УДК 629.424.1
DOI:10,34029/2311-4061-2019-130-1-56-71
Канд. техн. наук Грищенко С.Г.

РАЗВИТИЕ ТЕПЛОВОЗОСТРОЕНИЯ В УКРАИНЕ

Ключевые слова: *тепловозы, локомотивные дизели, предприятия, разработка, изготовление.*

Применение для тяги поездов локомотивов с двигателями внутреннего сгорания, работающими на жидком нефтяном топливе и имеющими более высокий к.п.д. по сравнению с паровыми машинами паровозов, началось в ведущих промышленных странах мира почти одновременно. Первое рельсовое транспортное средство с двигателем внутреннего сгорания, которое обладало всеми признаками тепловоза, построил в 1887 году немецкий инженер Готтлиб Даймлер. Это был двухосный мотовоз с двухцилиндровым бензиновым двигателем конструкции самого Даймлера мощностью 4 л.с. (2,9 кВт), который работал по циклу Отто [1]. В России первый автономный локомотив, работающий с использованием нефтяных двигателей внутреннего сгорания, разрабатывался в 1894 году под руководством профессора В.Л. Кирпичёва, основателя и первого ректора Киевского политехнического института. Над созданием локомотивных дизелей и тепловозов с ними с 1905 года работал родившийся в Киеве профессор, а потом и директор Императорского Московского технического училища (ныне - МГТУ имени Н.Э. Баумана) В.И. Гриневецкий, который впервые в мире в 1907 году предложил методологию теплового расчёта двигателя внутреннего сгорания, до сих пор лежащую в основе проектирования и анализа рабочих процессов этих двигателей. Его ученик, черниговчанин А.Н. Шелест, в последующем многолетний руководитель кафедры тепловозостроения в МГТУ, в 1913 году получил патент на конструкцию тепловоза с механическим генератором газа и компрессорным тяговым приводом, а в 1915 году стал первым в России инженером, который защитил дипломный проект по тепловозам, выполненный под руководством В.И. Гриневецкого [2].

До середины прошлого столетия тепловозы на территории Украины не производились и их промышленное производство начало развиваться только в послевоенное время, с принятием в конце 1945 года правительственного решения об организации в Харькове на «Заводе № 75» (бывший паровозостроительный завод, потом Харьковский завод транспортного машиностроения – ХЗТМ, а затем – «Завод имени В.А. Малышева) серийного производства тепловозов и локомотивных дизелей к ним [3]. На то время, на железных дорогах СССР находилось 119 тепловозов, один из которых $Щ^{эл}1$ был построен в 1924 году на Балтийском заводе по проекту профессора Я.М. Гаккеля, три тепловоза типа $Э^{эл}$ и один $Э^{мх}$ были построены на заводах Германии в 1924-33 годах по советским проектам, выполненным под руководством профессора Ю.В. Ломоносова, 46 доработанных тепловозов серии $Э^{эл}$ были построены в СССР период 1932-41 годов на Коломенском машиностроительном заводе и 68 тепловозов серии $Д^{А}$ постройки американских заводов АЛКО (экипажная часть, дизели) и Дженерал Электрик Компани (электрическое оборудование), которые поступили из США по ленд-лизу в 1945 году. В 1946 году из США ещё были поставлены 30 тепловозов серии $Д^{Б}$ производства завода Балдвин [2].

Выбор предприятия для разворачивания крупносерийного производства тепловозов проводился в Наркомтяжмаше СССР, при этом рассматривались два завода – Коломенский и Харьковский. После всесторонней оценки возможностей каждого завода одновременно выпускать тепловоз и дизель в крупносерийном производстве (особенно большое значение имела возможность изготовления поковок для стальных коленчатых валов дизелей и чугунного литья крупногабаритных деталей) предпочтенье отдали заводу № 75. Были учтены возможности изготовления на предприятиях Харькова тяговых электромашин и электроаппаратов, а также наличие в Харьковском политехническом институте (ранее – ХММИ) кафедр «Двигатели внут-

реннего сгорания» и «Локомотивостроение» с высококвалифицированными учёными.

В качестве прототипа для первого послевоенного советского серийного тепловоза был принят американский тепловоз $Д^А$ (рис. 1), который был создан фирмой American Locomotive Company (АЛКО) на базе своего тепловоза RSD-1 специально для поставок в СССР, путём замены его двухосных тележек на трёхосные для колеи 1524 мм с целью уменьшения нагрузки на ось колёсной пары [2, 5]. В сентябре и декабре 1945 года два тепловоза серии $Д^А$ были доставленны на завод в Харькове для изучения и копирования [3].

Тепловоз ДА, с осевой формулой 30-30, был предназначен для грузопассажирской и маневровой работы. Он имел жёсткую и прочную раму, на которой были установлены дизель, силовое и вспомогательное оборудование, кабина управления и аккумуляторная батарея. Кузов тепловоза был выполнен в виде двух капотов, по обе стороны от кабины, с открывающимися дверцами. Главная рама локомотива была выполнена из двух продольных катаных балок специального профиля, соединённых между собой приваренными к ним поперечными перемычками. В середину рамы был вварен массивный постамент для дизеля и тягового генератора, по концам – буферные брусья. Рама тепловоза опиралась на каждую тележку с помощью центральной пяты и двух боковых скользунов [2].

Рис. 1 – Тепловоз $Д^А$20-09 в железнодорожном музее Санкт-Петербурга [4]

Рама каждой тележки состояла из двух массивных продольных брусковых балок толщиной 107,6 мм, двух поперечных литых балок и двух более лёгких концевых балок, соединённых между собою сваркой. С каждой стороны тележки размещалось рессорное подвешивание, состоящее из надбуксовых балансиров, винтовых пружин и листовых рессор, размещённых между колёсами в вырезах боковин. Буксовые и моторно-осевые подшипники были скольжения, которые смазывались жидкой смазкой. Колёса тепловоза были бандажные, без стопорных колец, диаметром 1016 мм. Механическая тяговая передача от электродвигателя к оси колёсной пары была односторонней, прямозубой с передаточным числом 4,69.

На тепловозе был установлен шестицилиндровый четырёхтактный дизель с вертикальным расположением цилиндров компании АЛКО мощностью 1000 л.с. при частоте вращения коленчатого вала 740 об/мин. Диаметр цилиндров дизеля равнялся 317,5 мм, ход поршней – 330,2 мм, система турбонаддува Бюхи обеспечивала повышение давления воздуха на входе в цилиндры до 1,3 кг/см2. Регулятор системы Вудварда частоты вращения вала дизеля обеспечивал постоянные частоты его вращения по восьми позициям контроллера управления от 270 до 740 об/мин. Масса дизеля составляла 15300 кг.

Тяговый генератор постоянного тока GT-353-C3 имел номинальную мощность 700 кВт, при максимальном напряжении 900 В. В качестве тяговых электродвигателей на тепловозе применялись шесть четырёхполюсных двигателей постоянного тока GE-731D мощностью 99 кВт, с рабочим напряжением 130-268 В и длительным током 740 А. Тяговые электродвигатели могли автоматически, в зависимости от скорости движения локомотива, соединяться последовательно или параллельно в две группы из трёх последовательно включённых двигателей, с ослаблением их возбуждения. Такое переключение соединений тяговых электродвигателей позволяло приблизить тяговую характеристику тепловоза к гиперболе и обеспечить реализацию его полной мощности при скорости движения 20-25 км/час, а на скорости 60 км/час реализовывать до 55 % максимальной мощности.

Тормозная система тепловоза была типа EL14 фирмы Вестингауз, с трёхцилиндровым двухступенчатым пневматическим компрессором 3CD производительностью 6,5 $м^3$/мин,

при давлении 9,8 кг/см^2, и приводом от вала дизеля. Охлаждающее устройство систем дизеля имело 21 водяную и 5 масляных радиаторных секций, которые обдувались воздухом от вентиляторного колеса с приводом от вала дизеля через ременную и зубчатую передачи. Кислотная аккумуляторная батарея состояла из 32 свинцовых элементов, обеспечивала напряжение 64 В и имела ёмкость 360 А.ч.

Масса тепловоза Д^А в служебном состоянии составляла 121 т, максимальная скорость – 96 км/час, запас топлива – 6000 л, воды – 900 л [2].

Для ускорения проектирования и постройки первого серийного тепловоза, подобного тепловозу ДА, на «Завод № 75» в Харьков была направлена группа специалистов с Коломенского машиностроительного завода в составе А.А. Кирнарского, М.Н. Щукина и других имевщих довоенный опыт проектирования тепловозов. На харьковском заводе для проектирования тепловоза создали две группы конструкторов под руководством А.А. Кирнарского (механическая часть) и Н.Д. Вернера (дизель), а общее руководство всеми работами по проектированию тепловоза осуществлял главный конструктор завода М.Н. Щукин. Впоследствии на базе этих проектных групп на ХЗТМ были созданы конструкторский отдел по локомотивостроению и дизель-конструкторский отдел по тяжёлым дизелям. Проектированием и изготовлением тяговых электродвигателей и электроаппаратов занимался московский завод «Динамо», а тягового генератора и двухмашинного агрегата – Харьковский электромашиностроительный завод [2, 3].

Новый советский тепловоз и его дизель, которые получили обозначения ТЭ1 и Д50, в соответствии с указанием наркома В.А. Малышева должны максимально соответствовать своим прототипам. Поэтому тепловоз Д^А и его дизель были полностью разобраны, проведено эскизирование и микрометраж их деталей, а также выполнены необходимые исследования. За 1946 год были разработаны рабочие чертежи на тепловоз ТЭ1 и дизель Д50, технические условия на их изготовление, а также другая необходимая техническая и технологическая документация для производства. Проведено дооснащение производства, созданы новые участки и цеха.

Первый тепловоз ТЭ1-20-001 был изготовлен ХЗТМ в марте 1947 года (рис. 2).

Рис. 2 – Тепловоз ТЭ1-20-165 [6]

Обозначение серии ТЭ1-20 означало: тепловоз с электрической передачей, тип 1, нагрузка от колёсной пары на рельс 20 тс. Дизель Д50 на первый тепловоз был поставлен без обкатки на стенде (его на заводе ещё не существовало), но первый пробег локомотива по заводским путям был успешным [3].

Конструкция тепловоза ТЭ1-20, при той же осевой формуле 30-30, несколько отличалась от тепловоза ДА. В частности, кроме применения отечественных аналогов американских сталей и материалов, был изменён диаметр движущих колес с 1016 мм сначала на 1014 мм, а затем на 1050 мм (с тепловоза № 122). Вместо тормозного оборудования фирмы Вестингауз были применены краны машиниста и воздухораспределители системы Ф.П. Казанцева и И.К. Матросова. Аккумуляторная батарея 32ТН-550 была набрана из других элементов и давала те же 64 В, но имела большую ёмкость 550 А.ч. При переводе на метрическую систему измерений диаметр цилиндров дизеля был принят 318 мм, а ход поршней – 330 мм, при сохранении его номинальной мощности 735 кВт (1000 л.с.) [2, 7]. Номинальный диапазон частот вращения коленчатого вала остался таким же как у дизеля АЛКО 270-740 об/мин, но его разбивка на промежуточных позициях изменилась. На первых тепловозах устанавливались компрессоры 3СБ, подобные комп-

рессорам тепловоза $Д^{А}$, но потом их заменили на компрессоры 1КТ, той же производительности. Тяговый генератор постоянного тока МПТ-84, производства ХЭМЗ, обеспечивал мощность 620 кВт, при напряжении 900 В и токе 1150 А. Тяговые двигатели ДК-304Б, производства завода «Динамо», имели мощность длительного режима 98 кВт, при напряжении 157 В и токе 725 А. В дальнейшем, с 1949 года эти двигатели начал выпускать Харьковский электротяговый завод, в последующем «Электротяжмаш» [2, 3].

Масса тепловоза ТЭ1 с полным и экипировочными запасами равнялась 123,9 тс. Запас топлива состовлял 5150 кг, смазки – 320 кг, песка – 1200 кг. Длительная сила тяги, прои скорости 12 км/час, равнялась 16000 кгс; максимальная скорость, при диаметре колёс 1050 мм, 93 км/час. Минимальный радиус пути проходимый тепловозом составлял 125 м.

В 1948 году ХЗТМ выпустил два тепловоза ТЭ1 приспособленные к работе в суровых климатических условиях, которые получили обозначение ТЭ5 (рис. 3). У этих тепловозов силовая установка ограждалась не капотами, а кузовом вагонного типа. Для обогрева машинного помещения и кабины машиниста при неработающем дизеле на тепловозе был установлен паровой водогрейный котёл. Остальное оборудование тепловоза и его тягово-энергетические характеристики были идентичны тепловозу ТЭ1 [8].

Тепловозы серии ТЭ1, включая ТЭ5, производились на ХЗТМ с 1947 по 1950 год. Всего было выпущено 300 тепловозов [2].

В конце 1951 года на базе тепловоза ТЭ1 была разработан модернизированный газовый тепловоз ТЭ1г-20-187, который имел дополнительную газогенераторную четырехосную секцию. Газогенераторная установка работала на антраците марки АМ, а дизель тепловоза работал на газе, при этом использовалась и запальная порция дизельного топлива. После испытаний проведенных в 1952 году было принято решение о проведении модернизации опытной партии тепловозов. Всего модернизации на Улан-Удэнском паровозовагоноремонтном заводе подверглось 16 тепловозов ТЭ1 приписки депо Верхний Баскунчак. В процессе эксплуатации данных тепловозов выявлялись их недостатки: значительный расход дизельного топлива, насыщенность вырабатываемых газов угольной пылью, что служило причиной повышенного износа деталей цилиндропоршневой группы дизелей из-за чего тепловозы отставлялись от работы или переводились на дизельное топливо. К началу 1958 года действующих тепловозов серии $ТЭ1^{г}$ оставались считанные единицы. В 1959 году один тепловоз $ТЭ1^{г}$ был приобретен у СССР Китаем, [2].

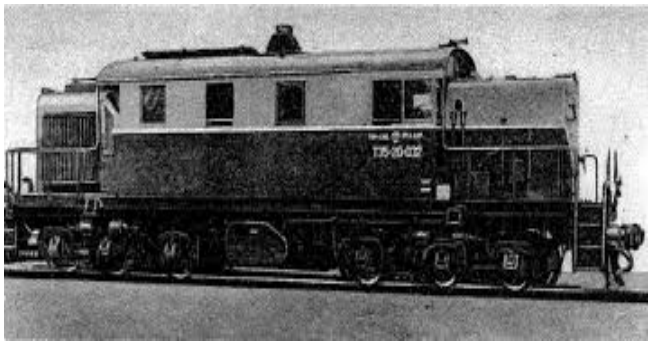

Рис. 3 – Тепловоз ТЭ5-20-032 [8]

Создание в Харькове производства тепловозов ТЭ1 и дизелей Д50 к ним стало важным этапом развития отечественного дизелестроения и тепловозостроения. Были заложены основы крупносерийного производства тепловозов и локомотивных дизелей на высоком техническом уровне, чем было определено дальнейшее развитие тепловозостроения в Украине и в Советском Союзе.

Параллельно с разворачиванием производства тепловозов ТЭ1 на ХЗТМ велись проектные работы по созданию нового двухсекционного магистрального тепловоза ТЭ2 с более прогрессивными характеристиками, первый образец которого был построен в декабре 1948 года (рис. 4), всего через один год после выпуска первого тепловоза ТЭ1, на копирование которого с американского аналога ушло два года [3]. Такие успехи только-что созданного конструкторского колектива объясняются тем, что создавался тепловоз ТЭ2 не на «пустом» месте.

Рис. 4 – Тепловоз ТЭ2-072 [9]

Как указывалось выше, в сороковых годах прошлого века в СССР уже было освоено серийное производство отечественных тепловозов $Э^{эл}$ на Коломенском машиностроительном заводе и там же было создано специализированное конструкторское бюро, специалисты которого занимались доводкой выпускаемых тепловозов по замечаниям депо их эксплуатации и разрабатывали проекты новых, более прогрессивных локомотивов. Но в 1937 году производство тепловозов в Коломне было остановлено из-за отсутствия отечественного и мирового опыта их эксплуатации, что приводило к частым остановкам локомотивов на железных дорогах. Кроме того, появились более экономичные надёжные паровозы с конденсацией пара, типа $СО^{к}$, которые могли конкурировать с тепловозами по продолжительности работы без заправки водой [2]. Уже после остановки производства тепловозов конструкторами Коломзавода в 1938 году был разработан проект двухсекционного тепловоза нового поколения под заводским обозначением Т17, с осевой формулой 2×(2о-2о). В качестве силовой установки предполагалось использовать новый серийно выпускаемый отечественный дизель 38КФН8, форсированный до 1000 л.с. (1500 л.с. в варианте с турбонаддувом). Компоновка основных узлов и агрегатов на Т17 существенно отличалась от ранее выпусаемых тепловозов $Э^{эл}$, и впоследствии она стала классической для всех отечественных грузовых тепловозов от ТЭ2 до 2ТЭ10В. Кабина располагалась в торце кузова, в середине кузова - дизель-генератор, с генератором со стороны кабины, за дизель-генератором, в другом торце кузова размещалось охлаждающее устройство («холодильная камера») с механическим приводом вентилятора от вала дизеля. Кабина и кузов Т17 впервые в практике отечественного тепловозостроения были выполнены полуобтекаемой формы, напоминающей форму кабины и кузова локомотивов 50-х годов (ТЭ10, ТЭП60, ВЛ8). Тележки были со сбалансированным рессорным подвешиванием и рессорами размещёнными между осями. Диаметр колес был принят 1200 мм, что создавало предпосылки для последующей унификации колесных пар тепловозов и электровозов [11]. В целом тепловоз по параметрам был удивительно близок к знаменитому "Бычку" ТЭ2, созданом в Харькове с участием когнструкторов с коломенского завода. Степень проработанности проекта Т17 позволяет сделать вывод, что уже в начале 40-х годов Советский Союз уже мог выпускать тепловозы с мощностью 2×1000 и 2×1500 л.с., которые могли заменить паровоз ФД в грузовом движении. К сожалению, с началом войны эта работа была прекращена, а потом начали копировать чужие конструкции.

Разработанный в Харькове двухсекционный тепловоз ТЭ2 мощностью 2×735 кВт имел осевую формулу 2×(2о -2о) и массу в служебном состоянии 170 т, что на 74 т меньше массы двух тепловозов ТЭ1, при этом

их дизели Д50 и электромеханическое оборудование в каждой секции были однотипными (рис. 5). Тяговое и тормозное оборудование, колёсно-моторные блоки, компрессоры, аккумуляторные батареи, двухмашинные агрегаты тепловоза были однотипными с оборудованием установленном на тепловозах серии ТЭ1.

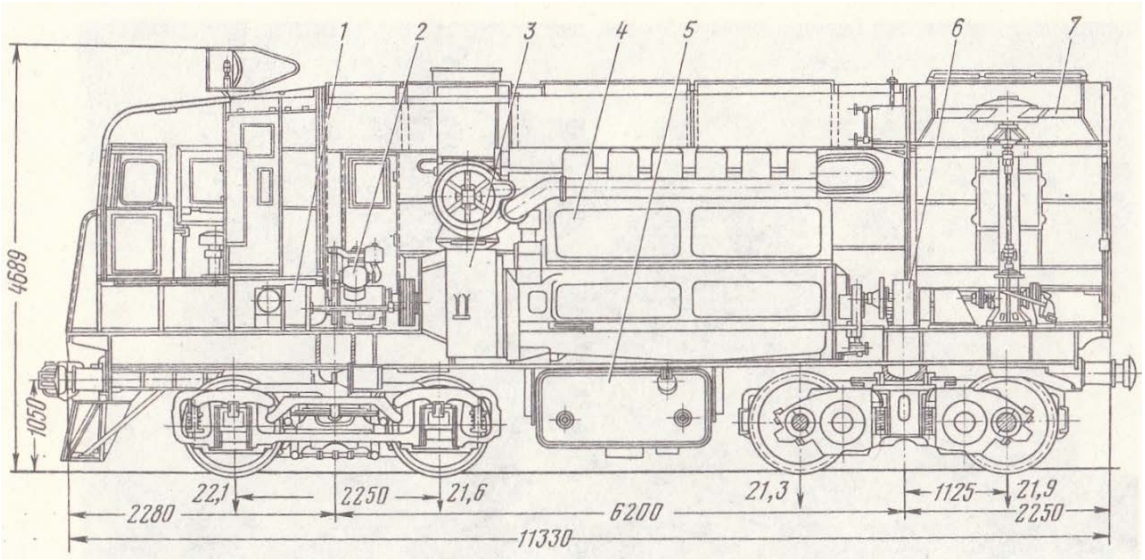

Рис. 5 – Расположение оборудования на секции тепловоза ТЭ2 [2]:
1 – двухмашинный агрегат; 2 – компрессор; 3 – тяговый генератор; 4 – дизель; 5 – топливный бак; 6 – вентилятор тяговых электродвигателей задней тележки; 7 – вентиляторное колесо охлаждающего устройства дизеля

Уменьшение числа тяговых электродвигателей приходящихся на одну дизель-генераторную установку с 6 до 4 позволило, помимо снижения веса и стоимости тепловоза, существенно улучшить его тяговую характеристику, повысить коэффициент использования мощности силовой установки, особенно на высоких скоростях движения, увеличить длительную мощность реализуемою тяговыми электродвигателями с 98 до 152 кВт, повысить максимальную скорость движения и уменьшить эксплуатационный расход топлива. От тепловозов серии ТЭ1 тепловоз ТЭ2 существенно отличался конструкцией механической части (кузов, тележки), групповым последовательным соединением каждых двух тяговых электродвигателей, улучшенными схемами силовых цепей и управления вспомогательным оборудованием, более мощным и менее габаритным охлаждающим устройством.

Тепловозы серии ТЭ2 имели силу тяги длительного режима 2×11000 кгс, скорость длительного режима 17 км/ч, экипировочные запасы: топлива 2×3500 кг, масла 2×400 кг, воды 2×945 кг, 2×400 кг. Тепловозы ТЭ2 в основном строились с дизелями Д50 суммарной мощностью 2×1000 л.с.. Два тепловоза были построены с дизелями 2Д50, которые за счёт поднятия давления наддувочного воздуха в цилиндрах с 1,35 до 1,55 кгс/см2, позволили увеличить суммарную мощность локомотива до 2300 л.с.. Всего за период с 1948 по 1955 год харьковским заводом было выпущено 528 тепловозов серии ТЭ2, которые эксплуатировались на разных железных дорогах Советского Союза до 1987 года [2].

На базе тепловоза ТЭ2 Харьковский завод транспортного машиностроения в конце 1952 года построил трёхсекционный газодизельный тепловоз ТЭ4-001, с газогенераторной секцией (тендером) размещённой между двумя тяговыми секциями. На тепловозе были установлены дизели Д55, доработанные для питания смесью газового и жидкого топлива. Газогенераторная секция была выполнена в виде крытого вагона на двух двухосных тележках. Внутри вагона было размещено оборудование для получения горючего газа из угля (антрацита марки АМ) и воды. Газогенератор секции был рассчитан на получение 280-300 кг газа в час с 1 м^2 колосниковой решётки генератора, при максимальном расходе антрацита 650 кг/ч.

На этой же секции размещались газовые фильтры, газоохладители и эксплуатационные запасы угля (6,5 т), жидкого топлива (4,0 т),воды (3,5 м^3) и песка (0,56 м^3). Испытания тепловоза показали, что на смешанном газодизельном топливе он удовлетворительно работает только на установившемся режиме нагружения и его коэффициент полезного действия при работе с поездами находился на уровне 15 %. Минимальная доля жидкого топлива в его смеси с газом составляла 11 %, расход воды на сжигание 1 кг угля составлял 1,5 л [2]. Вследствие отсутствия, на то время, весомых преимуществ газодизельного тепловоза ТЭ4 перед тепловозами работающими на жидком топливе работы по этим локомотивам были прекращены.

Тепловозы ТЭ1 и ТЭ2 были хорошо приспособлены к тяговой службе с грузовыми поездами в начале 50-х годов прошлого столетия, но их номинальная мощность и тяговые качества уже начинали не удовлетворять требованиям возростающих грузовых перевозок железных дорог страны. Поэтому, ещё в 1947 году решением Научно-технического совета МПС СССР было одобрено техническое задание (ТЗ), подготовленное ВНИИЖТ, на разработку соответствующего магистрального тепловоза. В соответствии с этим ТЗ новый двухсекционный тепловоз должен иметь осевую формулу каждой своей секции 0-3о -0 - 0-3о -0. Нагрузка от колёсных пар на рельсы была установленна 21 тс, суммарная мощность силовых установок 2× 2000 л.с., максимальная скорость движения при грузовой работе 100 км/ч и для пассажирского движения – 120 км/ч, при изменении зубчатого отношения в тяговых передачах колёсных пар [2].

Работы по проектированию нового тепловоза Харьковский завод транспортного машиностроения (ХЗТМ) и Харьковский завод тепловозного электрооборудования (ХЭТЗ) начали в конце 50-х годов прошлого столетия. С опережением шли работы по созданию дизеля для этого тепловоза. В качестве его прототипа был взят судовой двухвальный 10-цилиндровый двухтактный дизель американской фирмы «Фербенкс-Морзе», типа 38D8$^1/_8$″, с навстречу движущимися поршнями в вертикальных цилиндрах диаметром 8$^1/_8$″. Такими дизелями были оборудованы три ледокола, полученные Советским Союзом по ленд-лизу, которые эксплуатировались на трасах Северного морского пути. В течение 1949-1950 годов конструкторы дизельного подразделения ХЗТМ, под руководством назначеного ведущего инженера проекта Б. Н. Струнге, провели эскизирование и микрометраж узлов и деталей дизелей-прототипов в условиях их эксплуатации на судах. В сжатые сроки были разработали рабочие чертежи, необходимые техпроцессы и в 1951 году изготовлен опытный одноцилиндровый отсек дизеля ОД100 для отработки на стенде рабочего процесса двигателя, его топливной аппаратуры, систем смазки и охлаждения. В 1952 году был изготовлен первый развёрнутый дизель, который получил обозначение 2Д100, и он успешно прошёл стендовые сдаточные испытания [3].

Созданный новый тепловозный дизель по своей конструкции принципиально отличался от дизелей ранее выпускавшихся на ХЗТМ: 2-тактный, вертикальный, рядный, 10-цилиндровый, с навстречу движущимися поршнями, двухвальный, с прямоточно-щелевой продувкой и непосредственным впрыском топлива, с приводным от верхнего коленчатого вала объемным нагнетателем типа Roots. Отбор полезной мощности осуществлялся от нижнего коленчатого вала (угол поворота нижнего коленчатого вала опережал верхний на 12 градусов). Мощность от верхнего коленчатого вала передаётся на нижний вал с помощью упругой вертикальной механической передачи с двумя парами конических зубчатых колёс. Полная эффективная мощность дизеля составляла 1472 кВт, частота вращения коленчатых валов 850 мин-1, диаметр цилиндра 207мм, ход поршня 254 мм. Главными конструктивными особенностями дизеля 2Д100 были: стальной сварной блок «этажерочного» типа, литые чугунные коленчатые валы, литые чугунные гильзы цилиндров с напрессованными на них в центральной части стальными рубашками и другое. Поршни дизеля были составные, состоящие из вставок и внешних корпусов, отлитых из специального чугуна. Топливная система включала в себя общий коллектор, в который насосом подавалось топливо из

топливного бака, 20 отдельных топливных насосв высокого давления и 20 форсунок, установленных по две в каждом цилиндре дизеля. Регулятор частоты вращения коленчатых валов дизеля был центробежного типа с гидравлическим сервомотором и электропневматическим механизмом, через который устанавливалась частота вращения валов дизеля от контроллера управления в кабине тепловоза [12]. При частоте вращения валов 850 мин$^{-1}$ дизель 2Д100 развивал мощность 1472 кВт (2000 л.с.), с удельным расходом топлива на этой мощности 175^{+5} г/(э.л.с.·ч). Масса «сухого» дизеля, с навесными агрегатами (без глушителя) и рамой дизель-генератора составляла 19000 кг [13].

Проектирование первого тепловоза второго поколения для завода, с дизелями типа 2Д100, который получил обозначение ТЭ3, велось на ХЗТМ под руководством главного конструктора завода по локомотивостроению А. А. Кирнарского. Электрическое оборудование для этого тепловоза проектировалось и изготовлялось на ХЭТЗ. Проект тепловоза был завершён в 1953 году, и уже в конце этого года была построена первая секция тепловоза ТЭ3 № 001, а вначале следующего – вторая. Каждая секция состояла из жёсткой главной рамы, через которую передавались продольные тяговые и тормозные усилия, и сравнительно лёгкого кузова, который состоял из бокового, лобового и крышевого ограждения вагонного типа (рис. 6).

Рис. 6 – Первый тепловоз ТЭ3-001 Харьковского завода [14]

Главная рама каждой секции тепловоза, через которую передавались тяговые и тормозные усилия, опиралась на две трёхосные тележки через восемь подвижных боковых опор. На концах главной рамы были установлены автосцепки типа СА-3 с фрикционными аппаратами. Передача продольных усилий между рамами тележек и главной рамой секции тепловоза осуществлялась с помощью двух шкворней закреплённых на главной раме. Подвижные боковые опоры располагались под главной рамой по окружности 2730 мм вокруг шкворней. Каждая опора была выполнена в виде шарового упора, который опирался на шаровое гнездо выполненное в подвижной плите опоры. Подвижная плита опиралась на неподвижную плиту, закреплённую на раме тележки, через два цилиндрических ролика. Опорные поверхности нижней и верхней плиты опоры, соприкасающиеся с роликами, имели по направлениям их катания встречные наклоны плоскостей к горизонтали $3^0 30`$, что вызывало при повороте тележек возникновение сил стремившихся её возвратить в исходное положение, при котором продольные оси рам тележек и кузова совпадают.

Рамы тележек тепловоза ТЭ3 имели сварнолитую конструкцию и состояли из

двух боковин связанных между собой двумя средними балками и двумя концевыми. Боковины и средние балки рамы имеют коробчатую конструкцию, сваренную из листовой стали марки Ст. 3. Концевые балки выполнены из швеллера № 22 и соединены с боковинами рамы призонными болтами. По продольной оси рамы тележки на средние соединительные балки приварена литая шкворневая балка, с гнездом для шкворня, установленного на главной раме секции тепловоза. В боковины рамы тележки также вварены литые кронштейны («челюсти») для установки буксовых узлов колёсных пар и передачи их тяговых сил на раму тележки. [15]. Рессорное подвешивание каждой тележки состояло из двух самостоятельных груп для каждой её стороны. Четыре листовые рессоры, на хомуты которых опиралась рама тележки, были подвешены своими концами к надбуксовым балансирам. Внешние концы балансиров крайних колёсных пар тележки были связаны с её рамой при помощи цилиндрических пружин. Общий статический прогиб рессорной системы тележки составлял 57 мм [13].

Колёсные пары имели диаметр колёс по кругу катания, при новых бандажах, 1050 мм и на удлинённые ступицы осей насаживались тяговые зубчатые колёса. В каждом буксовом узле колёсной пары были установлены два подшипника с цилиндрическими роликами. Тяговый электродвигатель опирался на ось колёсной пары через моторно-осевые подшипники и подвешивался к раме тележки через пружинную подвеску. Тяговый редуктор колёсно-моторного блока был односторонний, с прямозубовыми шестернями и передаточным отношением 4,41. На каждой тележке устанавливались два тормозных цилиндра диаметром 10», которые обеспечивали через рычажную передачу одностороннее нажатие тормозных колодок на все колёса [13, 15].

Расположение силового и вспомогательного оборудования в секции тепловоза ТЭ3 показано на рисунке 7. Для охлаждения цилиндров дизеля использовалась вода, которая с помощью насоса циркулировала между дизелем и радиаторными секциями в охлаждающем устройстве. Также охлаждалось и масло дизеля. Всего в охлаждающем устройстве каждой секции тепловоза устанавливалось в двух вертикальных панелях, с каждой стороны устройства, 24 водяных радиаторных секций и 36 масляных. Для охлаждения этих секций и отвода избыточной теплоты от воды и масла дизеля использовался осевой вентилятор, который просасывал атмосферный воздух через радиаторные секции. Привод вентилятора осуществляется от нижнего коленчатого вала дизеля через карданные валы и угловой редуктор с фрикционной муфтой включения. Вентилятор имел две частоты вращения: 1020 мин-1 (зимний режим) и 1380 мин-1 (летний режим), которые устанавливались переключением ступеней редуктора. Температура воды и масла в системах дизеля регулировалась машинистом из кабины управления тепловозом путём периодического включения или выключения вентилятора и изменением положения жалюзи на проёмах забора воздуха в охлаждающее устройство.

На тепловозе ТЭ3 был установлен самовентилирующийся тяговый генератор постоянного тока МПТ-99/47, массой 7600 кг, соединённый с нижним коленчатым валом дизеля через пластинчатую муфту. Номинальная мощность тягового генератора составляла 1350 кВт, при напряжении 550 В и токе 2455 А. Также был применён возбудитель ВТ-275/120, мощностью 10 кВт (107 В) и вспомогательный генератор ВГТ-275/150, мощностью 8 кВт (76 В) объединнённые в одном двухмашинном агрегате. Применены тяговые электродвигатели постоянного тока ЭДТ-200А, номинальной мощностью 206 кВт, при напряжении 275 В и токе 815 А, с принудительным групповым воздушным охлаждением от двух центробежных вентиляторов. Электродвигатели попарно соединялись последовательно и тремя параллельными группами подключались к тяговому генератору. Питание тягового генератора в режиме его работы как электродвигателя при запуске дизеля, а также питание цепей освещения, управления и вспомогательных механизмов при остановленном дизеле на каждой секции тепловоза обеспечивала кислотная аккумуляторная батарея 32ТН-450, общей ёмкостью 450 А·ч и напряжением 64 В.

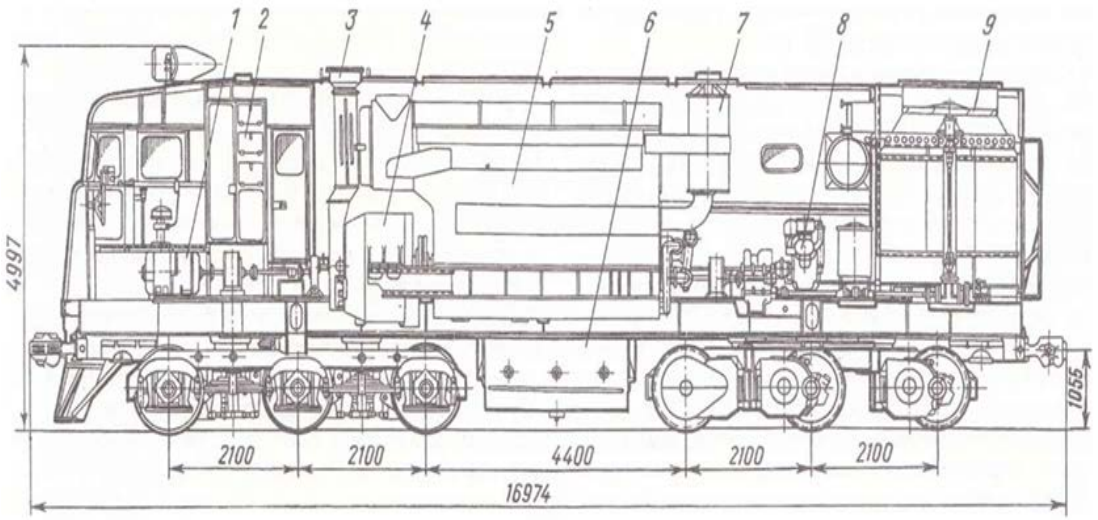

Рис. 7 – Расположение оборудования на секции тепловоза ТЭ3 [13]:
1 – двухмашинный агрегат; 2 – высоковольтная камера; 3 – воздуховод забора воздуха для охлаждения тягового генератора; 4 – тяговый генератор; 5 – дизель; 6 – топливный бак; 7 – глушитель; 8 – компрессор; 9 – вентиляторное колесо охлаждающего устройства дизеля

Управление тягой тепловоза осуществлялось контроллером машиниста КВ-16А-12 имевшим на первых образцах локомотива 8 рабочих позиций, потом их увеличили до 16 позиций. Для более полного использования мощности дизеля во всём диапазоне скоростей движения тепловоза были введены две ступени ослабления возбуждения тяговых электродвигателей - 53 и 38 %, переход на которые с полнолго возбуждения происходил автоматически с помощью реле перехода.

Питание тормозной системы и пневмоприводов тепловоза обеспечивал трёхцилиндровый двухступенчатый поршневой компрессор КТ-6 воздушного охлаждения с механическим приводом от дизеля. Его производительность, при частоте вращения вала 850 мин$^{-1}$, составляла 5,3-5,7 м^3/мин воздуха сжатого до давления 7,5-8,5 кг/см^2. Для обогрева водяной, масляной и топливной систем дизеля был предусмотрен котёл-подогреватель, работавший на жидком топливе.

Тепловоз ТЭ3 имел запасы топлива 2х5440 кг, масла – 2х1400 кг, воды – 2х800 л, песка – 2х400 кг. Служебная масса тепловоза составляла 2х126 т, длительная сила тяги при скорости 20 км/ч = 2х20200 кгс [13, 15].

За период производства тепловозов ТЭ3 и их модификаций на ХЗТМ с 1956 по 1962 год было выпущено 586,5 локомотивов. С 1956 года к изготовлению этих тепловозов были привлечены Коломенский и Ворошиловградский (Луганский) тепловозостроительные заводы. Общий выпуск тепловозов ТЭ3 за 17 лет его производства составил 6797,5 локомотивов [13], при этом ХЗТМ и другие заводы постоянно вносили усовершенствования в его конструкцию, которые принимались МПС СССР и тиражировались всеми заводами.

На базе грузового тепловоза ТЭ3 ХЗТМ разработал и в конце 1956 года изготовил пассажирский тепловоз ТЭ7-001 [13], который отличался от своего прототипа передаточным числом тяговых редукторов колёсно-моторных блоков (2,54 вместо 4,41) и конструкцией кабин управления (см. рис. 8). Изменение передаточного числа тяговых редукторов позволило увеличить скорость длительного режима движения тепловоза с 20 до 35 км/ч, при одновременном уменьшении силы тяги до 11600 кгс и увеличении конструкционной скорости до 140 км/ч. Был уменьшен угол наклона поверхностей опорных плит боковых роликовых опор с 3^{0}30` до 2^0, коэффициент нажатия тормозных колодок повышен с 0,38 до 0,8, изменена конструкция поглощающего аппарата автосцепки и тормозное оборудование было приспособлено для управления тормозами пассажирского поезда. Кабины управления были выполнены более высокими, светлыми и более звукозащищёнными. Такие кабины затем стали применяться и на тепловозах

серии ТЭ3. Всего ХЗТМ с 1956 по 1962 годы изготовил 28 тепловозов серии ТЭ7. С 1963 по 1964 год 85 тепловозов этой серии выпустил Луганский тепловозостроительный завод.

Рис. 8 – Тепловозы ТЭ7-071 и ТЭ3-5738 в депо Жмеринка [16]

После серии испытаний первых образцов тепловоза ТЭ7 в его конструкцию были внесены дополнительные изменения: введено более мягкое рессорное подвешивание и упругие осевые упоры, роликовые опоры заменены скользящими, уменьшены продольные зазоры посадки корпусов букс в челюстях рамы тележки и введены другие усовершенствования. На части тепловозов серии ТЭ7 были установлены вспомогательные генераторы ВГТ-275/120 [13].

В 1957 году конструкторы ХЗТМ приступили к созданию нового мощного грузового тепловоза серии ТЭ10. К этому времени конструкторы-дизелисты завода на базе 10-цилиндрового дизеля 2Д100 создали 12-цилиндровый дизель 9Д100 с двухступенчатой комбинированной системой турбонаддува цилиндров, с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха, что позволило в 1,5 раза повысить мощность дизеля до 2208 кВт (3000 л.с.) и снизить эффективный удельный расход топлива с 175 до 165 г/(э.л.с.·ч).

Первый магистральный тепловоз ТЭ10-001 с дизелем 9Д100 был построен в ноябре 1958 года (рис. 9), которому дали имя «Харків». Он был односекционный, с двумя кабинами управления, с колёсной формулой $З_0$-$З_0$ и предназначался для грузовой работы. На этом тепловозе, впервые в отечественной практике локомотивостроения, был применён несущий кузов, который представлял собою единую несущую сварную конструкцию, воспринимающую все вертикальные и горизонтальные нагрузки от оборудования локомотива и поезда.

Рис. 9 – Грузовой тепловоз ТЭ10-001 [17]

Применение несущего кузова позволило существенно снизить массу тепловоза и уложиться в регламентированную нагрузку на ось. При мощности 3000 л.с. служебный вес локомотива составлял 129 т, конструктивная скорость – 100 км/ч, запас топлива – 6500 кг, масла – 1500 кг, воды – 1450 кг [3].

Тележки нового тепловоза были унифицированы с тележками тепловоза ТЭ3, но имели более эластичное рессорное подвешивание, двустороннее расположение тормозных колодок относительно колёс и уменьшенные габариты буксовых узлов колёсных пар. Были применены новые тяговые электродвигатели ЭДТ-340А с принудительной вентиляцией, производства харьковского завода «Электротяжмаш» (бывший ХЭТЗ), с номинальной мощностью 307 кВт (470 В, 710 А). Масса двигателя составляла 2800 кг, с удельной металлоёмкостью 9,1 кг/кВт, что в 1,75 раза было меньше, чем у ЭДТ-200 тепловоза ТЭ3 – 16 кг/кВт. Впервые в отечественном тепловозостроении завод «Электротяжмаш» применил автоматическую систему регулирования возбуждения главного генератора с использованием магнитного усилителя (амплистата) и полупроводниковых германиевых вентилей. Тяговый генератор постоянного тока с принудительной вентиляцией МПТ-120/49 при частоте вращения якоря 850 мин-1 развивал номинальную мощность 2000 кВт (470 В, 4260 А). Максимальное напряжение генератора равнялось 650 В при токе 3080 А. На тепловозе был применён компрессор КТ-7, отличавшийся от компрессора КТ-6 тепловоза ТЭ3 направлением вращения вала, так как он приводился с передней стороны дизеля, непосредственно от вала генератора. Производительность компрессора КТ-7 была такая же как у компрессора КТ-6 – 5,3 $м^3$/мин. За дизелем были расположены два охлаждающих устройства для охлаждения воды и масла. Их вентиляторы имели механический привод от дизеля, причём главный вентилятор охлаждения воды приводился через двухскоростной редуктор с магнито-порошковыми муфтами, которые управлялись от термореле в системе охлаждения дизеля [13].

В длительном режиме движения тепловоз ТЭ10 развивал силу тяги 25000 кгс при скорости 25 км/ч. На конструктивной скорости 100 км/ч сила тяги тепловоза снижалась до 5900 кгс. Всего ХЗТМ за период с 1958 года по 1961 год изготовил 26 тепловозов ТЭ10, при этом с № 015 (по другим данным с № 011) тепловоз ТЭ10 изготавливался с дизелем 10Д100. Этот дизель был создан на базе дизеля 9Д100 путём увеличения давления наддува цилиндров воздухом с 0,85 кгс/$см^2$ до 1,3-1,4 кгс/$см^2$, что позволило получить дизель той же мощности 3000 л.с. с 10-ю рабочими цилиндрами, а не с 12-ю, как у прототипа, с сохранением необходимого уровня надёжности двигателя. Удельный расход топлива дизеля 10Д100 на номинальной мощности составлял 160-165 г/(э.л.с.·ч) [13].

На базе тепловоза ТЭ10 конструкторы локомотивного отдела ХЗТМ разработали унифицированный ряд магистральных тепловозов для грузовой и пассажирской работы. Которые выпускались заводом ограниченными партиями [3,13]:

- грузовой двухсекционный тепловоз 2ТЭ10 (ТЭ12) мощностью 6000 л.с., служебным весом 2х129=258 т, с запасом топлива 2х6500=13000 кг и конструктивной скоростью 100 км/ч; выпущено 19 тепловозов (1960-1963 гг.);
- пассажирский односекционный тепловоз ТЭП10 (ТЭ11) мощностью 3000 л.с., служебным весом 129 т, с конструктивной скоростью 140 км/ч и уменьшенным с 6500 т до 5000 т запасом топлива; выпущено 335 тепловозов (1960-1968 гг.);
- грузовой двухсекционный тепловоз ТЭ30 мощностью 4000 л.с. с 8-ми цилиндровыми дизелями 6Д100 (2000 л.с.), служебным весом 2х129=258 т, с запасом топлива 2х5440=10880 кг и конструктивной скоростью 100 км/ч; выпущен один тепловоз (1961 г.), как образец для замены (глубокой модернизации) тепловозов ТЭ3.

С развитием тепловозостроения в СССР правительством страны было принято решение по увеличению кооперации и специализации производств при выпуске узлов и деталей локомотивов. В следствие этого решения в 1959 году на ХЗТМ и других заводах был полностью прекращен выпуск экипажных частей локомотивов (кузовов, тележек тепловозов и электровозов) и их производство было передано на Луганский тепловозостроительный завод на котором наладили крупносерийное производство этих узлов. Такое решение в значительной мере сузило возможности ХЗТМ в создании новых

перспективных конструкций тепловозов и поставило завод в зависимость от возможностей других предприятий. Однако конструкторские отделы по локомотивостроению и дизелестроению продолжали работать над новыми моделями тепловозов и транспортных дизелей.

В 1955 году на кафедре «Двигатели внутреннего сгорания» Харьковского политехнического института (ДВС ХПИ) по инициативе и под руководством её заведующего д.т.н., професора Н.М. Глаголева начались исследования по созданию перспективного высокоэкономичного тепловозного дизеля. Эта работа была необычной и новаторской, так как на тепловозах обычно устанавливали конвертированные (приспособленные) двигатели, которые создавались для применения в стационарных условиях, на судах и военных машинах. В 1956 году на заседании Научно-технического совета Минтрансмаша СССР четыре предэскизных проекта высокоэкономичных тепловозных дизелей разработанных кафедрой ДВС ХПИ были рассмотрены, одобрены и выбран наиболее перспективный вариант для рабочего проектирования и строительства на ХЗТМ. Благодаря интенсивной и слаженной работе ученых кафедры ДВС ХПИ и специалистов дизельного конструкторского отдела ХЗТМ под руководством главного конструктора Б.Н. Струнге в 1960-1961 годах был разработан технический и рабочий проект 4-х тактного, V-образного, 16-ти цилиндрового тепловозного дизеля с турбонаддувом мощностью 3000 л.с., при частоте вращения коленвала 1000 мин$^{-1}$, с диаметром рабочего цилиндра 240 мм и ходом поршня 270 мм. Созданный новый дизель типа 16ЧН24/27 получил обозначение Д70 [3,13].

В течение 1962 года первый дизель 2Д70 был изготовлен и установлен на испытательный стенд на котором была реализована расчётная мощность дизеля 3000 л.с. и подтверждена его высокая экономичность - удельный эффективный расход топлива составил 148-150 г/(э.л.с.ч) [3], что было для того времени «прорывом» для тепловозных дизелей, даже при сравнении с лучшими мировыми образцами. В этом же году начала реализовываться программа создания мощностного ряда тепловозных дизелей типа Д70. Модификации мощностного ряда дизелей типа Д70 охватывали диапазон мощностей от 750 до 6000 л.с., при номинальных частотах вращения их коленвалов от 500 до 1000 мин$^{-1}$ и предназначались для магистральных и маневровых тепловозов, главных и вспомогательных судовых установок, для стационарных силовых установок и автоматизированных дизель-электрических агрегатов. Имелась возможность создания на базе этого мощностного ряда дизеля с агрегатной мощностью до 10 тыс. л.с. [18].

Создание дизеля Д70 позволило приступить к проектированию на ХЗТМ тепловозов третьего поколения для завода. В 1963 году под руководством главного конструктора завода по локомотивостроению А.А. Кирнарского был спроектирован двухсекционный грузовой тепловоз мощностью 6000 л.с. с дизелями 2Д70 и нагрузкой от оси на рельс 21,5 т. В 1964 года была построена первая секция нового тепловоза, получившего обозначение 2ТЭ40-001 и заводское наименование «Украина-2» (рис. 10), а в 1965 году была изготовлена вторая секция [3].

Рис. 10 – Грузовой тепловоз 2ТЭ40-001 [19]

В конструкции тепловоза 2ТЭ40 были использованы несущие кузова, трёхосные тележки, многие узлы и детали тепловозов ТЭ10, 2ТЭ10 и ТЭ30, что позволило значительно упростить и ускорить разработку локомотива и его изготовление. Компоновка секций тепловоза (рис. 11) во многом повторяла компоновку тепловоза 2ТЭ10 [13].

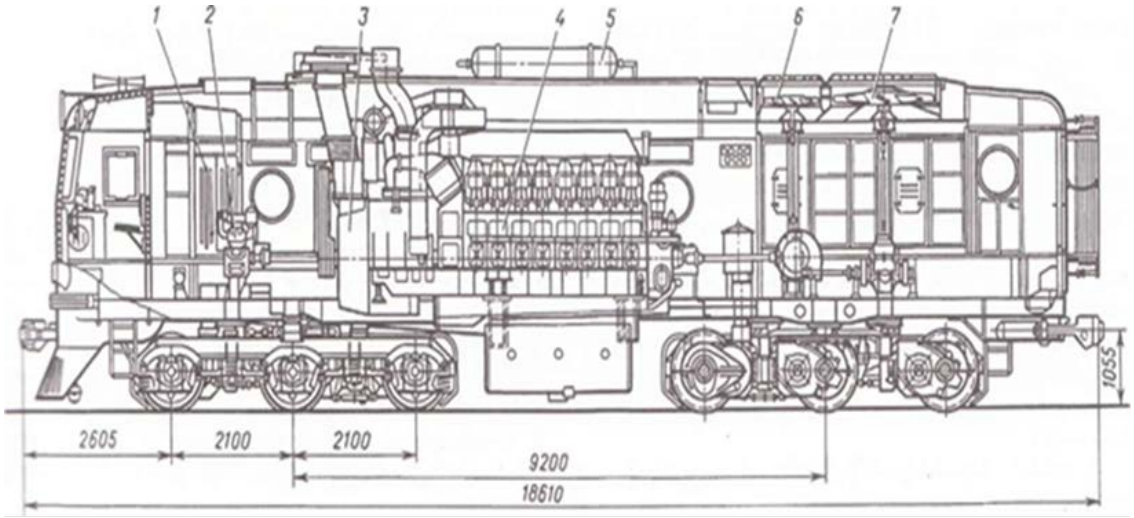

Рис. 11 – Расположение оборудования на секции тепловоза серии 2ТЭ40:
1 – высоковольтная камера; 2 – компрессор; 3 – тяговый генератор; 4 – дизель;
5 – главные резервуары; 6, 7 – вентиляторы дополнительного (масляного) и основного охлаждающего устройства

На тепловозе был применён тяговый генератор постоянного тока с принудительной вентиляцией ГП-310А, установленный на общей раме с дизелем, который при частоте вращения 1000 мин-1 развивал мощность 2000 кВт. В каждой секции тепловоза находились вспомогательный генератор ВГТ-275/120, возбудитель В-600 мощностью 15 кВт и однокорпусный двухмашинный агрегат А-705, состоящий из синхронного подвозбудителя ГС-500 мощностью 1,1 кВт и тахогенератора ТГ-83/35 мощностью 0,15 кВт. На первом тепловозе 2ТЭ40 были установлены тягове электродвигатели ЭД-107А, с тепловоза серии ТЭ10. На последующих тепловозах этой серии устанавливались тягове электродвигатели ЭД-107, которые были разработаны для тепловозов 2ТЭ10Л и ТЭП-10. Передаточное число тягових редукторов равнялось 4,53.

На тепловозе 2ТЭ40 была применена такая же, как на тепловозах 2ТЭ10 и ТЭ30, система каскадного возбуждения главного генератора и система пуска дизеля от главного генератора, с питаним от аккумуляторной батареи 46ТПЖН-550. Для обеспечения систем сжатым воздухом использовались компрессоры КТ-8, производительностью 5,3 $м^3$/мин при частоте вращения их валов 1000 $мин^{-1}$, которые отличались от компрессоров КТ-7 меньшим ходом поршнем и объёмом «мёртвого» пространства цилиндров. Количество радиаторных секций в охлаждающем устройстве тепловоза было менше, чем в охлаждающем устройстве тепловозов серии ТЭ10, так как тепловыделение в воду и масло дизеля 2Д70 было менше, чем у дизеля 10Д100. Тепловоз 2ТЭ40 (№№ 002-005) имел расчётную силу тяги 2х26000 кгс и скорость длительного режима тяги 24 км/ч. Максимальная скорость (конструктивная) тепловоза составляла 100 км/ч. Всего в период 1964-1968 гг. на ХЗТМ было построено пять тепловозов серии 2ТЭ40, которые все поступили для эксплуатации в депо Основа Южной ж.д. [13].

Одновременно с проектированием тепловоза 2ТЭ40 конструкторы ХЗТМ приступили к созданию принципиально новых конструкций перспективных тепловозов с высокоэкономичными дизелями 3Д70 мощностью 4000 л.с.. Разрабатывались два магистральных тепловоза: пассажирский односекционный ТЭ41, мощностью 4000 л.с., массой 129 т, с конструктивной скоростью 160 км/ч и грузовой двухсекционный ТЭ42, мощностью 8000 л.с., массой 252 т, с конструктивной скоростью 120 км/ч. В эти локомотивы, кроме нового дизеля 3Д70, закладывались самые прогрессивные решения мирового локомотивостроения, того времени: несущий кузов оболочково-диафрагменного типа, тяговая электропередача переменно-постоянного тока,

тележки с двухступенчатым рессорным подвешиванием и с бесчелюстными поводковыми буксами, колёсно-моторные блоки с опорно-рамной подвеской тягового электродвигателя, централизованная система вентиляции тяговых электромашин и электрооборудования, водомасляные теплообменники для охлаждения масла и многие другие решения. Однако эти тепловозы построены не были – в 1968 году решением Совета министров СССР производство тепловозов на Заводе имени В.А. Малышева (бывший ХЗТМ) была прекращено. Разработку и производство магистральных грузовых и пассажирских тепловозов сконцентрировали, соответственно, на Луганском и Коломенском тепловозостроительных заводах. Освободившиеся производственные площади на харьковском заводе загрузили оборонными заказами.

Тепловозное производство на заводе в Харькове просуществовало 20 лет, внеся большой вклад в развитие тепловозостроения в стране. Начиная с 1947 года, завод выпустил 1842 тепловоза (3023 секции) разных типов, которые заложили базу для замены паровозной тяги на всех железных дорогах СССР.

Последней работой завода, связанной с локомотивами и железнодорожным подвижным составом, стала разработка и изготовление бронепоезда, который предполагалось использовать для усиления охраны государственной границы с КНР [3]. Работы над бронепоездом начались в 1968 году и в марте 1970 года на вооружение была принята подвижная бронированная железнодорожная единица, получившая наименование «Бронелетучка БТЛ-1» (бронированая тепловозная летучка). Бронелетучка БТЛ-1 была создана на базе маневрового тепловоза ТГМ1 и имела в своём составе бронированный тепловоз и две платформы с артиллерийским вооружением. На базе пяти соединённых бронелетучек БТЛ-1 был создан бронепоезд БП-1, в состав которого дополнительно входил бронированный тепловоз ТГ-20, а также бронированные вагоны и платформы для перевозки личного состава, танков и бронетранспортеров, размещения штаба и полевой кухни, хранения боеприпасов, топлива, продуктов, ремонтных материалов и прочего. Всего было построено около 40 бронелетучек БТЛ-1 и дополнительные вагоны для четырёх бронепоездов БП-1 [20].

Литература

1. Слащёв В. А. Локомотив: рождение и эволюция / В. А. Слащёв. – Луганск : НОУЛИДЖ, 2011. – 235 с.
2. Раков В. А. Локомотивы отечественных железных дорог (1845-1955 гг.) / В. А. Раков. – М.: Транспорт, 1995, 564 с.
3. ХПЗ - завод имени Малышева. 1895-1995. Краткая история развития / А.В. Быстриченко, Е.И. Добровольский, А.П. Дроботенко [и др.]. – Харьков: Прапор, 1995. – 792 с.
4. $Д^{А}$ (тепловоз) [электрон.ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/ДА(тепловоз).
5. Рельсовые истории. Неизвестное об известном [электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://izmerov.narod.ru/rstories/navaz.html.
6. Тепловоз ТЭ1 [электрон. ресурс]. – Режим доступа: https://цжд.рф/тэ1.
7. Большая энциклопедия транспорта: в 8 т.: Железнодорожный транспорт: т. 4 / гл. редактор Н.С. Конарев. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2003. – 1039 с.
8. Тепловоз ТЭ5-20 [электрон. ресурс]. – Режим доступа: https://цжд.рф/тэ5-20.
9. Тепловоз ТЭ2-072 на территории завода [электрон. ресурс]. – Режим доступа: https://pivdenna.narod.ru/foto_rus.htm.
10. Зачем Сталин прекратил производство тепловозов перед войной [электрон. ресурс]. - Режим доступа: http://maxpark.com/user/4294992953/content/3459481.
11. Якобсон П.В. История тепловоза в СССР / П.В. Якобсон. – М. : Трансжелдориздат, 1960. – 212 с.
12. Зайончковский В.Н. Двигателестроение на Харьковском заводе транспортного машиностроения – ГП «Завод имени Малышева» (1946–2011 г.г.) / В.Н. Зайончковский, А.В. Быстриченко, В.Ю. Ковалев // Двигатели внутреннего сгорания. – 2011. - № 1. – С. 33-42.

13. Раков В. А. Локомотивы отечественных железных дорог (1956-1975 гг.) / В. А. Раков. – М.: Транспорт, 1999,443 с.

14. ТЭ3-001 [электрон. ресурс]. – Режим доступа: https://trainpix.org/vehicle/79675/.

15. Тепловоз ТЭ3 / К.А. Шишкин, А.Н. Гуревич, А.Д. Степанов, В.А. Васильев, С.Н. Суржин. – 5-е вид., доп. – М.: Транспорт, 1973. - 376 с.

16. Тепловозы ТЭ7-071 и ТЭ3-5738 [электрон. ресурс]. – Режим доступа: https://цжд.рф/тэ7/.

17. Тепловозы ТЭ10-001 [электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://www.train-photo.ru/details.php?image_id=63911&sessionid=e5a01607f51cb5241eda6294fd10369.

18. Синенко Н.П. Тепловозные дизели типа Д70 / Н.П. Синенко, Е.В. Турчак, И.И. Резник. – М.: Транспорт, 1977. – 216 с.

19. 2ТЭ40-001 [электрон. ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/2ТЭ40#/media/File: Тепловоз_2ТЄ40-001.jpg.

20. Шумилин С. Антикитайский бронепоїзд / С. Шумилин // Наука и техника. - 2018. - № 5 (144). – С. 16-23.

(Продолжение следует)

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Грищенко Сергій Георгійович,
помічник директора філії «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» АТ «Укрзалізниця», к. т. н., доцент.
Вул. І. Федорова, 39, м. Київ, Україна, 03038.
Тел.: +38 044 309 68 93.
E-mail: gryshchenko1520@gmail.com.

РЕКЛАМА В ЖУРНАЛІ «ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ УКРАЇНИ»

З питань розміщення реклами в науково-практичному журналі «Залізничний транспорт України», який видається філією «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» АТ «Укрзалізниця» звертайтеся на ім’я директора філії за адресою: 03038, м. Київ, вул. І. Федорова, 39 або в редакцію журналу за телефоном +38 (044) 309-68-93 чи на електронну пошту журналу: ztu1520mm@gmail.com.