

*Н. А. Халилов, Н. А. Страхова*

## ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ СУДОВЫХ ДВУХТОПЛИВНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

*N. A. Khalilov, N. A. Strakhova*

### OPERATION EXPERIENCE OF SHIP DUAL-FUEL DIESELS

Наиболее перспективным топливом на ближайшее будущее представляется природный газ. Моторные свойства газа позволяют использовать его в качестве топлива для двигателей почти без переделок базовых моделей. Применение двухтопливной дизель-электрической энергетической установки на судах, перевозящих сжиженный природный газ, позволяет снизить расходы на эксплуатацию судна примерно на 50 % в сравнении с вариантом оснащения судна паротурбинной энергетической установкой, полностью исключить выбросы серы, кардинально снизить объемы выбросов  $\text{NO}_x$  (на 90 %) и существенно снизить объемы выбросов  $\text{CO}_2$  (на 30 %). Постоянное ужесточение экологических норм является основным стимулом для расширения сферы применения природного газа в качестве судового топлива.

**Ключевые слова:** двухтопливные дизели, природный газ, ужесточение экологических норм.

The most promising fuel in the near future is natural gas. Motor gas properties enable to use it as a fuel for engines almost without alterations of basic models. The application of dual-fuel diesel-electric power plant on vessels carrying liquefied natural gas can reduce costs on vessel's operating approximately up to 50 % compared with the option of equipping a ship with a steam-turbine power plant, and thus, to completely eliminate emissions of sulfur, and significantly reduce emissions of  $\text{NO}_x$  (up to 90 %), and substantially lower emissions of  $\text{CO}_2$  (30 %). Constant eco-standards toughening is a basic stimulus for enlarging the sphere of natural gas application as a ship fuel.

**Key words:** dual-fuel diesel, natural gas, eco-standards toughening.

#### Введение

Согласно действующим правилам, установленный предел количества серы судового топлива в морских районах общего плавательного режима составляет 4,5 %. В связи с глобальным загрязнением атмосферного воздуха в новую редакцию к VI Приложению Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ) 73/78, которая вступила в силу в июле 2010 г., внесены изменения, связанные с повышением требований к содержанию серы в топливе. Для уменьшения выбросов окислов серы в атмосферу 14 правило VI Приложения предусматривает и альтернативные способы уменьшения эмиссий  $\text{SO}_x$  с использованием очистительных технологий для продуктов сжигания высокосернистого топлива. Однако в настоящее время очистительные технологии выхлопных газов энергетических установок от окислов серы практически не используются.

#### Требования Приложения VI МАРПОЛ к содержанию серы в топливе

На международном уровне происходит постоянное ужесточение требований к морским судам в части выбросов не только окислов серы, но  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}_2$  и твердых частиц. При этом Приложением VI МАРПОЛ 73/78 ИМО дополнительно установлены особые районы контроля выбросов серы (SECA – Sulphur Emissions Control Areas), такие как Балтийское и Северное моря, пролив Ла-Манш, прибрежные воды США и ряд других, в границах которых намечено в ближайшие годы многократно сократить выбросы в атмосферу сернистых соединений с судов. Ограничения количества серы в топливе в SECA-районах, в связи с вступлением в силу Приложения VI, коснутся только судов, использующих тяжёлое судовое топливо, серность которого чаще всего составляет от 1,9 до 2,8 %.

Перевод судовых двигателей с сернистого (HSFO – High sulfur fuel oil) на малосернистое (LSFO – Low sulfur fuel oil) судовое топливо не решает полностью проблему загрязнения атмосферного воздуха и приведет лишь к дальнейшему росту цен на дизельное топливо. Повышение цены на топливо снизит рентабельность эксплуатируемого судна и его способность конкурировать на фрахтовом рынке. Для удовлетворения требований Приложения VI МАРПОЛ 73/78 топливная система судна должна быть переделана так, чтобы виды HSFO- и LSFO-топлива были полностью отделены.

В числе альтернативных топлив наиболее перспективным на ближайшее будущее представляется природный газ. Моторные свойства газа позволяют использовать его в качестве топлива для двигателей почти без переделок базовых моделей. При этом мощность установки может быть сохранена, экономичность увеличена, а содержание токсичных составляющих отработавших газов уменьшено.

В качестве примера комплексного подхода к решению проблемы улучшения экологической обстановки в районе интенсивного судоходства можно привести опыт Китая. По инициативе китайской национальной газовой компании CNGC на всем протяжении судоходной части р. Янцзы строятся хранилища газа, газораспределительные станции и береговые комплексы для заправки судов сжатым и сжиженным природным газом (СПГ), что позволит переоборудовать для работы на газе значительное количество работающих на реке грузовых и пассажирских судов [1].

Приложением VI предусмотрено с 1 января 2012 г. ограничение количества серы в судовом топливе до 3,5 % (табл.).

**Требования Приложения VI МАРПОЛ к содержанию серы в топливе**

Регион	Год			
	2010	2012	2015	2020
SECA-районы	1,0 %	–	0,1 %	–
Весь мир	4,5 %	3,5 %	–	0,5 %

С 1 января 2020 г. планируется ограничение до 0,5 %. На ближайшую перспективу предусматриваются также новые ограничения количества серы в судовом топливе в SECA-районах: с 1 марта 2010 г. – до 1 %, а с 1 января 2015 г. до 0,1 %. Европейская комиссия установила, что с 1 января 2010 г. выброс серы с любого судна при нахождении в портах Европейского союза не должен превышать 0,1 %.

#### **Использование двухтопливных дизелей**

В практике перевода дизелей на газовое топливо достаточно широкое распространение получили газодизели. Этому не в последнюю очередь способствовала простота перевода двигателя с одного топлива на другое при минимальных изменениях конструкции.

Природный газ успешно применяется в качестве основного топлива на судах-газовозах. Перевозимый на них СПГ в небольших количествах (0,15–0,18 % от общей вместимости танков в сутки) постоянно испаряется. Его утилизация возможна двумя путями – испаренный газ можно повторно сжигать, что требует размещения на судне специальной холодильной установки и дополнительных затрат газа на её работу, или использовать в качестве топлива энергетической установки судна. В 2007 г. на воду был спущен газовоз British Emerald с двухтопливной дизель-электрической установкой, способной работать и на газе, и на обычном дизельном топливе.

Из опыта эксплуатации двухтопливных энергетических установок на судах СПГ известно, что использование природного газа в качестве топлива позволяет полностью исключить выбросы серы, кардинально снизить выбросы NO<sub>x</sub> – на 90 % и существенно снизить выбросы CO<sub>2</sub> – на 30 %. Это делает применение природного газа в качестве топлива привлекательным решением и для судов, не являющихся газовозами, в особенности судов, используемых в зонах особого экологического контроля [2].

По мнению зарубежных экспертов, применение сжатого природного газа в качестве судового топлива и в перспективе, вероятнее всего, ограничится нишей небольших прогулочных судов и катеров. В то же время СПГ в этом плане более перспективен. При прочих равных условиях, газа в сжиженном состоянии на борту судна может быть размещено в 2,5–3 раза больше, чем в сжатом, а это уже обеспечивает судну возможность работы в течение 5–7 дней без bunkering и является более приемлемым для судов многих типов. Пока же наибольшее распространение СПГ в качестве топлива получил (помимо судов-газовозов) на судах, непосредственно связанных с освоением, эксплуатацией и снабжением морских нефтегазовых промыслов.

Специалисты утверждают, что переход на газовое топливо на судах потенциально может обеспечить снижение операционных расходов за счет более низкой стоимости газа в сравнении с традиционными видами топлива, а также за счет исключения расходов на выплату штрафов за превышение ужесточающихся экологических норм на содержание вредных веществ в выбросах судна. Однако переход на газ влечет за собой некоторый рост постройной стоимости судов,

в основном – за счет дорогостоящих систем хранения газа. Однако основным фактором, препятствующим применению СПГ в качестве топлива на судах мирового флота, является отсутствие развитой инфраструктуры по бункеровке судов СПГ. Исключением является ряд регионов активной добычи углеводородов, производства или регазификации СПГ. В Европе к их числу, помимо Норвегии, можно отнести также районы вблизи 20 имеющихся крупных приемных регазификационных терминалов СПГ, на основе которых такая инфраструктура может быть создана.

Таким образом, основными стимулами для расширения сферы применения природного газа в качестве судового топлива будут дальнейшее ужесточение экологических норм, а также рост цен на традиционные виды судового топлива, вызванный постепенным сокращением мировых нефтяных запасов. В итоге воздействия этих факторов при определенных условиях судовладельцам окажется экономически выгоднее вкладывать средства в строительство несколько более дорогих при постройке, но более дешевых в эксплуатации судов на газовом топливе, а также в развитие инфраструктуры бункеровки судов СПГ. В некоторых районах судоходства – у берегов стран с высоким уровнем экологических приоритетов – такие условия уже наступили. Поскольку одним из таких районов является район Балтийского моря, российским судовладельцам пора начать думать о переводе своих судов на газовое топливо, а российским судостроителям – начать применять двухтопливные двигатели в своих проектах.

Требования к двухтопливным дизелям и к топливным системам газового топлива включены в гл. 9 ч. IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов. Эти требования позволяют использовать газ на судне, но не касаются систем погрузки и хранения газа на судне, не являющемся газовозом. Для возможности использования газа на морских судах, не являющихся газовозами, необходима доработка существующих Правил Регистра [3].

Одной из важных задач по транспортировке морскими судами сжиженного газа, а также использованию природного газа в качестве топлива является подготовка квалифицированных специалистов для работы на судах СПГ. Учитывая примерное количество судов, сменность экипажа, можно предположить, что к 2112 г. потребуются около 2,5 тыс. специалистов командного состава. И потребность в специалистах будет только увеличиваться вместе с флотом СПГ.

### **Заключение**

Применение двухтопливной дизель-электрической энергетической установки на газовозе СПГ позволит снизить расходы на эксплуатацию судна примерно на 50 % в сравнении с вариантом оснащения судна паротурбинной энергетической установкой и при этом существенно снизить выбросы серы, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub> и твердых частиц.

Судовладельцы должны внести существенный вклад в подготовку специалистов для работы на судах СПГ, осуществляя целевой заказ на них, что обеспечит в будущем безопасность эксплуатации энергетической установки и мореплавания. Учитывая нехватку специалистов в области перевозок сжиженного газа, ведущим морским учебным заведениям необходимо осуществлять переподготовку моряков для работы на судах СПГ.

### *СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ*

1. <http://www.mandieselturbo.com/> Stationary MAN B&W ME-GI-S Engines for Dual Fuel Applications.
2. <http://www.korabel.ru/news>.
3. *Российский морской регистр судоходства. Правила классификации и постройки морских судов.* – СПб., 2005.

Статья поступила в редакцию 24.06.2011

### **ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ**

**Халилов Нурий Аккиевич** – Морская государственная академия им. адмирала Ф. Ф. Ушакова, Новороссийск; старший преподаватель кафедры «Ремонт судовых машин и механизмов»; тел.: 8 (8617) 680-152.

**Khalilov Nuriy Akkievich** – Marine State Academy Named after Admiral F. F. Ushakov, Novorossiysk; Senior Teacher of the Department "Maintenance of Ship Machinery and Mechanisms"; tel. 8 (8617) 680-152.

**Страхова Нина Андреевна** – Морская государственная академия им. адмирала Ф. Ф. Ушакова, Новороссийск; д-р техн. наук, профессор; профессор кафедры «Ремонт судовых машин и механизмов»; тел.: 8 (8617) 680-152.

**Strakhova Nina Andreevna** – Marine State Academy Named after Admiral F. F. Ushakov, Novorossiysk; Doctor of Technical Science, Professor; Professor of the Department "Maintenance of Ship Machinery and Mechanisms"; tel. 8 (8617) 680-152.