

ЧЕТЫРЕ ПОКОЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПОРАЗМЕРНОГО РЯДА Д49

*В.А. Рыжов, д.т.н., заслуженный конструктор РФ,
зав. кафедрой ДВС Коломенского института
(филиала) Московского политехнического университета*

Показаны основные этапы развития типоразмерного ряда дизелей Д49 и силовых установок на их базе. Приведены принципиальные отличия конструктивного исполнения и измерения рабочих параметров дизелей Д49 четырех поколений с указанием авторов их модернизации.

Рождение типоразмерного многоцелевого ряда Д49 (ЧН26/26) следует отнести к первой половине 1960-х годов, когда заводу была поставлена задача создания многоцелевого ряда с диапазоном мощностей до 12 000 л. с. Работы вели в жесткой конкурентной борьбе. В конструкторском бюро Коломенского завода конкурировали две группы талантливых конструкторов. Группа ведущего конструктора Б.Д. Назаренко предложила создавать ряд на основе двухтактного дизеля с противоположно движущимися поршнями и тремя коленчатыми валами, расположенными в вершинах равностороннего треугольника, размерностью ДН23х2/30.

В итоге был разработан и изготовлен экспериментальный отсек двигателя. Вторая группа ведущего конструктора А.И. Медена предложила конструкцию четырехтактного двигателя на базе семилучевой звезды в одном ряду размерностью ЧН26/26. В развернутом виде мощность многорядной звезды теоретически обеспечивала требуемый диапазон мощностей до 12 000 л. с. В связи с тем что первоочередной задачей того времени было развитие и совершенствование тепловозных дизелей, окончательно было принято решение о создании V-образного четырехтактного дизеля размерностью 26/26 на базе проекта звездообразной машины с сохранением угла развала блока цилиндров 42°, получившего название Д49. Несмотря на то что к началу создания этой размерности завод выпускал отличные двухтактные двигатели размерности ДН23/30, такие как 14Д40 (12ДН23/30) и 11Д45 (16ДН23/30), предпочтение отдали четырехтактному перспективному ряду Д49 (ЧН26/26). Такое решение основано на технической целесообразности, состоящей в том, что четырехтактный цикл имел преимущество по термодинамической эффективности и большими возможностями по форсированию рабочего процесса. Эти преимущества должны были обеспечить

достижение перспективных стратегических целей по диапазонам мощностей и многоцелевому применению. Первый опытный образец дизеля 8ЧН26/26 тепловозного назначения был построен в 1965 г. Дальнейшее развитие нового ряда показало, что главный конструктор завода С.А. Абрамов и его заместитель по перспективному проектированию П.М. Мерлис сделали правильный выбор.

Параллельно с коломенским КБ в харьковском КБ завода имени В.А. Малышева создавали двигатель Д70 (ЧН25/27). Это был прямой конкурент Д49. По-видимому, 1965 год следует считать датой рождения дизелей типа Д49. Давность этого события вводит в заблуждение многих современных менеджеров, не являющихся специалистами в области двигателей, заявляющих, что дизель Д49 устарел. Например, модель 710 фирмы GM (Дженерал моторс, США) была создана в 1958 году, при этом она не раз подвергалась модернизации и в настоящее время успешно продается. Заблуждение заключается в том, что уже много лет живет название ряда, в то время как базовая модель получала очередное рождение в виде новой модификации с улучшенными техническими характеристиками. По результатам и глубине модернизации дизелей Д49 можно выделить четыре поколения.

Первое поколение Д49 (1965–1982 годы).

Первые работы по созданию ряда Д49 начали под руководством главного конструктора, лауреата государственной премии С.А. Абрамова (к сожалению ныне почти забытого), который к 1970 году был переведен в Москву сначала в Минтяжмаш, а затем в Государственный комитет по науке и технике и, работая там, много помогал заводу. По своей архитектуре компоновка Д49 была новым шагом в отечественном дизелестроении. Это была модульная конструкция нового поколения, полностью созданная талантливыми специалистами сложившейся к тому времени коломенской конструкторской школы. Двигатель сформирован из сборочных модулей, которые можно было изготавливать на специализированных участках, что выводило производство на новый уровень. Особенности конструкции Д49 состояли в применении сварно-литого блока цилиндров, одного распределительного вала, расположенного сверху на блоке цилиндров

между рядами, с уникальной конструкцией привода клапанов газораспределения, топливной аппаратуры распределенного типа с ТНВД на каждый цилиндр, неохлаждаемых выпускных коллекторов, цельнометаллических поршней, подвесных втулок цилиндров и литых коленчатых валов. В общей компоновке двигателя была масса оригинальных решений. Первое поколение Д49 было рассчитано на цилиндровую мощность 175 л. с. и максимальное давление сгорания 110 кг/см^2 при максимальном давлении впрыска топлива 900 кг/см^2 , что обеспечивало мощность дизеля в 16-цилиндровом исполнении 3000 л. с. Степень форсирования по среднему эффективному давлению составляла $P_{me} = 12 \text{ кг/см}^2$. По сегодняшним меркам этот показатель не высокий, а для того времени — шаг вперед.

Становление серийного производства дизелей Д49 в указанный период проходило весьма болезненно для завода. Во-первых, конструкция двигателя содержала много новых конструкторских решений, окончательно не доведенных. Во-вторых, заводу необходимо было перестраивать производственную базу. Именно поэтому в указанный период выпуск новых дизелей наращивали преимущественно по горизонтали, то есть за счет создания множества модификаций разных назначений приблизительно с одинаковым уровнем форсирования по рабочему процессу, т. е. с одинаковой цилиндровой мощностью, параллельно устраняя «детские болезни» конструкции. Для повышения надежности дизелей на этом этапе заводскими инженерами выполнено огромное количество научно-исследовательских работ, на базе которых было защищено более двадцати кандидатских и несколько докторских диссертаций, получено большое количество патентов, в результате чего надежность двигателя была существенно повышена. Венцом этих работ явилось создание дизель-генераторов 2А-9ДГ (16ЧН26/26) мощностью 4000 л. с. (2940 кВт) для тепловоза ТЭП70 и 20ДГ (20ЧН26/26) мощностью 6000 л. с. (4412 кВт) для тепловоза ТЭП75. Уровень форсирования по среднему эффективному давлению этих дизелей составил $16,3 \text{ кг/см}^2$, что было значительным достижением в развитии дизелестроения на заводе и в СССР.

Доводка дизелей Д49 с 1970 г. проводилась под руководством главного конструктора Е.А. Никитина. Огромный вклад в становление этих дизелей вложили выдающиеся конструкторы В.М. Ширяев (зам. гл. конструктора по дизелям Д49), М.А. Салтыков и М.Н. Гинзбург (вопросы прочности), Д.А. Дехович (развитие систем турбонаддува), И.Я. Татарников (приводы насосов, распредвала и электрических машин), А.И. Меден (аналитические расчеты и вопросы общей ком-

поновки), Г.В. Никонов (топливная аппаратура), Э.А. Улановский и Э.П. Вольский (экспериментальные исследования), Л.Д. Котельников (группа движения), П.М. Чумиков (крышка цилиндров и механизмы газораспределения) и другие. Указанный период характерен еще и тем, что на заводе начали активно использовать ЭВМ (Минск 32 и затем ЕС1020), что существенно увеличило глубину, уровень и точность инженерных расчетов, а также расширило возможности аналитических исследований. В становление вычислительного центра внесли значительный вклад Б.И. Иванченко и К.Б. Циреторов. Тогда же была создана группа инженерных расчетов и программирования. Ряд технических решений указанного периода настолько опередил свое время, что внедрение их стало возможным только в двухтысячные годы, т. е. в дизелях четвертого поколения. Речь, прежде всего, идет об электронных системах топливоподачи. Так, в 1979 году на заводе впервые в мире был испытан опытный дизель-генератор на базе 22ДГ (8ЧН26/26) морского назначения с аккумуляторной системой топливоподачи и электронной системой управления.

Система была создана по инициативе Ф.И. Пинского в содружестве с учеными Коломенского филиала Всесоюзного заочного политехнического института, которые внесли большой вклад в ее создание. Работа выполнялась с участием Ф.И. Пинского, В.Е. Кузина, А.М. Родова, а также молодых аспирантов КФВЗПИ и МВТУ, сотрудников научно-исследовательской лаборатории коломенского института А.М. Зубкова, Н.Х. Мьяльзина, В.А. Рыжова. Принципиально новый тип системы питания позволил получить выдающиеся по тому времени результаты. Так, экономия топлива на холостом ходу составила 76 %, а на частичных режимах — до 14 %. Разработанный впервые в мире электронный регулятор частоты вращения с переменной структурой (А.М. Зубков) в совокупности с разработанной заводским КБ системой приемистости (Л.Д. Юз) обеспечили надежную работу двигателя при набросах нагрузки до 100 %. К сожалению, из-за отсутствия серийного производства ряда комплектующих, система не была внедрена и в дальнейшем эти разработки были использованы западными фирмами, а разработанные принципы регулирования были использованы в Д49 четвертого поколения.

Второе поколение Д49 (1982–1995 годы).

К 1982 году, несмотря на создание множества вариантов исполнения и существенное повышение надежности, двигатель Д49 еще не завоевал тотального превосходства в СССР. Министерство путей сообщения (МПС) постоянно проводило его сравнительные испытания с харьковским

дизелем 10Д100, который преимущественно использовали на магистральных локомотивах 2ТЭ10. Многие специалисты отдавали предпочтение этому хорошо освоенному в эксплуатации дизелю, который к тому времени морально устарел. При этом после длительной эксплуатации модификации 1А-9ДГ (16ЧН26/26) на тепловозах 2ТЭ116 стали очевидными слабые места конструкции, требующие срочной модернизации. Это, прежде всего, чугунный литой коленчатый вал и зубчатый стык сочленения его подвески с блоком цилиндров. Качественный скачок в развитии Д49 был сделан в 1982 году с внедрением плоского стыка подвески коленчатого вала и переходом на стальной азотированный коленчатый вал, разгруженный от сил инерции поступательно движущихся узлов поршневой группы, путем установки противовесов на каждой щеке. Эти изменения стали результатом напряженных исследований коллективов М.А. Салтыкова, В.М. Ширяева, Л.Д. Котельникова под руководством главного конструктора Е.А. Никитина, а также группы технологов под руководством главного технолога Б.А. Стрюкова. На этом основании были созданы тяговые дизель-генераторы второго поколения 1А-9ДГ исп. 2 для тепловозов 2ТЭ116М и 1А-9ДГ исп. 3 для замены устаревших дизелей 10Д100 Харьковского завода им. В.А. Малышева на тепловозах 2ТЭ10. Эти модификации дизель-генераторов обеспечили коренной перелом в технической политике МПС и дизели Д49 стали основными на железных дорогах СССР. Однако увеличения ресурсных показателей со временем стало не достаточно, возникла необходимость улучшения экономических показателей, которые были существенно улучшены путем модернизации систем питания и турбонаддува. Работами по модернизации агрегатов наддува руководил начальник отдела турбонаддува Д.А. Дехович, а топливной аппаратуры — начальник отдела топливной аппаратуры В.А. Рыжов и ведущий инженер П.В. Кулаев. В результате выполненных научно-исследовательских работ удалось повысить КПД турбокомпрессора БТК до 65 %. Топливная аппаратура фактически спроектирована заново, новый вариант узлов магистрали высокого давления обеспечил повышение давления впрыскивания с 900 до 1320 кг/см². Для обеспечения надежности топливной аппаратуры при высоких давлениях потребовались новые технологии изготовления прецизионных деталей и топливопроводов высокого давления. Например, впервые в мире было внедрено экструзионное хонингование внутренней полости распылителей, а Первоуральский новотрубный завод освоил технологию получения топливопроводов методом бухтового волочения на самоустанавливающейся

оправке, что практически исключило трещины топливопроводов и распылителей. Помощь в организации изготовления экспериментальных узлов топливной аппаратуры оказал начальник цеха топливной аппаратуры Л.Я. Шерман. Несмотря на большой объем плановых заданий в цехе был составлен график разработки технологий и изготовления опытных узлов, которые впоследствии были внедрены. Большой объем экспериментальных исследований топливной аппаратуры нового поколения был выполнен ведущими инженерами В.Н. Луцком и В.Г. Трусковым. Увеличение давления впрыска вызвало необходимость увеличения жесткости распределительного вала. Для этого увеличили его диаметр на 10 мм и перепрофилировали топливные кулаки и кулаки газораспределения. Этот период характерен интенсивным внедрением персональных компьютеров и активных аналитических исследований, связанных в первую очередь с прочностными, гидродинамическими, газодинамическими и динамическими исследованиями процессов в системах двигателя. Большой вклад в совершенствование расчетных методик внесли заводские ученые М.А. Салтыков (в области прочности), Д.А. Дехович (в области турбонаддува), А.С. Умаров (в области динамических процессов), В.А. Рыжов (в области гидродинамических процессов), А.И. Меден (в области гидродинамики подшипников коленчатого вала), Л.Д. Котельников (в области прочности и динамики узлов цилиндропоршневой группы). Огромную помощь оказали выдающиеся ученые высшей школы СССР, такие как Ю.Я. Фомин (Одесский институт инженеров морского флота), С.А. Орлин и группа ученых МВТУ им. Н.Э. Баумана, а также научно-исследовательские институты ЦНИДИ (Центральный научно-исследовательский дизельный институт, Ленинград) и ЦНИТА (Центральный научно-исследовательский институт топливной аппаратуры, Ленинград). В настоящее время эти НИИ не существуют.

Все перечисленные изменения конструкции были внедрены на базовых моделях ряда Д49, таких как 1А-9ДГ исп. 2-01 и 1А-9ДГ исп. 3-01, в результате дизели Д49 получили второе рождение. Их конструкция радикально отличалась по внутреннему содержанию, хотя архитектура двигателей осталась неизменной.

В 1989 году заводом выполнена уникальная разработка по поручению ЦК КПСС СССР. Тогда был впервые в мире создан магистральный газотепловоз 2ТЭ116Г с газодизелями 1ГДГ, работающими по газодизельному циклу на метане. Собственно локомотив с криогенными емкостями сжиженного метана изготовил Луганский тепловозостроительный завод, а газодизели спроекти-

рованы и изготовлены на Коломенском заводе. Уникальность разработки газодизеля 1ГДГ (16ГЧН26/26) заключалась в том, что система подачи газа распределенного типа с электронным микропроцессорным управлением для двигателя магистрального локомотива была разработана и применена впервые в мире. Автором и руководителем разработки системы питания был начальник отдела топливной аппаратуры В.А. Рыжов. Электронная система управления спроектирована и изготовлена под руководством начальника СКБР Б.П. Колосова с участием ученых коломенского института КФВЗПИ М.Г. Крупского, В.Е. Кузина, Ю.Ф. Куянова. Система защищена патентами РФ. За разработку типоразмерного ряда Д49 второго поколения главный конструктор Е.А. Никитин и заместитель главного конструктора В.М. Ширяев были удостоены премии Правительства РФ в области науки и техники.

Третье поколение Д49 (1995–2000 годы). В результате распада СССР этот период характеризуется резким снижением объемов производства, нестабильностью рынка и существенной потерей конструкторского и научного потенциалов заводского КБ. Однако в ограниченных возможностях самые квалифицированные специалисты все-таки работали, создавая минимально необходимый задел опытно-конструкторских разработок. Итогом этих разработок стали две новые модификации дизеля 12Д49М (12ЧН26/26) мощностью 2200 и 2647 кВт для поставки германским железным дорогам. Двигатели созданы под руководством главного конструктора Е.А. Никитина. Эти модификации по праву следует считать третьим поколением ряда Д49. Принципиальными отличиями конструкции этих модификаций являются система турбонаддува с перепуском сжатого воздуха с нагнетания в турбину и перепуском газов за турбину. Топливная аппаратура обеспечивала трехстадийный (трехфазный) впрыск топлива, благодаря которому была улучшена приемистость двигателя, а выбросы вредных веществ с ОГ снижены до уровня требований стран ЕС. Уровень форсирования по рабочему процессу составил $P_{me} = 19,6 \text{ кг/см}^2$. Полученные качественно новые характеристики двигателя позволили выиграть тендер на поставку дизелей в Германию у таких известных фирм, как MАС и Caterpillar. Поставка 64, а затем еще 20 машин этого типа в Германию фактически спасла завод от банкротства. Основными разработчиками предложенных технических решений были ведущие ученые-конструкторы Е.А. Никитин, Д.А. Дехович, В.А. Рыжов, Э.А. Улановский, Л.Д. Юз, П.В. Кулаев. Многие технические решения защищены патентами.

В середине 90-х годов по инициативе начальника отдела испытаний Э.А. Улановского и

ведущего инженера В.Б. Давыдова были спроектированы и построены уникальные газодизель-генераторы 6ГМГ(8ГЧН26/26) для малой энергетики Сибири. Уникальность разработки состояла в том, что метан подавался на всасывание в компрессор турбины, а управление двигателем осуществляла электронная микропроцессорная система.

Четвертое поколение Д49 (2001–2017 годы). С 2001 года заводское КБ по дизелестроению возглавил В.А. Рыжов. Начало нового века характеризуется ростом спроса на среднеоборотные дизели для локомотивов и в особенности для кораблей ВМФ. Правительством РФ была поставлена задача строительства новых кораблей для ВМФ, в результате чего резко увеличился спрос на главные энергетические дизельные установки. Переход проектантов кораблей на модульное проектирование потребовал поставки кораблестроителям главных силовых установок в полном комплекте, включая редукторы, демпфирующие муфты, комплексные системы управления и системы диагностики.

Возросли и требования к мощности главной дизельной судовой установки от 24 000 л. с. и выше. Подобной продукции Коломенский завод ранее не выпускал. Для решения новых масштабных задач требовалась качественно новая организация труда, поскольку за период государственной перестройки заводское КБ по численности конструкторов уменьшилось почти в три раза. Если в 70-х годах численность КБ составляла около 600, то к 2000 году она снизилась до 200 человек вместе с экспериментальной службой. Для более оперативного управления была изменена структура КБ с перераспределением нагрузки по специализированным отделам. Завод перешел в собственность объединения «Северсталь». Новая команда менеджеров поддержала инициативу главного конструктора о создании корпоративной вычислительной сети для внедрения системы автоматического проектирования (САПР), позволяющей использовать CAD/CAM/CAE технологии. На базе этих технологий удалось внедрить системное проектирование с использованием накопленного опыта Коломенской школы конструирования. Производительность и качество конструкторских разработок возросли в несколько раз. КБ вышло на качественно новый уровень работы. Трехуровневая САПР состояла из конструкторских комплексов Unigraphix, Solid EDGE и Solid WORX, Kompas, комплексов прочностного, динамического и газодинамического анализов ANSIS, MSC SOFTWARE, MSC Adams. Вычислительные комплексы DIESEL-RK, «Впрыск» и «Гидродин» использовали для оптимизации рабочих процессов. В общей базе данных было сосре-

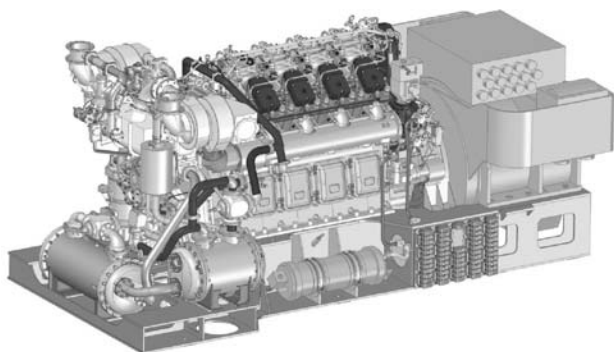


Рис. 1. Автоматизированная дизель-генераторная установка 28ДГ для НАПЛ на базе 8ЧН26/26

доточено до 136 вычислительных программ. С 2004 года были созданы заново бюро перспективных разработок и бюро технической информации. Использование корпоративной сети позволило систематизировать и создать электронную базу данных, в которую были включены сводные спецификации всех вариантов двигателей, чертежи, отчеты по научным исследованиям и вся конструкторская документация.

Первенцем дизелей Д49 четвертого поколения стал дизель-генератор 28ДГ (8ЧН26/26) (рис. 1) для дизельной подводной лодки четвертого поколения проекта 677 («Лада»). Это был первый Д49 для подводного флота РФ. Главной задачей создания этого ДГ было обеспечение работы дизеля в условиях высоких противодавлений на выпуске, что сопряжено с существенным увеличением теплонапряженности базовых узлов. Эта задача была успешно решена, причем впервые в истории российского дизелестроения ДГ был укомплектован электронной диагностической системой, разработанной Санкт-Петербургской фирмой «Дизель адмирал» совместно с КБ Коломенского завода.

Принципиально новым проектом пропульсивного комплекса на базе дизелей Д49 четвертого поколения было создание главной энергетической установки корабля класса «Корвет» (проект 20380), состоящей из четырех двигателей нового поколения 16Д49 (16ЧН26/26) мощностью 6000 л. с. каждый и двух реверс редукторов (рис. 2). Установка выполнена в виде двух дизель-дизельных агрегатов 1ДДА12000, представляющих собой два дизеля 16Д49, соединенных объединяющим реверс редуктором. Цилиндровая мощность этих дизелей составила 375 л. с. (в первом поколении было только 175 л. с.). Уровень форсирования по рабочему процессу составил $P_{me} = 23 \text{ кг/см}^2$, что потребовало радикального пересмотра конструкции базовых узлов двигателя. В частности, установлена упругодемпфирующая муфта, изменены конструкции коленчатого вала, блока цилиндров,

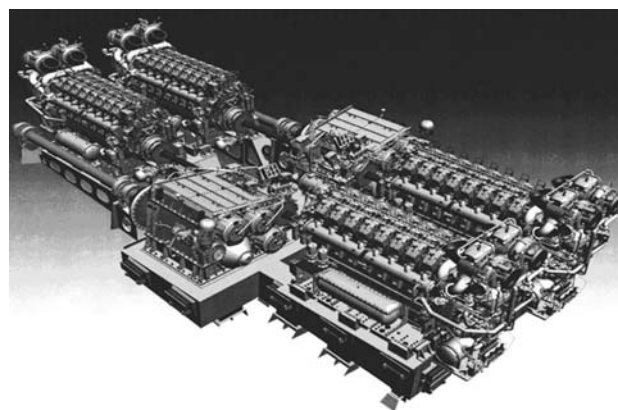


Рис. 2. Главная энергетическая установка 2x1ДДА12000 на базе четырех двигателей 16Д49 и двух реверс-редукторных передач

топливной аппаратуры. Впервые в истории российского дизелестроения разработана регистровая управляемая система турбонаддува с отключением одного турбокомпрессора на частичных режимах, перепуском наддувного воздуха с нагнетания на турбину и газов за турбину. Реверс-редукторы изготовлены заводом «Звезда», электронная система управления — ЦКБ «Аврора» (Санкт-Петербург). Впервые в истории завода по требованию заказчика (ВМФ) были организованы испытания силовой установки 1ДДА12000 в сборе, для чего потребовалось создать уникальный специализированный стенд, разработанный и построенный силами заводских специалистов. За разработку указанной главной силовой установки главный конструктор В.А. Рыжов удостоен премии Правительства РФ в области науки и техники.

Следующей уникальной разработкой является двигатель 10Д49 для главной силовой установки корабля класса «Фрегат» (Проект 22350). Установка представляет собой два дизель-газотурбинных агрегата ДГТА М55Р, каждый из которых состоит из газовой турбины и дизеля, соединенных между собой через суммирующий реверс-редуктор. Проект в целом выполнен ГПК НПК «Зоря» — «Машпроект» (г. Николаев). Судовой дизель 10Д49 (16ЧН26/26) мощностью 5800 л. с. разработан КБ Коломенского завода на базе опыта создания 16Д49 с использованием регистровой управляемой системы турбонаддува и упруго демпфирующей муфты. Так же, как и на 16Д49, в регистровой системе наддува использованы два параллельно расположенных турбокомпрессора. На базе 10Д49 создана главная энергетическая установка ДРРА 3700 (рис. 3)

Новым шагом в развитии дизелестроения на заводе стала разработка и внедрение серии дизель-генераторных установок для атомных станций, АПЛ и НАПЛ. Так, впервые в истории за-

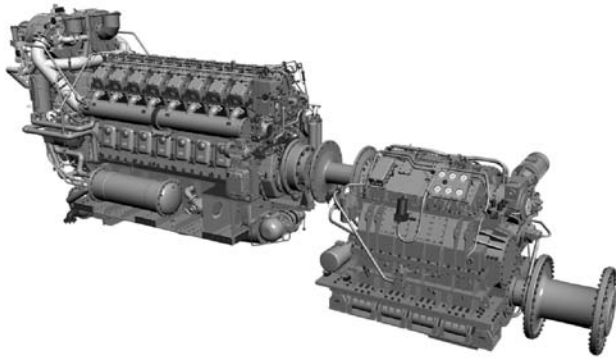


Рис. 3. Главная судовая энергетическая установка ДРРА3700 на базе 10Д49 и реверс-редуктора

вода был создан ДГУ 3100 на базе 16ЧН26/26, а затем ДГУ6200, состоящий из двух ДГУ 3100 для атомной станции «Бушер» (Иран). Характеристики и конструкция этих установок полностью соответствуют международным требованиям МАГАТЭ и российским нормативам для атомных станций. Установки представляют собой полностью укомплектованные периферийным оборудованием обеспечения автоматизированные мини-электростанции, предназначенные для работы во втором контуре безопасности атомных реакторов. На базе этих установок созданы дизель-генераторные установки ДГУ 3200 и ДГУ 4000 для Белоярской атомной электростанции России.

С учетом опыта создания ДГУ для наземных АЭС создана уникальная дизель-генераторная установка 2-28ДГ (см. рис. 4) для АПЛ «Борей» (проект 955А).

К дизелям Д49 четвертого поколения для локомотивов следует отнести дизель-генераторы 21-26ДГ-01 на базе 12ЧН26/26 мощностью 2500 кВт, 18-9ДГ-01 на базе 16ЧН26/26 мощностью 2650 кВт и 2А-9ДГ-02 на базе 16ЧН26/26 мощностью 3100 кВт соответственно для тепловозов 2ТЭ25А, 2ТЭ116К и ТЭП70БС-01. Эти разработки выполнены на базе дизелей третьего поколения с использованием вновь созданной топливной аппаратуры с электронным управлением.

Создание четвертого поколения двигателей Д49 выполнено под руководством главного конструктора В.А. Рыжова. Большой вклад на этом этапе развития дизелестроения на заводе внесли

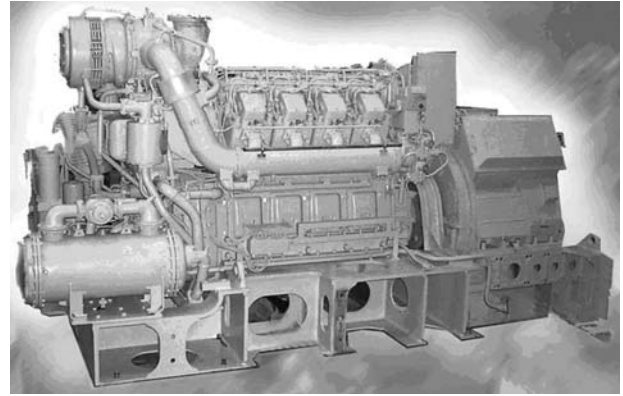


Рис. 4. Дизель-генераторная установка 2-28ДГ на базе 8ЧН26/26 для АПЛ четвертого поколения

такие специалисты КБ, как Л.Д. Котельников, М.И. Раенко, В.В. Печенин, М.А. Сальников, В.Б. Давыдов, С.Б. Миляев, В.В. Калинин, В.Ф. Кнельц, О.П. Пугачев, М.С. Тагиров, Е.Б. Зигельман, Е.Н. Зимин и другие.

Безусловно, внедрение новых разработок является заслугой не только конструкторского коллектива, но и технологических и производственных служб завода. Отмечая их безусловный вклад в создание двигателей четвертого поколения, все-таки следует отметить, что в основе качественного развития любой техники лежит идея конструкторской мысли, именно она является исходной отправной точкой качественного перехода к новой технике, давая пищу для размышлений и поле деятельности для остальных служб.

Таким образом, подводя итоги и отдавая дань заслугам основателей ряда Д49, следует обратить внимание на то, что именно создание четвертого поколения двигателей обеспечило возможность существенного расширения диапазона применения ряда Д49, в том числе как дизелей двойного назначения с использованием в таких стратегических отраслях, как малая энергетика, военно-морской флот включая НАПЛ и АПЛ, атомная промышленность и железнодорожный транспорт нового поколения.

В общем, за весь период выпуска дизелей ряда Д49 разных поколений выпущено более ста модификаций различного назначения, что само по себе беспрецедентно для созданного в России, а не скопированного зарубежного двигателя.