопольский национальный технический университет, Севастополь, Украина.

**Веселов Владимир Александрович** – научный сотрудник, Севастопольский национальный технический университет, Севастополь, Украина.