

УДК:502.3:504.7: 621.181.1

Калугин В. Н.  
ОНМА

## **АДАПТАЦИЯ СУДОВЫХ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ТОПЛИВ С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ СЕРЫ**

В современных условиях эксплуатации судовых энергетических установок (СЭУ), должна обеспечиваться надежность действия всех их компонентов и безусловно выполняться требования по предотвращению загрязнения окружающей среды [5]. При этом судовладельцы, фрахтователи и менеджеры судоходных компаний должны учитывать особые требования к применяемым сортам топлива, если работа судов происходит в районах контроля выбросов вредных веществ в атмосферу с судов (Emission Control Area - ECA) и соответствующие национальные и региональные требования [1, 3, 4, 8]. Так, содержание серы во всех сортах топлива, которое используется судами в портах стран, входящих в состав Евросоюза, портах Турции, некоторых портах США и их территориальных водах не должно превышать  $0,1 \pm 0,5\%$  по массе [8]. В соответствии с требованиями Приложения VI международной Конвенции МАРПОЛ [1] с 2015 года в районах ECA должны будут использоваться только топлива с содержанием серы менее  $0,1\%$ , то есть дистиллатные сорта. Такими топливами являются морской газойль - Marine Gas Oil (MGO), - морские сорта топлива, с низким содержанием серы, относящиеся к сортам DMX, DMA и DMZ или морское дизельное топливо - Marine Diesel Oil (MDO), соответствующее сорту топлива DMВ [2, 3, 4, 6]. Маркировка и характеристики топлив DMX, DMA, DMZ и DMВ соответствуют Стандарту ISO 8217 2010г. [7].

Конструктивно, котельные установки судов находящихся в эксплуатации, в основном предназначены для использования HFO, реже MDO и газообразного топлива.

Основными отличиями MGO и HFO являются:

- а) теплотворная способность топлива – оказывает влияние на:
  - качество протекания процессов сгорания и теплообмена,
  - свойства инертных газов,
  - выбросы загрязняющих веществ в атмосферу;
- б) вязкость – вызывает:
  - нарушение качества распыливания топлива и его сгорания,

- повышенные износы топливных насосов,
- нарушения плотности топливных систем;

в) плотность – приводит к:

- потерям энергии, в связи с неправильной предварительной настройкой количества топлива, подаваемого к форсунке,
  - проблемам воспламенения и сгорания топлива,
  - увеличению дымности отработанных газов;
- г) смазывающие свойства – вызывают повышенные износы и заклинивания прецизионных деталей топливной аппаратуры.

В целях обеспечения безопасной работы и работоспособного технического состояния котлов и вспомогательного оборудования, необходимо вносить конструктивные изменения, направленные на решение возникающих проблем и разработку эффективных процедур перевода с HFO на MGO и наоборот [2, 6].

В связи с значительными различиями в характеристиках HFO и MGO, должны быть рассмотрены проблемы связанные с обеспечением надёжной и эффективной работы котельных установок при длительном использовании MGO:

- вместимость топливных цистерн запаса и отдельное хранение разных сортов топлива;
- топливные насосы;
- трубопроводы топливной системы;
- устройства контроля пламени;
- форсунки;
- регулирование процесса сгорания.

Необходимо, чтобы хранение HFO и MGO было отдельным, так как их совместное хранение оказывает деструктивное действие на высокомолекулярные соединения входящие в состав смесей углеводородов HFO и играют роль растворителей защитных сольвантных оболочек асфальтосмолистых веществ. В результате, при смешивании HFO и MGO, происходит интенсивное образование шлама и вытеснение парафинов, что ухудшает смазывающие свойства таких смесей и способствует образованию задиров прецизионных пар компонентов топливной системы; вызывает блокировку фильтров, закупоривание трубопроводов, элементов управления, датчиков и измерительных приборов.

Для того чтобы MGO непреднамеренно не нагревалось, нельзя использовать одну из имеющейся в наличии отстойной цистерны HFO для целей содержания в ней MGO, если она является смежной с

соседней отстойной или расходной цистерной, в которых находится непрерывно подогреваемое HFO. Необходимо установить дополнительные отстойные и расходные цистерны, предназначенные только для использования MGO.

При переключениях между различными топливами, должна быть гарантия того, чтобы топливо по трубопроводам рециркуляции возвращалось в соответствующую топливную цистерну и не допускалось смешивание MGO с топливом, имеющим более высокое содержание серы.

Вязкость дистиллатных сортов топлива, относящихся к сортам MGO, находится в пределах от 1,5 до 6,0 сСт при 40°C. Большинство используемых насосов топливных систем, являются винтового или шестеренчатого типа, могут эффективно работать при минимальном значении вязкости топлива 4,0сСт. Некоторые из них могут работать и при более низких значениях вязкости, - 3,0сСт или даже немного ниже. Необходимо произвести оценку всех топливных насосов установленных на борту судна, для целей возможности их надёжной работы при более низких значениях вязкости, связанной с применением MGO и, в конечном итоге, рассмотреть целесообразность их модификации или замены. Следует учитывать фактическую рабочую температуру MGO, так как она влияет на значение вязкости. В спецификации стандарта ISO 8217 указаны значения вязкости MGO при стандартной температуре, а фактическая рабочая температура может быть выше, в результате чего значения вязкости могут быть меньше. Если котельная установка находится в состоянии постоянной готовности к действию, то непрерывная работа топливных насосов приводит к их нагреву, в результате чего также повышается температура топлива, что снижает его вязкость. Кроме того, повышение температуры дистиллатного топлива может вызвать его газификацию и образование паровых пробок. Поэтому насосы всегда должны выводиться из действия, когда котёл не работает или находится в состоянии постоянной готовности к действию.

С целью регулирования вязкости следует рассмотреть возможность охлаждения MGO.

Системы трубопроводов должны осуществлять эффективное удаление (промывку) HFO или MGO из системы, включая арматуру и оборудование трубопроводов. Для предотвращения смешивания различных категорий топлива, нельзя использовать те же самые топливные трубопроводы для HFO и MGO. Если топливные трубопро-

воды используются для обеих категорий топлива, то процедура переключения работы с HFO на MGO должна предусмотреть обязательное отключение спутниковых подогревателей топливных трубопроводов.

Детекторы пламени должны соответствовать используемому топливу – как HFO, так и MGO, так как они имеют различия в частоте пульсации факела в топке.

Форсунки и в особенности их распылители, должны соответствовать каждому виду топлива, которое будет использоваться.

а) Струйными механическими форсунками обычно оборудуются котлы с небольшой производительностью пара, в которых может использоваться как MDO, так и HFO. Нормальная работа топливных насосов обеспечивается, как правило, при значениях вязкости топлива не ниже 4,5сСт. Если котёл переводится на MGO, которое обычно имеет более низкое значение вязкости, то может потребоваться модификация топливных насосов. Низкая вязкость приводит к увеличению пропускной способности топливных каналов, и как следствие, росту расхода топлива, и увеличению дымности отработавших газов.

б) Ротационные форсунки с вращающимися стаканами применяются во многих типах котлов и могут работать как на MDO, так и на HFO. Однако, при использовании MGO, которым характерны значения вязкости ниже 4,5сСт, возможно, придется отрегулировать или модифицировать топливные насосы. Для форсунок с небольшой пропускной способностью, для получения бездымного сгорания необходимо отрегулировать количество подаваемого топлива, что достигается изменением значения давления топлива, подаваемого насосом.

Если котельные установки не оснащены надлежащим теплозащитным экраном, то для форсунок с большой пропускной способностью существует опасность образования отложений нагара на вращающихся стаканах. Это связано с тем, что излучаемое тепло создаёт очень высокую температуру во вращающемся стакане, в результате чего происходит коксование топлива. Поэтому вращающиеся стаканы необходимо отрегулировать или заменить на модифицированные. Систему управления основной форсункой следует настроить таким образом, чтобы не происходило самовоспламенения MGO.

в) Паромеханические форсунки, как правило, используются в котлах с большой или средней производительностью пара, в кото-

рых используется как MDO, так и HFO. Вязкость топлива, которое традиционно используется в паромеханических форсунках, обычно находится в пределах 15 - 30сСт, поэтому перевод работы котельной установки на MGO, с вязкостью ниже 4,0сСт, требует регулировки или модификации топливных насосов.

Некоторые конструкции распылителей форсунок используют подачу водяного пара и топлива по соосным каналам, при этом пар нагревает топливо и может вызвать испарение MGO непосредственно в топливном канале, до выхода из него. Для обеспечения работы котла на MGO, необходимо для распыливания топлива вместо водяного пара использовать сжатый воздух среднего давления, либо изменить конструкцию форсунки, применив подачу пара и топлива к распылителям по параллельным каналам, снизив тем самым подогрев топлива в каналах подачи топлива к распылителю. Если будет принято решение использовать для распыливания топлива сжатый воздух, то для обеспечения дополнительных расходов воздуха, может потребоваться установка дополнительных воздушных компрессоров.

Процесс предварительной продувки топочного пространства котла является одним из важнейших процессов обеспечивающих безопасность и должен выполняться в соответствии с рекомендациями изготовителя для конкретного вида используемого топлива. Важно, чтобы всё топочное пространство котла было полностью продуто воздухом до розжига факела. В тех случаях, когда используется MGO, то процесс предварительной продувки топочного пространства котла должен быть принят как часть обязательной процедуры. Если происходит срыв пламени факела, то это может привести к образованию в топке и газоходах котла воспламеняющейся среды из паров топлива и воздуха, во взрывоопасных пропорциях. Поэтому, в целях предотвращения взрыва, должна применяться обязательная продувка топочного пространства.

Электроискровые воспламенители или эквивалентные им устройства должны размещаться таким образом, чтобы быть в постоянной готовности к действию. Детекторы пламени факела должны устанавливаться таким образом, чтобы они могли быть легко демонтированы и заменены на детекторы определенной формы факела, которые соответствуют используемым категориям топлива.

Перед входом судна в прибрежные или портовые воды, для обеспечения формирования минимального количества отложения

нагара в газоходах котла, сажеобдувочные вентиляторы должны работать по возможности как можно дольше.

Способы решения проблем возникающих при переводе работы судовых паровых котлов с НФО на МГО должны быть тщательно проанализированы и выполняться компетентными и квалифицированными специалистами после консультации с изготовителями и получения одобрения представителями классификационного общества.

Любые изменения, вносимые в оборудование котлов и обслуживающих его систем должны утверждаться классификационным обществом [2, 6].

### *СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ*

1. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ), Книга III, пересмотренное издание = International Convention for Prevention of Pollution from Ships (MARPOL), Book III, revised edition – СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 2009.–304с.

2. ABS Notes. Use of Low Sulphur Marine Fuel for Boilers. Gas Fuel Burner System, EWZ-001-02-P04-W031. Attachment B – Revision 4.-5pp.

3. Emission Limits and Requirements for Auxiliary Diesel Engines and Diesel-Electric Engines Operated on Ocean-Going Vessels Within California Waters and 24 Nautical Miles of the California Baseline. Final Regulation Order. New section 2299.1, title 13, California Code of Regulations (CCR).2006.

4. Directive 2005/33/EC of the European Parliament and of the Council of 6 July 2005 amending Directive 1999/32/EC. - Official Journal of the European Union, 22.7.2005. EN L 191/59-69.

5. International Safety Management (ISM) Code - Version 01/06/2010.

6. For use of and switching to low sulphur marine gas oil in auxiliary boilers and associated equipment on board tankers to meet requirements of the EU Sulphur Directive 2005/33/ EC: Guidance for hazard identification. INTERTANKO and OCIMF Guidelines, December 2009. – 9 pp.

7. Petroleum products – Fuels (class F) – Specifications of Marine fuels by International Organization for Standardization. Switzerland, Geneva. 2010.–29pp. (www.iso.org).

8. Regulations. DNV Petroleum Services. Det Norske Veritas AS, 01

9. June2011. - 50pp. (www.dnv.com).