

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ТНВД ДИЗЕЛЯ 5S70MC-C И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Ф.А. Васькевич, д.т.н., проф. каф. СТД
ГМУ им. адм. Ф.Ф. Ушакова,
О.Д. Калинин, техн. менеджер
Unicom Management Services LTD

Исследования, проведенные на главном дизеле 5S70MC-C танкера «Лиговский проспект», позволили установить дефектность регулировки установленной с постройки судна топливной аппаратуры. Начало подачи насоса имеет место с момента начала движения плунжера от его крайнего нижнего положения, система VIT не работает, топливные насосы не имеют нулевой подачи. Обнаруженные дефекты снижают экономичность двигателя, являются причиной тепловой перегрузки деталей камеры сгорания и повышенных износов цилиндров при работе на частичных нагрузках, что может стать причиной отказов в процессе эксплуатации двигателя.

Условия современного рынка морских перевозок заставляют судовладельцев изыскивать способы снижения расходов при эксплуатации судов. В первую очередь это касается снижения расходов на топливо, что приводит к необходимости снижения скоростей хода (известно, что расходы топлива на рейс пропорциональны квадрату скорости движения судна). Однако при длительной работе на сниженных нагрузках возможно проявление такого негативного фактора, как повышенные износы втулок цилиндров главных судовых дизелей с системой наддува при постоянном давлении.

Повышенный с постройки судна расход топлива на долевых режимах в эксплуатации и возрастание износов поршней на сниженных нагрузках стали основанием для специальных испытаний силовой установки танкера «Лиговский проспект», проведенных в первой половине января 2012 г. в условиях производственного рейса.

Главный дизель танкера HSD-MAN B&W 5S70MC-C (5ДКРН 70/280), построенный в Южной Корее, имеет паспортную мощность 21 100 э.л.с. при 91 об/мин. Проведенные тепло-технические испытания дизеля на 3-х долевых скоростных режимах, соответствующих 80, 70 и 60 об/мин, не вызвали каких-то замечаний, полученные при испытаниях дизеля параметры

рабочего процесса примерно соответствуют данным испытаний при приемке двигателя в эксплуатацию. Однако показатели расхода топлива дизелем значительно отличаются от паспортных. Так, при работе с частотой вращения 80 об/мин при нагрузке около 60 % от паспортной измеренный удельный эффективный расход топлива составил $b_e = 0,145$ кг/э.л.с.ч, в то время как во время заводских испытаний на подобном режиме $b_e = 0,135$ кг/э.л.с.ч, т. е. на 7 % меньше. Еще большие расхождения отмечены на сниженных нагрузках. При скорости 60 об/мин (24,1 % нагрузки) измеренный расход топлива b_e составил 0,164 кг/э.л.с.ч, в сравнении с данными заводских испытаний $b_e = 0,142$ кг/э.л.с.ч, т. е. на 15,5 % меньше.

Установленные расхождения в показателях экономичности (превышающие допуски на условия эксплуатации) определили необходимость проверки технического состояния и регулировок топливной аппаратуры. Оценка технического состояния ТНВД по наличию протечек, давлению впрыска, состоянию форсунок как визуально, так и на опрессовочном стенде, результаты измерения температуры газов по цилиндрам при работе двигателя позволили сделать вывод о нормальном техническом состоянии топливной аппаратуры. Однако проверка параметров регулирования ТНВД на двух цилиндрах — № 1 и 3 — позволила установить некачественное регулирование топливной аппаратуры заводом-строителем при постройке. Конструкция топливного насоса и плунжерной пары, установленных на главном дизеле т/х «Лиговский проспект», не позволяет изменять угол опережения подачи топлива с изменением нагрузки, как это предусмотрено проектом в аналогичных дизелях, оборудованных системой «Super VIT».

Это можно пояснить с помощью прилагаемой схемы работы плунжерной пары (рис. 1). «Классический» вариант регулирования плунжерной пары, применявшейся фирмой MAN B&W на двигателях с системой «Super VIT», по инструкции должен иметь отсечные окна «открытыми» при нахождении плунжера в его крайнем нижнем

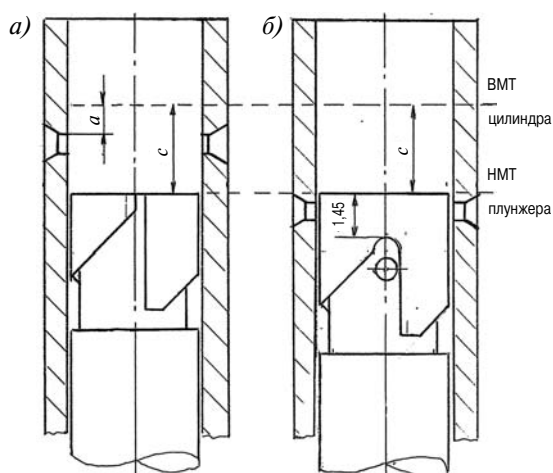


Рис. 1. Схема регулировки ТНВД:
 а — по инструкции фирмы;
 б — на ГД т/х «Лиговский проспект»

положении при любом положении рейки ВПТ (рис. 1, а). Регулировка угла опережения подачи топлива ТНВД задается фирмой двумя параметрами системы, а именно:

- опережение топливного кулака (Fuel cam lead) — параметр «с»;
- опережение топливного насоса (Fuel pump lead) — параметр «а».

При приемке судна в эксплуатацию завод-строитель указал только один регулировочный параметр — опережение топливного кулака; этот параметр установлен производителем в пределах от $c = 15,93$ до $16,45$ мм [1]. Другой регулировочный параметр не может быть найден, поскольку при положении плунжера в его крайнем нижнем положении верхняя кромка плунжера находится выше верхней кромки отсечного отверстия, которое перекрыто боковой поверхностью плунжера (рис. 1, б).

Законы регулирования двух вариантов насоса, показанных на рис. 1, могут быть проиллюстрированы видом их регулировочных характеристик, данных на рис. 2 ([2], с. 153). Как видно из рис. 2, а, при «классической» конструкции ТНВД изменение положения рейки ВПТ изменяет моменты как начала, так и конца подачи. На приведенном примере двигателя 6S70MC угол опережения подачи топлива может быть увеличен от $\varphi_{\text{нпн}} = 0$ при пуске и на малых нагрузках до $\varphi_{\text{нпн}} = 4$ град до ВМТ на полном ходу. Конструкция ТНВД, установленного на главном дизеле т/х «Лиговский проспект», имеет принципиально иной закон регулирования (рис. 2, б), а именно:

➤ насос начинает подавать топливо от нулевой скорости плунжера, как только плунжер начинает движение от его крайнего нижнего положения; по результатам измерения, угол опережения подачи составляет $\varphi_{\text{нпн}} = 9\text{--}10$ град ПКВ до ВМТ;

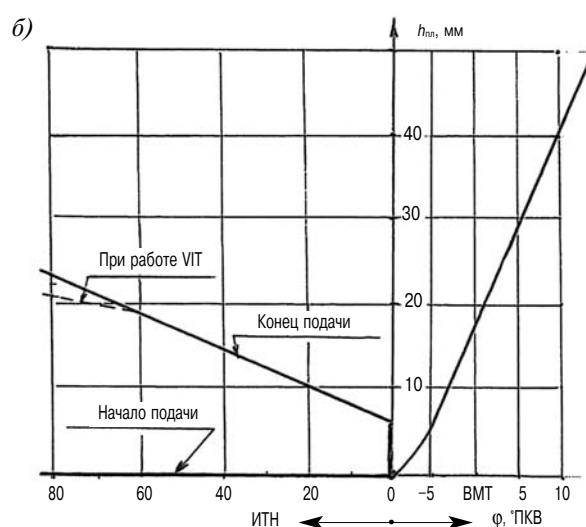
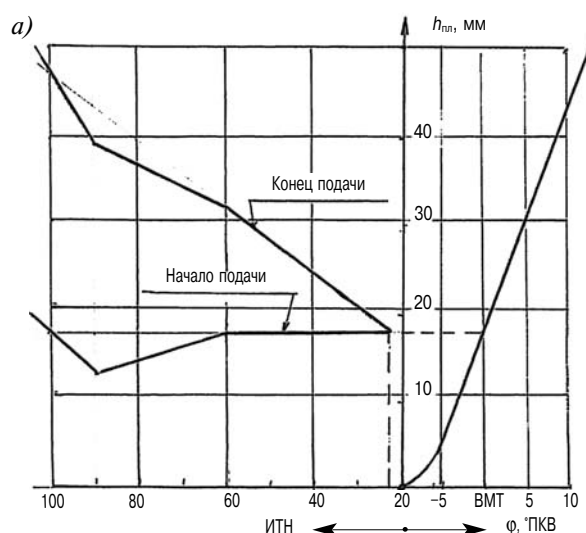


Рис. 2. Характер закона регулирования ТНВД:
 а — двигателя 6S70MC; б — двигателя 5S70MC-C
 т/х «Лиговский проспект»

➤ система ВПТ не имеет возможности изменять момент начала подачи, поскольку при любом положении рейки ВПТ отсечное отверстие в момент начала подачи всегда перекрыто боковой поверхностью плунжера; в данном конструктивном исполнении система ВПТ вообще не работает, она фактически является лишней;

➤ перестановка рейки ВПТ должна обеспечивать более раннюю отсечку топливоподачи на полных ходах, т. е. к уменьшению активного хода плунжера за счет более раннего конца подачи. Производитель учел это и при постройке двигателя настроил систему регулирования так, что рейка ВПТ практически не изменяет своего положения при изменении нагрузки дизеля. За годы эксплуатации система потеряла свою подвижность настолько, что привести систему ВПТ в нулевое положение, требуемое для проверки регулировочных параметров, судовой экипаж смог только с помощью кувалды;

➤ установленные на двигателе топливные насосы не имеют нулевой подачи. Если установить топливную рейку на «0», то плунжер будет гарантировано иметь положительный активный ход. Остановка дизеля осуществляется только за счет открытия клапана безопасности (puncture valve) при установке ручки управления дизелем на «Стоп».

Выявленные дефекты настройки топливной аппаратуры главного дизеля позволили объяснить те негативные факторы, которые особенно заметно проявились при его эксплуатации на сниженных нагрузках.

Заключение

Качество регулирования топливной аппаратуры главного дизеля танкера «Лиговский проспект» было найдено несоответствующим документации производителя. Основным негативным фактором, определяющим низкое качество регулирования, является некачественная установка плунжерных пар топливных насосов высокого давления, вследствие чего:

➤ подача топлива начинается при нулевой скорости плунжера $C_{пл} = 0$ на всех скоростных режимах дизеля и не зависит от работы системы ВТ;

➤ заявленный по данным заводских испытаний расход топлива на режимах полного хода (135 г/эл.с.ч) уже является чрезмерно большим;

➤ по опыту эксплуатации танкеров $DW = 150$ тыс. т их главный дизель той же размерности цилиндра (6S70MC) работает с удельным расходом топлива на полном ходу на уровне

126–128 /эл.с.ч, т. е. при приемке в эксплуатацию танкера «Лиговский проспект» имел место завышенный примерно на 7 % расход топлива;

➤ если предположить корректность индицирования дизеля установленной на судне системой измерений, то по состоянию на дату их проведения удельные расходы топлива (145 г/эл.с.ч) завышены не на 7, а на все 14 %;

➤ поскольку остановка дизеля обеспечивается только работой клапана безопасности (puncture valve), ТНВД нулевой подачи не имеет, то при малейшей неисправности системы защиты, обеспечивающей работу puncture valve, возможен отказ остановки главного дизеля, что создает опасность для мореплавания при маневрировании судна.

В принципе некачественная установка плунжерных пар не повлияла на работоспособность дизеля за прошедшие после приемки судна 8 лет эксплуатации. Однако в связи с тем, что топливная система не поддерживает штатную регулировку, работа дизеля сопровождается повышенным расходом топлива, повышенными износами деталей цилиндра-поршневой группы и высокой вероятностью отказа главного двигателя при маневрах судна.

Литература

1. HSD-Man B&W Diesel Engines 5S70MC-C. Volume 1. Operation Manual.
2. *Васькевич Ф.А.* Двигатели внутреннего сгорания. Теория, эксплуатация, обслуживание: учеб. пособие. — 4 изд., Нвр., МГА, 2009. — 266 с.

ЭЛЕКТРОБУС НЕФАЗ ПРОШЕЛ СЕРТИФИКАЦИЮ

Успешно прошел сертификацию первый в России электробус — электрический автобус НЕФАЗ-52992. Его автономный электрический ход рассчитан более чем на 200 км.

Новинка разработана и создана специалистами НИИ Комбинированных энергоустановок совместно с ОАО НЕФАЗ — дочерним предприятием КамАЗа в Башкирии, по заказу фирмы «Лиотех» для нужд Росатома.

На крыше, в салоне и в заднем свесе электробуса размещена литий-железо-фосфатная аккумуляторная батарея энергоемкостью 313,6 кВт·ч. Электробус оборудован зарядным устройством мощностью 48 кВт, при этом процесс полной зарядки бортового аккумулятора занимает восемь часов. Для быстрой зарядки (20–30 минут) от сети до 500 кВт на НЕФАЗ-52992 установлены специальные силовые разъемы.

Электробус оснащен системой телеметрии, которая по ГЛОНАСС или GSM-каналам передает



НОВОСТИ ОАО КАМАЗ

информацию на удаленный компьютер сервисной службы для контроля параметров состояния батареи и основных агрегатов.

Конструкция, комплектующие и качество сборки соответствует всем требованиям, которые сегодня предъявляются к средствам перевозки пассажиров на городском транспорте.

