

## НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ НАДДУВА ДВУХТАКТНЫХ МАЛОБОРОТНЫХ ДИЗЕЛЕЙ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ

ПО СТРАНИЦАМ ЖУРНАЛА DIESELFACTS<sup>1</sup>

Материал подготовил к.т.н. А.А. Обозов

MAN Diesel внедряет VTA-технологии для наддува судовых малооборотных дизелей.

VTA-технология (Variable Turbine Area — изменяемое проходное сечение турбины) открывает новые возможности для наддува судовых дизелей большой мощности

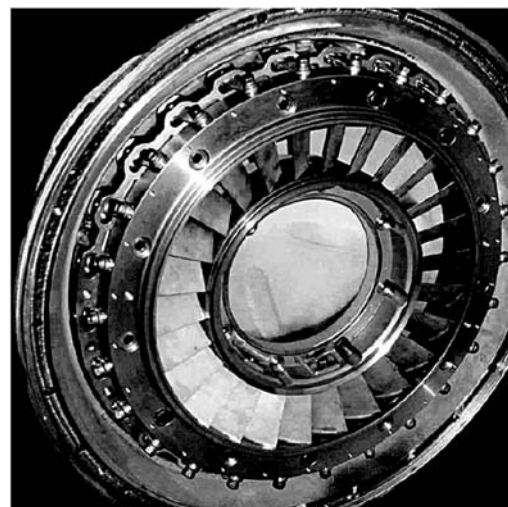
Подразделение компании MAN Diesel по турбокомпрессорам недавно выпустило отчет о новых турбокомпрессорах с изменяемой производительностью. Компания сообщила, что новая технология VTA будет разрабатываться для турбокомпрессоров серии TCR (серия с радиальным подводом газов) и серии TCA (серия с осевым подводом газов). В настоящее время турбокомпрессор типа TCA с VTA-технологией проходит испытания на среднеразмерном двухтактном малооборотном двигателе, предназначенном для установки на судно.

VTA-технология открывает абсолютно новые возможности турбонаддува судовых дизельных двигателей. Гибкость управления расходом воздуха является ключевым фактором, как для удовлетворения требований по выбросам, так и для улучшения характеристик расхода топлива. VTA-система позволяет установить оптимальное соотношение количества подаваемого воздуха и впрыскиваемого топлива в любой точке поля нагрузочных характеристик двигателя, а также улучшить динамические свойства системы двигатель—турбокомпрессор. Эти преимущества полностью подтвердились в процессе испытаний исследовательского двухтактного двигателя 4T50ME-X, оснащенного TCA турбокомпрессором с применением VTA-технологии.

VTA-система представляет собой сопловой аппарат, оснащенный регулируемыми лопатками, который заменяет собой сопловой аппарат с фиксированно установленными лопатками в турбокомпрессоре типа TCA стандартной конструкции. Таким образом, VTR-технология может быть внедрена на уже построенные и эксплуатирующиеся турбокомпрессоры.

Посредством регулировки угла установки лопаток может регулироваться давление отработавших газов, при этом производительность компрессора может быть оптимизирована для всех режимов работы двигателя. Для того, чтобы минимизировать температурный гистерезис и улучшить точность регулирования каждая лопатка имеет рычаг, который непосредственно связан с управляющим кольцом. Управляющее кольцо приводится в движение посредством двух электродвигателей—позиционеров со встроенным редуктором, разработка которых является составной частью общего технологического решения VTA-системы. Регулируемые лопатки изготавливаются из жаропрочного и устойчивого к эрозии стального сплава. Высокоточное изготовление и подгонка, а также применяемые материалы обеспечивают надежную работу системы при любых условиях без заеданий, в том числе при работе на тяжелом топливе. Управление положением лопаток осуществляется электронной системой. Для управления используется целый набор сигналов, включая сигнал давления наддувочного воздуха за компрессором и сигналы температуры выпускных газов перед и за турбокомпрессором.

Компания MAN Diesel заявляет, что она может выставить коммерческое предложение на продажу VTA-систем удовлетворяющих специфическим требованиям заказчиков, как для дви-



VTA-турбокомпрессор компании MAN Diesel оборудованный сопловым аппаратом с поворотными лопатками.

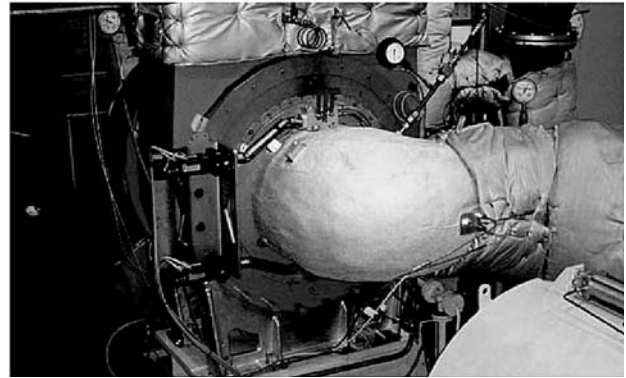
<sup>1</sup>) Перепечатано из ж-ла «Diesel Facts» (№ 2, 2007 г.) с сокращениями  
MAN Diesel A/S, Teglhølmegade 41, DK-2450 Copenhagen SV Denmark

гателей с механическим управлением, так и для двигателей с электронным управлением. Для применения на эксплуатирующихся судах компания MAN Diesel будет предлагать VTA-систему, включающую VTA-сопловой аппарат, актуатор и систему управления.

**Первые применения.** Компания MAN Diesel недавно завершила стендовые испытания шестицилиндрового двигателя 6S46MC-C (диаметр цилиндра 46 см) построенного Хорватским лицензиатом Brodosplit. Двигатель имеет традиционное (механическое) управление системой топливоподачи и выпускным клапаном. Он будет использоваться в составе двухвальной пропульсивной установки (на судне есть двигатель-близнец) для танкера водоизмещением 70 000 т. Судно предназначено для эксплуатации в компании «Stena Concordia Maritime shipping line».

Внедрение VTA-технологии на осевом турбокомпрессоре TCA55 позволило увеличить давление на выходе компрессора на частичных нагрузках на величину до 0,5 бар. Стендовые испытания проводились одновременно с измерением выбросов вредных веществ. Все полученные результаты показали улучшение на частичных нагрузках расхода топлива и значительное снижение выбросов сажи и несгоревших углеводородов. Дополнительно наблюдались потенциальные возможности по улучшению динамических характеристик двигателя на переходных режимах. В качестве дополнительного преимущества VTA-технологии можно рассматривать тот факт, что повышение давления наддувочного воздуха на частичных нагрузках позволяет отключать вспомогательные электровоздуходувки на более низких нагрузках.

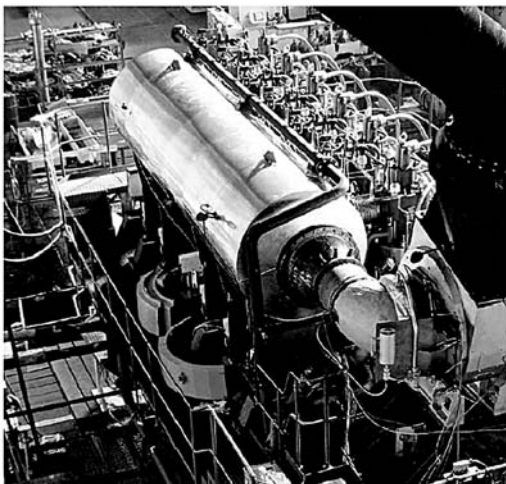
Двигатель после окончания стендовых испытаний будет испытан на ходовых испытаниях судна и за ним продолжатся наблюдения в первых



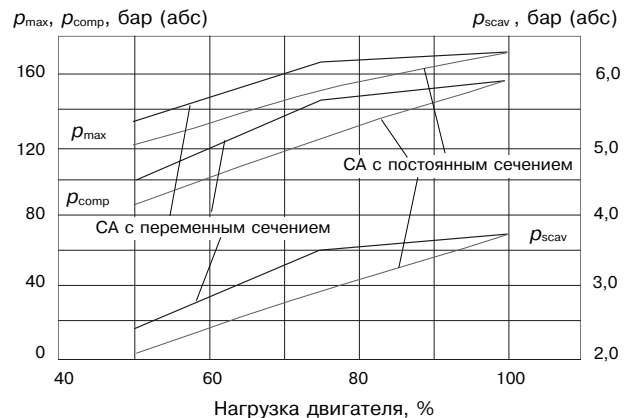
**VTA-турбокомпрессор с управляемыми микро-процессором электродвигателями для привода регулируемых сопловых лопаток**

коммерческих рейсах. Для сравнения эксплуатационных показателей двигатель с VTA-турбокомпрессором будет работать одновременно со вторым двигателем 6S46MC-C, на котором установлен обычный турбокомпрессор. Специально разработанная программа будет имитировать аварийную работу дизеля оборудованного VTA-турбокомпрессором при перегрузках в условиях, когда второй двигатель будет отключен.

Кроме того, что VTA-система оказывает положительный эффект на характеристики двигателя, выбросы вредных веществ и расход топлива, она также значительно облегчает процесс согласования характеристик турбокомпрессора и двигателя. В отличие от турбокомпрессоров со стандартной фиксированной геометрией, когда подходящий сопловой аппарат подбирается из альтернативных вариантов, в случае применения VTA-технологии достаточно иметь только один сопловой аппарат для каждого типоразмера турбокомпрессора, который обеспечивает все требуемые варианты согласования характеристик. Сопловой аппарат турбокомпрессора с VTA-системой имеет диапазон регулировки углов установки лопаток, который несколько превышает



**Двухтактный двигатель 6S46MC-C, оборудованный турбокомпрессором TCA55 с VTA-системой на стенде MAN Diesel**



**Сравнение характеристик двухтактного малооборотного дизеля при работе с традиционным и регулируемым ТКР с VTA-технологией**

диапазон установки углов соплового аппарата для турбокомпрессора с фиксированными лопатками. Например, на двигателе 6S46MC-C с турбокомпрессором TCA55 система VTA обеспечивает диапазон регулировки угла установки лопаток на 15 % ниже наименьшего угла и на 20 % больше наибольшего угла не регулируемого соплового аппарата. Диапазон регулировки для установки лопаток подгоняется под требуемые характеристики наддува двигателя посредством программного обеспечения электронной системы управления. Таким образом, процесс оптимизации предполагает определение пределов, в которых

регулировка лопаток возможна, что осуществляется посредством задания минимального и максимального шага лопаток для всего диапазона работы двигателя. Внутри этих пределов положение лопаток может варьироваться безгранично.

В настоящее время стендовые испытания двигателя закончены и идет подготовка к испытаниям двигателя на судне. Коммерческая поставка турбокомпрессоров MAN Diesel типа TCA и TCR с технологией VTA начнется в конце 2008 г. Компания MAN Diesel подтверждает, что системы будут предлагаться для всех типов турбокомпрессоров TCA и TCR.



### БМЗ И MAN DIESEL ПОДПИСАЛИ НОВОЕ ЛИЦЕНЗИОННОЕ СОГЛАШЕНИЕ НА ДЕСЯТЬ ЛЕТ

В Копенгагене 10 сентября 2008 г. между ЗАО УК БМЗ и компанией MAN Diesel подписано на десятилетний период новое лицензионное соглашение на выпуск малооборотных двухтактных судовых двигателей большой размерности. Этот документ является продлением лицензионных соглашений между БМЗ и MAN Diesel, действующих с 1959 г.

В церемонии участвовали генеральный директор ЗАО УК БМЗ Анатолий Задорожный, директор производства дизелестроения Леонид Кайков, заместитель главного конструктора по дизелестроению Евгений Дмитриевский, представитель ЗАО «Трансмашхолдинг» Валерий Лукашов. Компанию MAN Diesel представляли президент Петер Сунд Педерсен, исполнительный вице-президент Томас С. Кнудсен, старший вице-президент Клаус Энгберг, старший вице-президент по НИОКР Серен Х. Йенсен, руководитель отдела лицензий Бо Хаармак.

Сегодня MAN Diesel — крупнейший в мире производитель малооборотных дизелей, имеющий 28 лицензиатов в 11 странах. На долю двигателей такого класса конструкции MAN приходится в настоящее время почти 84 % производимых в мире двигателей.

Судовые двигатели по лицензии компании MAN Diesel (ранее «Бурмайстер и Вайн») на Брянском машиностроительном заводе начали выпускать в 1961 г. Все это время, как отмечают представители компании MAN Diesel, сотрудничество между специалистами носило характер

профессионального диалога и проходило в доброжелательной атмосфере взаимопонимания.

За годы сотрудничества с MAN Diesel БМЗ изготовил более тысячи двигателей нескольких поколений общей мощностью более 6,8 млн кВт. Эти двигатели поставлялись как на отечественные судоверфи, так и за рубеж. Судами с двигателями БМЗ оснащен отечественный транспортный флот, а также суда, работающие под флагами более чем 30 зарубежных стран.

БМЗ постоянно обновляет производство, осваивая выпуск самых современных модификаций двигателей, разрабатываемых MAN Diesel.

Сегодня БМЗ выпускает наиболее популярные среди судовладельцев малооборотные двигатели семейства MC, лидирующие на мировом рынке с начала 80-х гг. и новые компактные дизели типа MC-C.

Российское предприятие было одним из первых лицензиатов MAN B&W, освоивших производство двигателей семейства S50MC-C.

Новое соглашение позволяет БМЗ в течение следующих десяти лет производить мощные судовые двухтактные дизели для продажи на лицензионной территории (Россия), внешней территории (Армения, Азербайджан, Белоруссия, Грузия, Казахстан, Киргизия, Молдавия, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан, Украина, Куба), а также на экстерриториальном пространстве на основании соответствующего разрешения MAN Diesel.