

ФИРМА «ABB TURBOCHARGING» НА КОНГРЕССЕ CIMAC2019

Г.Е. Циплёнкин, к.т.н., В.И. Иовлев, к.т.н.,
ООО «Турбоком»

Представлена краткая информация фирмы ABB Turbo Systems на конгрессе CIMAC2019 по двухступенчатой системе наддува, турбокомпрессору со степенью повышения давления до 6,5 и компактным турбокомпрессорам для двухтактных судовых двигателей малого и среднего диаметра цилиндра

Фирма ABB Turbocharging на конгрессе CIMAC2019 сделала три доклада по системам газотурбинного наддува:

- система двухступенчатого наддува ABB Power2 для железнодорожного транспорта;
- новый турбокомпрессор A200-H со степенью повышения давления до 6,5;
- компактные турбокомпрессоры A255-L и A260-L для двухтактных судовых двигателей малого и среднего диаметра цилиндра, а также представила семь сообщений, охватывающих различные темы морской, энергетической и железнодорожной тематики.

Система двухступенчатого наддува ABB Power2 для железнодорожного транспорта

Рост форсировки современных двигателей и требования к изготовителям двигателей обеспечить улучшение топливной экономичности и снижение вредных выбросов сформулировали перед фирмой ABB Turbocharging задачу активно развивать ра-

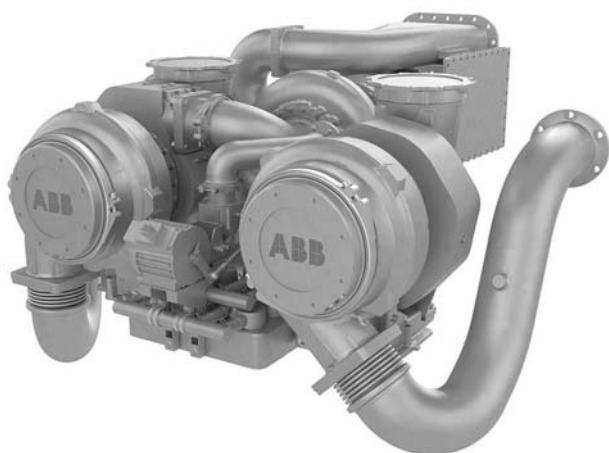


Рис. 1. Система двухступенчатого наддува с тремя турбокомпрессорами

боты по системам двухступенчатого наддува (ДСН). Разработанная в 2010 году, ДСН была успешно реализована и широко применялась на стационарных и судовых двигателях в условиях, где нет жестких ограничений по габаритам. В настоящее время фирма расширяет сферу применения этой системы и предлагает ее использовать на железнодорожном транспорте для увеличения мощности двигателя, улучшения рабочих характеристик тепловоза и снижения эксплуатационных расходов. На основе имеющихся разработок была создана ДСН ABB Power2, включающий три турбокомпрессора (ТК): два ТК низкого давления и один высокого давления (рис. 1).

Габаритные размеры ДСН Power2 были минимизированы для оптимальной компоновки в тепловозе при сохранении пропускной способности агрегата наддува, что позволило уменьшить их на 25 % по сравнению с системой, состоящей из четырех ТК.

ДСН ABB Power2 прошла испытания в жестких условиях, характерных для работы железнодорожного транспорта с обеспечением эксплуатационной надежности и требуемого срока службы. Сроки обслуживания ТК были согласованы с интервалами между переборками двигателя, что позволило снизить расходы в эксплуатации. ДСН обеспечивает требуемые эксплуатационные характеристики в широком диапазоне изменения параметров окружающей среды, поддерживает работу двигателей с мощностью 80 % на высотах до 4000 м над уровнем моря и при колебании температуры от -40 до $+40$ °С. ДСН ABB Power2 обеспечивает уровень выбросов по Tier III со снижением расхода топлива на 6 % по сравнению с системой одноступенчатого наддува и в перспективе позволяет снизить уровень выбросов до Tier IV при уменьшенном размере реактора селективного каталитического восстановления (SCR), при достигнутом уровне расхода топлива. Учитывая возможности расширения сферы применения, фирма ABB разработала несколько вариантов ДСН для использования на тепловозах с мощностью двигателя от 1 до 3 МВт на один агрегат наддува. Одновременно с проектированием новых ДСН фирма ABB оценивает прогнозируемые ремонтные услуги, чтобы обе-



Рис. 2. Новый турбокомпрессор A200-Н

спечить надежность ДСН и поддержание рабочих параметров силовой установки.

В дальнейшем планируется дополнить семейство ДСН турбокомпрессорами типа TPR с осевой турбиной для среднеоборотных двигателей тепловоза.

Первая ДСН ABB Power2 была разработана в тесной кооперации с фирмой Dalian CRRC Diesel engine Co., Ltd для высокооборотного тепловозного двигателя D180-16V.

Новый турбокомпрессор A200-Н со степенью повышения давления до 6,5

Турбокомпрессор A100-Н успешно применяется для наддува газовых двигателей, работающих со средним эффективным давлением p_{me} до 22 бар. Новый ТК A200-Н, предназначенный для наддува двигателей с $p_{me} = 22-24$ бар, создан в результате модернизации ТК A100-Н и позволяет перекрыть требуемый диапазон по производительности и степени повышения давления π_k между ТК A100-Н и системой двухступенчатого наддува ABB Power2 (рис. 2).

ТК A200-Н обеспечивает степень повышения давления до 6,5 при ожидаемом КПД более 69 %, что превышает на 3 % КПД ТК A100-Н. Фирма гарантирует повышение мощности двигателя и КПД при использовании одноступенчатой системы наддува с одновременным сокращением эксплуатационных расходов, что обеспечивает работу двигателя без ограничения в широком диапазоне изменения условий окружающей среды.

Наряду с высоким π_k турбокомпрессор ABB A200-Н имеет повышенный запас по расходу воздуха от границы помпажа (увеличен на 70 %), что было подтверждено на испытательном стенде в пределах рабочей характеристики. Большой запас по производительности гарантирует отсутствие

помпажа и обеспечивает устойчивую работу двигателя.

Для изготовления колеса компрессора был использован алюминиевый сплав, и его конструкция обеспечивает минимальный ресурс 40 000 часов. Для достижения этого ресурса фирма использует свой обширный опыт в технологии изготовления и настройку рабочих параметров эксплуатации с использованием цифровых технологий.

Для турбокомпрессора ABB A200-Н разработана новая ступень турбины, что обеспечивает степень повышения давления в компрессоре 6,5. Все компоненты турбины, включая газоприемный корпус, сопловой аппарат, ротор турбины и выходной диффузор, обеспечивают высокие КПД при заявленных изготовителем сроках службы.

Для газовых двигателей различного применения, работающих в разных внешних условиях, имеется возможность отходить от традиционных режимов эксплуатации к технологически более обоснованным. С этой целью в некоторых модификациях ТК A200-Н будет использоваться расширенный набор контрольно-измерительных датчиков, позволяющих иметь доступ к информации о рабочих параметрах двигателя. Это позволит прогнозировать сроки службы и выдавать рекомендации по техническому обслуживанию на основе реальных эксплуатационных данных. Анализ этих данных дает возможность выполнить аналитическую оценку по состоянию ротора и его компонентов в каждом инспекционном интервале (обычно при наработке 20 000 часов при работе на природном газе) для подтверждения того, что установка полностью работоспособна до следующей проверки. После наработки 40 000 часов и последующих проверок имеется возможность по результатам аналитической оценки продлить срок службы ротора вместо традиционной замены деталей.

Безопасность и надежность — характерные особенности нового турбокомпрессора A200-Н, и все его компоненты обеспечивают работу в различных условиях эксплуатации. При пиковых ситуациях, например, при быстрых запусках двигателя, требуется, чтобы разработанные аналитические и инструментальные средства обеспечивали оптимизацию тепловых и механических напряжений во всех компонентах, включая корпус.

ТК A200-Н будет выпускаться в трех типоразмерах: A230-Н, A235-Н и A240-Н. Для каждого типоразмера предусмотрено исполнение двух вариантов ротора с соответствующими компонентами, позволяющими получить требуемую производительность. Оба ротора используют стандартное расположение корпуса подшипника.

Имеется два варианта подшипника: скольжения и качения. Подшипники качения позволяют увеличить механический КПД, особенно на долевых нагрузках, примерно на 15 %. Это дает возможность обеспечить более быстрый разгон ТК и запуск двигателя. Оба типа подшипника работают на стандартном моторном масле, однако его расход существенно сокращается при использовании подшипников качения. Переход на подшипники качения может быть выполнен при модульном обмене без других конструктивных изменений. Установка и крепление нового ТК А200-Н на двигателе такие же, как и для ряда ТК А100-Н, но в дальнейшем рассматривается возможность установки с гидравлическим закреплением или системой зажимной гайки.

Компактные турбокомпрессоры А255-Л и А260-Л для двухтактных судовых двигателей малого и среднего диаметра цилиндра

Для удовлетворения растущего спроса на компактные и эффективные ТК для малооборотных судовых двигателей фирма АВВ Turbocharging выпустила новые ТК А255-Л и А260-Л (рис. 3), оптимизированные для двухтактных дизельных и газовых двигателей малого и среднего (до 600 мм) диаметра цилиндра.

По сравнению с серийными ТК А100-Л и А200-Л новые модели ТК имеют меньшие размеры и лучшие в своем классе характеристики, сохраняя при этом основные конструктивные особенности и новейшие технологии изготовления ротора. Компактная конструкция ТК обеспечивает удобство установки в современных отделениях, оптимизированных по размеру машинных. Обеспечивая высокую форсировку по среднему эффективному давлению, новые ТК А255-Л и А260-Л позволяют выпускать судовые двигатели с большей удель-



Рис. 3. Новый компактный турбокомпрессор для малооборотного судового двигателя

ной мощностью при меньшем размере двигателя. Новые ТК обеспечивают более высокую эффективность, снижение расхода топлива и выбросов вредных веществ. Для них требуются более низкие затраты на техническое обслуживание, что позволяет снизить эксплуатационные расходы. Новые ТК предназначены для работы двигателей на всех типах топлива, в том числе на двигателях, соответствующих уровню ИМО Tier II или Tier III. Для оптимальной настройки на конкретный тип двигателя имеются различные варианты проточных частей, и обеспечивается принятая концепция обслуживания.

Литература

1. CIMAC Congress 2019 ABB <https://new.abb.com>offerings>Turbocharging>.