



Review Article

Received: November 19, 2021

Accepted: November 19, 2021

Published: November 24, 2021

ISSN 2658-5553

The history of the creation of the first Combined Heat and Power Plant in Russia

Petrushchenkov, Valery Alexandrovich¹ 

¹ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russian Federation; pva38@mail.ru (P.V.A.)

Correspondence:* email pva38@mail.ru; contact phone [+79215952440](tel:+79215952440)

Keywords:

Heating; Heating line; Types of heat load; Degraded vacuum; Heating point circuit; Water coolant

Abstract:

The purpose of the work is to describe the history of the Leningrad State Power Plant-3 (further SPP-3), on the basis of which the first Combined Heat and Power Plant (further CHPP) in Russia was created in 1924. The long period from the emergence of the station of the Belgian Anonymous Society on the Fontanka River embankment to its transfer to the operation mode of the Thermal power plant is considered. The biography of the main creator of the first CHPP - Ginter Leonti Leontievich is given. The contribution of Professor Dmitriev Vladimir Vladimirovich and other participants to its creation is described. The schematic and design features of the heat supply systems of the first three thermal consumers of SPP-3 are reviewed: heating systems of a residential building at 96 Fontanka, hot water systems of the Egorievsk baths, heating systems, ventilation and hot water supply of the Obukhov hospital. The stages of the reconstruction of SPP-3 with the transition to the mode of joint production of electric and thermal energy are given. The priority starts date of the centralized heat supply system based on SPP-3 has been clarified. The role of SPP-3 in the spread of heating in the country has been assessed.

1 Introduction / Введение

Приближается 100-летний юбилей теплофикации в нашей стране. В связи с этим представляет интерес краткое рассмотрение технических решений и организационных событий, которые привели к созданию первой централизованной системы теплоснабжения на основе центральной силовой электростанции. Объектом исследования является силовая электростанция ГЭС-3 г. Ленинграда, на которой были изобретены и опробованы схемные и конструктивные решения, позволившие в одном энергетическом цикле производить электрическую и тепловую энергию для потребителей. 100-летний юбилей этого события делает эту тему весьма актуальной с учетом того, что множество деталей основательно забыты, либо излагаются в настоящее время с искажением. Например, общеизвестна дата введения в работу первого теплопровода от ГЭС-3 – 25 ноября 1924 г. В настоящей статье показано, что это событие, на самом деле, случилось в период от 1 до 10 ноября. В настоящем исследовании рассмотрены биографии и деятельность специалистов, имеющих отношение к созданию первой ТЭЦ, в первую очередь, инженера Гинтера Л. Л. и профессора Дмитриева В. В. Очевидно, что это приоритетное событие было интересным в первую очередь для нашей страны, поэтому публикации о нем в мировой литературе отсутствуют. Целью исследования является достоверное описание, как технических деталей всех этапов процесса создания первой ТЭЦ, так и хронологии событий.



2 Materials and Methods / Методы

Метод исследования основан на изучении архивных материалов, а также публикаций специалистов, принимавших непосредственное участие в создании первой ТЭЦ и решении проблем, возникавших в процессе работы, на тщательном анализе публикаций в периодической печати, освещавших приоритетные современные события.

3 Results and Discussion / Результаты и обсуждение

В статье рассмотрены различные этапы создания первой ТЭЦ: строительства силовой электростанции “Бельгийским анонимным обществом электрического освещения г. Санкт-Петербурга”, особенности применяемого состава оборудования, вида топлива, появление паровых турбоагрегатов, период гражданской войны, создание первых тепловых магистралей для ближайших трех потребителей с разными видами тепловой нагрузки, строительство крупных тепловых магистралей, позволивших окончательно перевести ГЭС-3 из режима работы силовой электростанции в режим работы ТЭЦ.

3.1 The history of State Power Plant - 3 (SPP-3) before 1924 / История ГЭС-3 до 1924 г.

Первые центральные электростанции в Санкт-Петербурге связаны с русским отделением фирмы “Сименс и Гальске”, а также Высочайше Утвержденным “Обществом электрического освещения”, главным акционером которых являлся Карл Федорович Сименс. Благодаря их действиям в столице в период с 1883 по 1889 г. были созданы электростанции на базе паровых поршневых машин локомотивного типа на баржах на р. Мойка и р. Фонтанка, а также в зданиях на набережной Екатерининского канала вблизи Казанского собора и у цирка Чинизелли. Они обеспечивали освещение дуговыми фонарями Невского проспекта и прилегающих улиц, а также лампами накаливания частных жилых и общественных помещений в этом районе. Эти станции проработали до конца 19 века, когда им пришли на замену три более крупные и современные центральные электростанции разных собственников. Также известна центральная электростанция инженера Н. В. Смирнова, проработавшая на 12-й линии Васильевского острова с конца 1894 г. по 1908 г. [2].

Следует отметить, что в Петербурге к 1900 г. действовали 276 частных блок-электростанций, которые обеспечивали электроэнергией отдельные здания или предприятия [3].

В 1897 г. 27 апреля начала свою работу центральная электростанция кельнского общества “Гелиос” по адресу ул. Новгородская, 12–14 (впоследствии ГЭС-2). В 1898 г. 22 мая “Бельгийское анонимное общество электрического освещения г. Санкт-Петербурга” ввело в работу центральную электростанцию по адресу наб. р. Фонтанка, 104, которая впоследствии получила наименование Государственная электростанция №3 (ГЭС-3). В 1898 г. 16 ноября “Общество электрического освещения 1886 г.” завершило строительство новой центральной электростанции по адресу наб. Обводного канала, 76 (впоследствии ГЭС-1).

Следует отметить, что до настоящего времени все три объекта сохранились в виде ЭС-1, ЭС-2 и ЭС-3 Центральной ТЭЦ ТГК-1. Электрогенерация прекращена только на ЭС-3 с 2017 г. В настоящее время она работает в качестве подкачивающей насосной станции.

История создания ГЭС-3. Особенность станции при ее создании – большое число паровых машин. К 1900 г. было установлено 14 машин общей мощностью 8620 л. с., в том числе 4 по 700 л. с., 9 по 600 л. с., 1 в 420 л. с. [3]. По проекту предполагалось 20 паровых машин. Все машины вертикальные, тройного расширения с охлаждением пара, аналогичные машинам, установленным на станции инженера Н. В. Смирнова на 12-й линии Васильевского острова.

Топливом являлся ньюкастлский и кардифский уголь, доставляемый на баржах по Введенскому каналу, либо по р. Фонтанка. Холодильники для конденсации выхлопного пара паровых машин впрыскивающие и расположены в основном под полом машзала также по аналогии со станцией инженера Н. В. Смирнова. Котлы водотрубные завода Фицнер и Гампер. К 1900 г. установлено 22 котла, по проекту – 24 котла. Давление пара в коллекторах котлов 13 ати.



Для 24 котлов были предусмотрены 4 дымовых трубы высотой 42,5 м с диаметром устья 2,1 м, которые сохранились до сих пор. Кабельная сеть от этой электростанции к 1900 г. достигла для частного освещения 275 км, для уличного освещения 60 км.

В 1903 г. была установлена паровая турбина «Парсонс» производства фирмы Броун-Бовари мощностью 680 кВт. В период с 1911 по 1914 г. были введены в работу семь котлов системы «Бабкок-Вилькокс» и шесть котлов фирмы «Фицнер и Гампер» с ручными угольными топками. В машинном отделении в это время работали 10 вертикальных паровых машин и 6 паровых турбин «Парсонс» общей мощностью около 18 МВт.

Описание работы ГЭС-3 в период с 1914 по 1924 г. В статье Вульфа А. В. [4] приводится краткая история работы электростанций Петербурга-Петрограда в период с 1904 по 1922 г., в том числе ГЭС-3 (станции Бельгийского общества).

На ГЭС-3 вырабатывался однофазный ток при напряжении 2000 В частотой 42,5 Гц. К началу войны 1914 г. электрическая мощность станции Бельгийского общества составила 5660 кВт для паровых поршневых машин и 14960 кВт для паровых турбин, площадь поверхности паровых котлов достигла 6088 м², годовой отпуск электроэнергии достигал 17,8 млн кВт·ч. Во время 1-й мировой войны с 1914 г. станции испытывали большие проблемы с получением топлива, но, тем не менее, до 1916 г. происходил рост отпуска электроэнергии. В военный период были большие затруднения с плановыми ремонтами из-за отсутствия резервного оборудования. Частая смена топлива (английский уголь, донецкий уголь, антрацит, нефть, в революционный период – дрова, торф) заставляли постоянно переделывать топки котлов. Во время гражданской войны станции находились в крайне сложных условиях. Это было связано с ограничениями в подаче электроэнергии на освещение до 4-х часов сутки в темное время и до полного отсутствия электроэнергии в светлые месяцы года, а также с проблемным для станций периодом бесплатных коммунальных услуг.

В 1920 г. появляется план ГОЭЛРО [5]. В соответствии с ним меняется стратегия в развитии электроэнергетики в стране. Так как качественный английский уголь стал недоступен, то был взят курс на развитие гидроэлектростанций и станций, работающих на местных видах топлива – торфе, каменных и бурых углях. В Северо-Западном регионе было решено строить гидроэлектростанции на р. Волхов мощностью до 60 МВт (срок ввода в работу 1924 г.) и на р. Свирь мощностью до 210 МВт. В Петрограде продолжили строить станцию «Красный Октябрь» мощностью до 60 МВт. При этом по плану ГОЭЛРО ГЭС-2, ГЭС-3, ГЭС-4 переводились в режим резервных станций. Со временем ГЭС-3 должна была прекратить выработку электроэнергии и стать подстанцией ГЭС-1.

Пожар на ГЭС-3. 23 марта 1922 г. на ГЭС-3 случился пожар, начавшийся в трансформаторном помещении, примыкающем к котельной [6]. В результате сгорела крыша котельного помещения, в машинном зале сгорела и обрушилась крыша с металлическими стропилами. Это привело к разрушению генераторов поршневых машин и их распределительного щита. Паровые котлы, паровые турбины, их генераторы со щитами почти не пострадали. Сгорели все соединительные кабели, аккумуляторная батарея.

После восстановления повреждений паровых турбин и генераторов общая мощность станции составила 14,28 МВт. При этом имелись неисправности отдельного оборудования турбин – конденсаторов турбин мощностью 1600 кВт и 680 кВт. Одна турбина мощностью 1600 кВт была неисправна, вторая той же мощности, учтенная в балансе, работала на выхлоп в атмосферу [7].

К концу апреля ГЭС-3 возобновила выдачу электроэнергии подключенным потребителям в полном объеме, хотя восстановительные работы продолжались до конца года.

На станции имелось хранилище мазута емкостью 500 тн с получением его по нефтепроводу с Царскосельского (Витебского) вокзала. На территории ГЭС-3 был дефицит свободного места, не было его и для склада запаса твердого топлива.

3.2 Biography of Gunther L. L. / Биография Гинтера Л. Л.

Основная роль в создании первой ТЭЦ в России принадлежит инженеру Гинтеру Л. Л.



3.2.1 Information from archival documents / Информация из архивных документов

В качестве источников информации использовались архивные и прочие материалы [8–14], статья-некролог, опубликованная в журнале “Тепло и сила” проф. Ж. Л. Танер-Таненбаумом [15].

Леонтий Леонтьевич Гинтер родился в С.-Петербурге 22 июня 1876 г. в семье купца. В составе [10] имеется справка от ноября 1926 г., озаглавленная “Жизнеописание”, в которой приводится следующая информация. Национальность – русский при очевидных немецких корнях. Окончил Реальное училище при церкви Святой Анны в 1895 г. Высшее образование получил на Механическом факультете Политехникума в Риге, окончил Электротехническое отделение Политехникума в Дармштадте (Германия) в 1901 г. со званием диплом-инженера.

Таким образом, видно, что Гинтер имел широкое и универсальное образование, которое нашло применение в его деятельности на ГЭС-3. Он имел познания как в тепломеханике, так и в электротехнике, что было тогда и сейчас большой редкостью.

С 1901 по 1917 г. служил в разных акционерных обществах, главным образом, в качестве мон-тажного инженера. С 1917 г. по 1919 г. работал на III-й Государственной Электростанции (ГЭС-3), с 1919 г. по 1921 г. в Откомхозе (Отдел коммунального хозяйства), с 1921 г. – главным инженером ГЭС-3, с 1928 г. – зав. отделом теплофикации в Северо-Западном отделении Госпромтреста “Тепло и сила”.

В частности, работал инженером в следующих фирмах: “Шуккерт и К°” во Франкфурте, “Сименс и Гальске” и “Всеобщая Компания Электричества (AEG)” в С.-Петербурге, в Донецко-Юрьевском металлургическом обществе в Екатеринославской губернии. В 1906–1907 гг. он был представителем фирмы “Сименс и Гальске” при выполнении работ в Таврическом дворце, когда его арендовала Государственная Дума [11]. В период с 1912 по 1915 г. имел Собственное Консультационное Бюро в Ленинграде. В 1930–1931 годах он активно участвовал в работе комиссии при Главэнерго, занимавшейся стандартизацией теплофикационных турбин.

С 6 октября 1926 г. по 1 февраля 1930 г. Гинтер Л. Л. работал в должности преподавателя (сверхштатного доцента) совместителем на Механическом факультете в Политехническом институте им. М. И. Калинина. Руководил дипломным проектированием центральных теплосиловых станций в осеннем семестре. На эту работу он был приглашен проф. М. В. Кирпичевым.

Наиболее информативно о своей жизни рассказал сам Гинтер в автобиографии, написанной в мае 1926 г. и хранящейся в Российском государственном архиве экономики, г. Москва [14].

В период работы на ГЭС-3 Гинтер проживал по адресу: наб. Фонтанки, 104, кв. 6, то есть, в жилом доме, построенном Бельгийским обществом в 1898 г. на территории электростанции. В политических партиях Гинтер не состоял. Был женат.

3.2.2 Gunther 's works from 1928 to 1932 / Работы Гинтера с 1928 по 1932 г.

Проведение своих планов теплофикации в жизнь для крупных ТЭЦ Ленинграда в период с 1926 по 1928 г. сопровождалось конфликтом Гинтера с руководством Электротокка. В результате в марте 1928 г. Гинтер вынужден был уйти с должности главного инженера ГЭС-3. Тем не менее, воплощение его планов на этой станции продолжили его коллеги. В 1929 г. был установлен противоаварийный турбогенератор мощностью 5 МВт на основе паровой турбины Лавалья. Появились другие ТЭЦ в Ленинграде и Москве. Последним крупным проектом Гинтера на посту зам. главного инженера ленинградского отделения треста “Энергострой” был проект мощной Московско-Нарвской ТЭЦ в Ленинграде с давлением свежего пара 120 ата.

Следует отметить, что Гинтер выступал с докладами на съезде теплофикаторов и на 2-м, 3-м и 4-м теплотехнических съездах, публиковал статьи и брошюры, отражающие опыт создания первых систем теплоснабжения на базе ТЭЦ [16–23]. Им был разработан метод разделения затрат топлива на ТЭЦ между электрической и тепловой энергией, так называемый “треугольник Гинтера”. Этот способ позволял изменять затраты на производство электроэнергии из различных соображений при сохранении общего расхода топлива на станции.

Публикации о теплофикации на ГЭС-3 с разной степенью детализации и за разные периоды работы системы теплоснабжения, а также обобщение результатов приведены в [24–35].

Petrushchenkov, V. A.

The history of the creation of the first Combined Heat and Power Plant in Russia; 2021; *AlfaBuild*; 19 Article No 1905. doi: 10.34910/ALF.19.5



Л. Л. Гинтер скончался после продолжительной болезни 19 октября 1932 г. в Ленинграде в возрасте 56 лет. Он был похоронен на Казачьем кладбище (Коммунистической площадке) в Александро-Невской Лавре.

3.3 The role of other specialists in the creation of the first Combined Heat and Power Plant (CHPP) / Роль других специалистов в создании первой ТЭЦ

Ряд специалистов также принимал определенное участие на разных стадиях создания первой ТЭЦ. К 1924 г. экономичность ГЭС-3 не превышала 10%, поэтому “Электроток” предполагал закрыть эту станцию в 1924 г. и перевести ее в режим работы трансформаторной подстанции ГЭС-1. Предотвратить закрытие станции могло только существенное повышение ее экономичности. Самым очевидным способом решения этой проблемы была выработка тепловой энергии (отбросного тепла) на станции с помощью отработанного в паровых турбинах пара (выхлопного, или отбросного пара).

Большой вклад в появление первой ТЭЦ был сделан профессором Дмитриевым В. В. Он был практиком и теоретиком строительства электростанций. Комбинированные энергоустановки для производства электрической и тепловой энергии Дмитриев начал пропагандировать в курсе лекций на Электротехническом факультете Электротехнического института с 1908 г. [36].

В 1909 г. Дмитриев В. В. принял активное участие наряду с техником VI класса Кабинета Его Императорского Величества Поповым Н. В. в составлении вариантов проекта теплосилового блок-станции новой Государственной Типографии (с 1922 г. типография “Печатный двор”) на основе конденсационных паровых турбин с отбором пара и дизель-генератора [37]. В 1910 г. первая очередь этой станции уже работала в теплофикационном режиме [38].

В 1910 г. Дмитриев спроектировал энергоисточник для 37 корпусов больницы Петра Великого, в котором предусматривалось использование двигателей разного типа, а также одновременное производство электрической и тепловой энергии. В 1911 г. по его проекту была создана теплосиловая блок-станция в тюрьме “Кресты”, в 1912 г. выполнена аналогичная установка на генераторной станции Электротехнического института.

Проблемы нехватки топлива в первые годы после гражданской войны стимулировали обращение к этой теме. На Съезде электриков в 1922 г., посвященном 30-летию Электротехнического института, Дмитриев сделал доклад о применении теплофикации с когенерацией в городах. 9 февраля 1923 г. на заседании Русского Технического Общества он сделал аналогичный доклад на тему “Теплоэлектрические станции в городах с интенсивной застройкой”, в котором сослался на пример теплоснабжения корпусов Охтинской больницы (бывшая Петра Великого) и на возможность пере-оборудования ГЭС-3 в теплосиловую электростанцию вместо ее закрытия [39].

В период с 1 мая по 1 сентября 1923 г. (вероятно, в мае) в соединенном заседании Электроплана с Секцией Сильных Токов ЦЭС Дмитриев сделал подробный доклад о проекте преобразования ГЭС-3 в теплосиловую станцию, обеспечивающую отопление близлежащего района [40]. В июне 1923 г. им был представлен проект на эту же тему в Электроплан СССР. После его обсуждения в разных отделах этого учреждения были выделены деньги на осуществление первого этапа проекта [35, с. XI, XII]. В докладе Электроплану СССР Дмитриев привел расчеты, подтверждающие возможность превращения ГЭС-3 в ТЭЦ [32].

3.3.1 Operation of SPP-3 according to the Dmitriev V. V. project in the CHPP mode / Работа ГЭС-3 по проекту Дмитриева В. В. в режиме ТЭЦ

В названном выше докладе Дмитриева Электроплану СССР были рассмотрены режимы работы на ГЭС-3 четырех конденсационных паровых турбин Curtis Parsons производства завода Броун-Бовери единичной мощностью от 1600 до 4500 кВт с выработкой тепловой энергии выхлопным паром.

Основной идеей проф. Дмитриева В. В. был перевод всех паровых турбин с конденсационного на режим работы при ухудшенном вакууме с увеличением скорости вращения вала турбины с 1275 до 1500 об/мин. Расчетным удельным параметром была величина 1500 килокалорий



полезной тепловой энергии на выработанный кВт·ч электроэнергии для чисто конденсационного режима работы.

С учетом удельного расхода пара на номинальном режиме работы турбин при параметрах свежего пара 12 ата и 260°C эффективный КПД паровых турбоагрегатов был определен на основе фактических измерений параметров. В итоге с небольшим запасом были приняты значения эффективного КПД: для турбин мощностью 4,5 МВт – в 60%, для турбин мощностью 3,0 и 1,6 МВт – в 50%.

Для этих исходных данных Дмитриевым были получены следующие проектные характеристики для разных турбоагрегатов, работающих в теплофикационном режиме.

Турбогенератор мощностью 4,5 МВт. Параметры свежего пара 12 ата, 260°C, давление в конденсаторе 0,2 ата, температура пара в конденсаторе 60°C, температура конденсата 57°C. Расход пара через турбину для повышенных оборотов турбины 31 т/ч, мощность генератора 3,65 МВт. Температура сетевой воды на входе 39°C, на выходе 58°C. Количество тепла, переданного сетевой воде, составит 4692 ккал/(кВт·ч), или при указанной мощности генератора 17,126 Гкал/ч. Расход сетевой воды 900 т/ч.

Турбогенератор мощностью 3,0 МВт. Параметры свежего пара 12 ата, 260°C, давление в конденсаторе 0,2 ата, температура пара в конденсаторе 60°C, температура конденсата 57°C. Расход пара через турбину для повышенных оборотов турбины 24,2 т/ч, мощность генератора 2,375 МВт. Температура сетевой воды на входе 39°C, на выходе 58°C. Количество тепла, переданного сетевой воде, составит 5804 ккал/(кВт·ч), или при указанной мощности генератора 13,785 Гкал/ч. Расход сетевой воды 725 т/ч.

Турбогенератор мощностью 1,6 МВт. Так как эта турбина может обеспечить электрическую номинальную мощность даже для небольшого противодавления, то было принято решение использовать ее выхлопной пар для дальнейшего подогрева отходящей циркуляционной сетевой воды от первых 3-х турбин до температуры 52–66 °С. Для этой турбины требуется установка нового поверхностного подогревателя-конденсатора давление в конденсаторе 0,25 ата, температура пара в конденсаторе 66°C, температура конденсата 63°C, температура сетевой воды 64°C. Расход пара через турбину 17 т/ч. Тепловая мощность, передаваемая сетевой воде, равна 9,75 Гкал/ч.

Таким образом, по проекту при работе 3-х паровых турбин электрическая мощность станции составила 7,625 МВт, при работе 4-х турбин – 11,275 МВт. Отпускаемая тепловая мощность в первом варианте была бы равна 40,751 Гкал/ч, во втором – 57,877 Гкал/ч. Очевидно, что эти характеристики могли служить только ориентиром для поэтапного увеличения присоединенной тепловой нагрузки ГЭС-3, работающей в режиме ТЭЦ.

Экономия в валовой себестоимости производства двух видов энергии на ГЭС-3 в сравнении с отдельным их производством. Годовая экономия при работе ГЭС в режиме теплофикации и использовании нефти для выработки электроэнергии минимальна в сравнении с другими видами топлива и равна 1,243 млн. руб. для варианта 1 и 2,462 млн руб. для варианта 2. Так как для варианта 2 дополнительные капитальные затраты равны 6,6 млн руб., то простой срок их окупаемости оценивался величиной 2,68 года.

3.3.2 Participation of other specialists / Участие других специалистов

В испытаниях подземных теплопроводов на тепловые потери принимали участие профессор Дмитриев В. В., Кирпичев М. В., инженер Бродский Е. Ф. Разработкой способов присоединения систем отопления, вентиляции к тепловой сети занимался проф. Аше Б. М. В процессах эксплуатации системы теплоснабжения ГЭС-3 и проведении опытов принимал участие инженер Танер-Таненбаум Ж. Л. Испытаниями разных систем на ГЭС-3 занимались инженеры Яковлев Е. Н., Овчинников Н. В. Инженер Рукавишников Н. В. распространял опыт ГЭС-3 на другие электростанции.

3.4 The first stage of the implementation of the SPP-3 reconstruction plan / Первый этап реализации плана реконструкции ГЭС-3

После гражданской войны положение в экономике было очень непростое. Поэтому был предложен план поэтапного присоединения абонентов к тепловым магистралям ГЭС-3. В первую



очередь необходимо было подключать тепловых потребителей, имеющих системы центрального отопления. Такие здания в районе ГЭС-3 имели объем около 1260000 м³. Их годовая тепловая нагрузка с учетом бань и больниц была равна 60000 Гкал при выработке 12 млн кВт·ч электроэнергии. Подключение новой центральной прачечной увеличивало выработку тепла до 90000 Гкал и электроэнергии до 18 млн кВт·ч. Отмечалось, что тепло в прачечную может выдаваться в виде отработанного пара турбонасосов. Второй вариант – использовать пар из отбора паровых турбогенераторов мощностью 4,5 МВт, в который подавался пар от турбонасосов.

Приведенное описание отражает суть предложений Дмитриева В. В. и Гинтера Л. Л., на основе которых выполнялись работы по превращению электростанции ГЭС-3, работавшей по простому циклу, в теплосиловую станцию, или теплоэлектроцентраль (ТЭЦ).

3.4.1 The history of the creation of the heat supply system from the heat power station / История создания системы теплоснабжения от теплосиловой станции

Руководство “Электроток”, в составе которого находилась станция ГЭС-3, одобрило план по повышению ее эффективности за счет превращения в теплосиловую станцию.

Предстояло решить целый ряд новых задач, среди которых были разработка тепловой схемы теплосиловой станции, выбор вида теплоносителя системы теплоснабжения, конструкции каналов тепловой сети, вида и способа устройства эффективной тепловой изоляции трубопроводов, схемы присоединения потребителей систем отопления, вентиляции, горячего водоснабжения к тепловой сети, способов регулирования сезонной тепловой нагрузки при разной температуре наружного воз-духа, способов определения себестоимости электрической и тепловой энергии.

В качестве теплоносителя тепловой сети была выбрана горячая вода, циркулирующая в подземных теплоизолированных трубопроводах. Нужно было доказать, что в тепловой сети ее температура будет сохранять свое значение при длине трубопроводов в сотни и тысячи метров. В связи с этим Гинтер Л. Л. провел испытания теплопроводов на территории станции с целью определения тепловых потерь и темпов падения температур теплоносителя. В дальнейшем были также решены проблемы конструктивного исполнения каналов, камер, вида и способа крепления тепловой изоляции. При наружной температуре -20°C темп падения температур составил $1,4^{\circ}\text{C}/\text{м}$ и $0,8^{\circ}\text{C}/\text{м}$ для подающей и обратной трубы соответственно.

Было принято решение использовать в качестве тепловой изоляции пробковую скорлупу. Форма канала приняла вид железобетонного желоба со средней перегородкой, в качестве перекрытия использовались железобетонные плиты.

В составе первых тепловых магистралей были смотровые колодцы и участки монтажных камер, с помощью которых можно было монтировать или заменять одни трубы на другие на прямых участках тепловой магистрали. Это позволяло не вскрывать тепловую сеть при ремонтных работах.

3.4.2 Implementation of the first heat supply systems of SPP-3 in the period from 1924 to 1926 / Реализация первых систем теплоснабжения ГЭС-3 в период с 1924 по 1926 г.

Проекты проф. Дмитриева и инженера Гинтера предполагали отпуск тепла потребителям при работе конденсационных турбин станции в режиме ухудшенного вакуума.

В связи с малой тепловой нагрузкой, а также разными видами тепловых потребителей на самом первом этапе реализовать такую схему было невозможно. Поэтому представляет интерес изучение тех способов приготовления тепла, которые имели место в действительности с учетом работающего оборудования на станции в тот период.

3.4.2.1 Residential building at 96 Fontanka River Embankment / Жилой дом по адресу наб. р. Фонтанка, 96

Самым первым зданием, в которое подали тепло от ГЭС-3, был жилой дом по адресу наб. р. Фонтанки, 96. Этот дом 6-и этажный, кирпичный, с двумя дворовыми колодцами был выстроен в 1904 г., как доходный дом. Он расположен на расстоянии около 70 м от здания электростанции. К 1924 г. в нем 72 комнаты, занимавшие предположительно весь 6-й этаж [8], имели центральное отопление. Это означает, что в них ранее были смонтированы системы водяного отопления, работающие при естественной циркуляции воды. Тепло к потоку воды подводилось в котле, размещенном в подвальном помещении в центральной части здания. До 1917 г. топливом для котельных, расположенных в центральной части города, являлся бездымный уголь. В 1924 г. при дефиците топлива это мог быть уголь низкого качества или дрова. Объем отапливаемых помещений был равен около 8000 м³, их площадь около 1500 м². Расчетная тепловая мощность этой системы отопления была равной 0,1 Гкал/ч [34], отпуск тепла за отопительный сезон 1925/26 года составил 276 Гкал [16]. Следует подчеркнуть, что тепло было подано только для работы системы отопления. Центральное горячее водоснабжение в этом доме отсутствует до сих пор.

На рис. 1 показаны первые три тепловые магистрали, в том числе магистраль к жилому дому No.96.

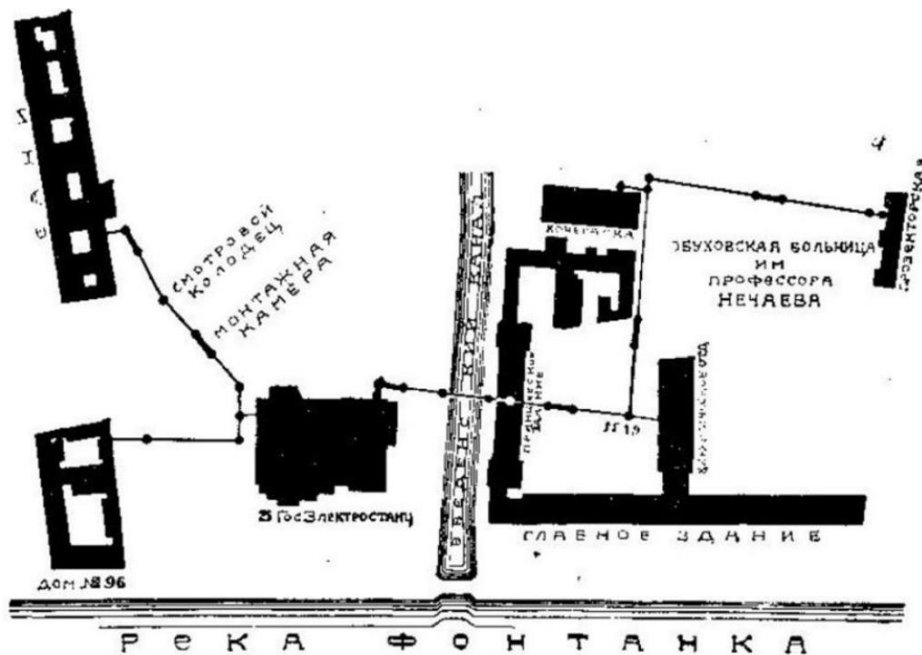


Fig. 1 - Scheme of thermal mains of the first three consumers of SPP-3

Рис. 1. Схема тепловых магистралей первых трех потребителей ГЭС-3

Эта двухтрубная магистраль была проложена подземно в непроходном канале, диаметр труб 4" (Ду100 мм), трубы в пробковой теплоизоляции. В ее составе было только три смотровых колодца, монтажные камеры отсутствовали.

При указанной нагрузке 0,1 Гкал/ч расход воды при разности температур прямой и обратной воды $80-50=30^{\circ}\text{C}$ равен 0,000925 м³/с, скорость воды равна 0,12 м/с. Очевидно, что при столь малой тепловой нагрузке потребителя работа на выхлопном паре турбин станции была нецелесообразной, так как при этом пришлось бы переводить турбину на режим работы при ухудшенном вакууме и отбирать от выхлопного пара очень малую часть его расхода порядка 0,17 т/ч на систему отопления с нагрузкой 0,1 Гкал/ч. На станции паровой турбиной минимальной мощности была конденсационная турбина Парсонса мощностью 680 кВт. При ее работе на ухудшенный вакуум 0,08 МПа абс. и пара-метрах свежего пара 1,4 МПа, 300^oC расход пара через нее равен 2,5 т/ч. Очевидно, что работать только на такую малую тепловую нагрузку турбина не могла.

Поэтому подогрев обратной сетевой воды производился свежим паром. Гинтер в [16] пишет, что тепловая нагрузка для дома No.96 отпускалась в особом пароводяном теплообменнике при нагреве воды в зависимости от температуры наружного воздуха. Он его тип не уточняет. Для циркуляции нагретой воды применялся "миниатюрный электронасосик". На 3-м Всесоюзном теплотехническом съезде, состоявшемся в ноябре 1926 г., Гинтер сообщает, что до сих пор нагрев теплоносителя производится острым паром.



Для первых месяцев работы в 1924 и в начале 1925 г. наиболее правдоподобно выглядит вариант применения смесительного пароводяного теплообменника, использующего острый пар, и циркуляционный электрический насос, обеспечивающий расход горячей воды 3,33 м³/ч.

Для первого теплового потребителя с нагрузкой 0,1 Гкал/ч применялось качественное регулирование тепловой нагрузки с температурным графиком 80–50°C и постоянным расходом циркулирующей воды в системе.

В дальнейшем отопительная и вентиляционная нагрузка всех потребителей регулировалась иначе – способом количественного регулирования. В этом случае большую часть отопительного периода поддерживалась температура воды равной 100°C, в зависимости от температуры наружного воздуха менялся ее расход. В особо холодные дни температура воды повышалась до 115°C, то есть, использовалась перегретая вода под давлением до 10 ати.

3.4.2.2 Former Egorievsk baths / Бывшие Егорьевские бани

Тепловая магистраль бань состояла из двух теплоизолированных трубопроводов диаметром 4” (Ду100 мм), проложенных в непроходных каналах. В ее составе было два монтажных участка длиной по 11 м, а также 3 смотровых колодца. Ее общая длина, вероятно, с учетом трубопроводов в здании станции и в здании бань составляла 215 м. Она служила для подачи воды в баки горячей воды температурой 80–85°C, приготовленной на станции. Для этого нужен был один трубопровод. Второй был проложен с функцией резервного, а точнее, на перспективу в качестве обратного трубопровода при присоединении систем отопления зданий к этой тепловой магистрали в будущем.

Приготовление горячей воды для бань в 1925 г. описано Гинтером и Бродским в [21]. Вода из городского водопровода поступала в резервуар, в котором были установлены несколько змеевиков. Фактически это был емкостной нагреватель воды. В змеевики подавался пар острый, либо отработанный пар от малых вспомогательных турбин. Вероятно, речь идет о двух конденсационных турбинах единичной мощностью 680 кВт. После нагрева воды до 80–85°C она подавалась центробежным насосом в теплопровод на заполнение баков горячей воды, установленных в банях. В начале и в конце магистрали были установлены показывающие термометры, а также водомеры. Для предотвращения переполнения баков бань в них были установлены электрические указатели уровня воды, изготовленные на станции. Поплавки в баках перемещали ручки реостатов, которые формировали падение напряжения на контрольном проводе, проложенном между баней и станцией. Для каждого бака использовались три вольтметра, выполняющие роль указателя уровня воды в баке. Один из них находился в помещении заведующего банями, два других по концам тепловой магистрали. От заведующего бани поступают указания о необходимости подачи воды в баки бани.

В [16] Гинтер приводит описание другой схемы приготовления горячей воды на основе скоростного напорного парового бойлера. При недостаточном напоре воды в водопроводной сети включается в работу подкачивающий насос водопроводной воды. В отличие от вышеописанной схемы здесь используется скоростной кожухотрубный пароводяной подогреватель. Номинально источником пара являлся выхлопной пар паровой турбины. При необходимости может использоваться свежий пар после редуцирования.

За 1926 г. баням было отпущено 3400 Гкал, то есть, средняя часовая нагрузка составила 0,388 Гкал/ч. Ориентировочная максимальная часовая нагрузка при заполнении баков равна 0,7 Гкал/ч, что соответствует электрической мощности паровой турбины 230 кВт.

3.4.2.3 Obukhov Hospital / Обуховская больница

Тепловая Обуховская магистраль состояла из двух теплоизолированных трубопроводов диаметром 5” (Ду125 мм), проложенных в непроходных каналах. Переход через Введенский канал выполнялся теплоизолированными теплопроводами, расположенными на деревянном мосту. Общая длина магистрали равнялась 400 м. В ее составе было три монтажных участка длиной по 11 м, а также 9 смотровых колодцев.

У этой магистрали было три вида тепловых потребителей: отопление, вентиляция, нагрузка горячей воды для ванн и прачечной. Реконструкция ГЭС-3 по времени совпала с капитальным ремонтом Обуховской больницы. Вначале в больнице хотели обновить печное отопление и



паровую котельную, обеспечивающую приготовление горячей воды для паровой кухни и прачечной. Но с учетом создания систем теплоснабжения ГЭС-3 было решено выполнить центральное отопление и вентиляцию, а также получать воду на нужды горячего водоснабжения от станции. Для подстраховки решили паровые котлы кочегарки больницы подключить к системе отопления зданий больницы через пароводяной бойлер. Этот теплообменник выбрали такого типа, чтобы он мог отпускать тепло вторичному контуру, как от горячей воды, получаемой в бойлере на станции, так и от пара паровых котлов кочегарки больницы. Он был установлен в помещении кочегарки. В результате была реализована схема, которая учитывала разные параметры горячей воды у потребляющих систем в течение года. Один из теплообменников ГВС работает на заполнение бака прачечной, второй на бытовые нужды больницы – краны горячей воды раковин и ванн. В этой схеме циркуляция воды в первичном и вторичном контурах обеспечивается циркуляционными центробежными насосами.

Температура воды в подающей линии на станции находилась на уровне 80–100°C в зависимости от температуры наружного воздуха, в обратной линии около 50°C.

Годовой отпуск тепла за 1926 г. составил 6500 Гкал. Среднечасовая нагрузка была равной 0,74 Гкал/ч. Максимальную часовую нагрузку можно в первом приближении оценить в 2,5 Гкал/ч.

Низкие потери тепла, приводящие к падению температуры с темпом порядка 1 °С/км, определенные в опытах на этой магистрали при участии проф. Дмитриева В. В., Кирпичева М. В. и Аше Б. С. привели к выводу о возможности работы паровых турбин с противодавлением на уровне 1,1–1,2 ата. В связи этим было решено работать в течение отопительного периода при постоянной температуре воды в подающей магистрали 100°C и поднимать ее до 115°C только в очень холодные дни. Повышение температуры греющей воды позволяло иметь бойлеры у потребителей как для систем отопления, так и для ГВС относительно небольшой поверхности и металлоемкости. Расход сетевой воды при этом уменьшался, как и затраты на циркуляцию горячей воды в тепловой сети.

После строительства и проведения пусконаладочных испытаний первых трех магистралей с потребителями разных типов в ноябре 1926 г. Гинтер подготовил вторую докладную записку в Правление «Электроток». В ней он наметил район, подлежащий теплоснабжению, с общей годовой выработкой 100 000 Гкал тепловой энергии и 17 млн кВт·ч электрической энергии.

Переоборудование ГЭС-3 по этому плану превращало ГЭС-3 в полноценную ТЭЦ. Отпускная цена на Гкал тепла составила бы 7 руб. за Гкал, за кВт·ч электроэнергии – 2,8 коп. Процесс строительства был разбит на 3 этапа с финансированием очередями: на 1-й и 2-й очереди по 500000 руб., на 3-й очереди 300000 руб. При частичном финансировании 1-й очереди в строительный сезон 1927 г. были выстроены 3 тепловых магистрали.

1. Магистраль по левому берегу Фонтанки до дома No.54 длиной 1200 м.

2. Магистраль по правому берегу Фонтанки до Чернышевской площади, через подвал Осткомхоза вдоль улицы Росси на площадь Островского до Публичной библиотеки длиной 1500 м.

3. Магистраль для снабжения теплом казарм на Рузовской улице длиной 800 м.

Проект 1-й очереди переоборудования самой ГЭС-3 для решения поставленных задач был разработан в апреле 1928 г. с опорой на опыт эксплуатации опытных теплопроводов в период с 1924 по 1926 г. [25].

Дальнейшее расширение системы теплоснабжения выполнялось по плану Комиссии по теплофикации при Главэлектро ВСНХ СССР. В соответствии с этим планом должны были быть присоединены Эрмитаж, Европейская Гостиница, Русский Музей, Дом книги, Пассаж.

В 1928 г. программой максимум для ГЭС-3 была годовая выработка 250000 Гкал тепла и 50 млн кВт·ч электрической энергии. Фактически в зону действия ТЭЦ на основе ГЭС-3 предполагалось вовлечь весь район между Фонтанкой и Невой.

3.4.3 The content of publications on the reconstruction of SPP-3 in the periodical press / Содержание публикаций о реконструкции ГЭС-3 в периодической печати

Короткие заметки о вводе в работу первых тепловых магистралей и подключении городских тепловых потребителей были опубликованы в ноябре и декабре 1924 г. в газете «Красная газета. Вечерний выпуск». Ниже приводится их дословное содержание.

Petrushchenkov, V. A.

The history of the creation of the first Combined Heat and Power Plant in Russia; 2021; *AlfaBuild*; 19 Article No 1905. doi: 10.34910/ALF.19.5



№. 259 (649) от 13 ноября 1924 г., четверг, с. 2 [42].

Название заметки «Оборудование теплопровода».

«Приступлено к эксплуатации вновь оборудованного теплопровода на 3 электростанции. Первый опыт подачи горячей воды в один из ближайших домов дал весьма благоприятные результаты. Установлено, что температура горячей воды при поступлении со станции в обслуживаемый дом теряет только незначительную часть тепла, не более 1–2 градусов.

В непродолжительном времени электростанция будет обслуживать целый ряд близлежащих домов.»

№. 269 (659) от 25 ноября 1924 г., вторник, с. 4 [43; 44, с. 28].

Название заметки «Теплопровод в Ленинграде».

«(Беседа с зав. 3 электростанцией, инж. Л. Л. Гинтер)

На 3 электростанции удачно осуществлен первый опыт снабжения горячей водой одного из близлежащих домов. О дальнейшей работе теплопровода зав. станцией, инженер Л. Л. Гинтер сообщил нашему сотруднику следующее:

– Разработанный нами проект теплопровода, предусматривающий обслуживание обширного района, является новшеством не только для Ленинграда, но, пожалуй, и для всей республики.

Первая проба – подача горячей воды в дом №. 96 по Фонтанке – дала, в общем, вполне благоприятный результат. Оказалось, что потеря тепла в трубопроводе достигает всего только 3 градусов. В будущем же, когда вода в трубах будет циркулировать от 5 до 10 раз скорее, чем в настоящее время, потеря тепла будет значительно меньше.

Любопытно отметить, что от жильцов обслуживаемого станцией дома поступило несколько заявлений с указанием на чрезмерную жару (18–19 гр.).

В ближайшем строительном сезоне работа будет развернута в городском масштабе. Намечена прокладка магистралей теплопровода до Публичной библиотеки и по направлению к Международному пр. (Московский пр.). Это даст возможность целому ряду домов, имеющих центральное отопление, прибегнуть к услугам станции.

В настоящее время заключен договор с бывш. Егоровскими банями. Уже закончена прокладка труб и через несколько дней бани будут получать горячую воду со станции.

Дорого ли обходится такое отопление?

В настоящем случае расчеты показали, что при восстановлении собственного котла, отопление (расход на топливо и истопников) обошлось бы в два раза дороже, чем в настоящее время, когда дом пользуется услугами станции.»

Из этих заметок следует, что дата 25 ноября для начала работы первой тепловой магистрали взята в качестве официальной неточно. Гинтер Л. Л. называет начало работы 1-й магистрали в одной работе 1 ноября [16], в другой 10 ноября 1924 г. [18], как и в [25]. Вероятно, это даты, между которыми проводились испытания на работы всех звеньев системы теплоснабжения. Очевидно, что более правильно называть конкретную дату рождения теплофикации от ГЭС-3 10 ноября, либо период с 1 по 10 ноября 1924 г. Статья в №. 259 от 13 ноября это подтверждает.

3.5 Conversion of SPP-3 into CHPP / Переоборудование ГЭС-3 в ТЭЦ

В апреле 1928 г. после ухода Гинтера Л. Л. из руководства ГЭС-3 был разработан проект 1-й очереди переоборудования ГЭС-3 в ТЭЦ на основе данных строительства и эксплуатации опытных систем теплоснабжения в период с 1924 по 1926 г.

В проекте были сформулированы следующие основные положения.

1. В качестве теплоносителя используется горячая вода, подаваемая потребителям в теплоизолированных трубопроводах, размещаемых в подземных бетонных непроходных каналах.
2. Температура подаваемой (прямой) воды равна, как правило, 100°C; при температуре наружного воздуха от –15 до –25°C температура прямой воды плавно повышается до 115°C.
3. Давление воды в подающем коллекторе станции поддерживается равным 10 ати.
4. Присоединение абонентов к тепловой сети производится: а) для систем отопления, как правило, при зависимом присоединении по смесительной схеме с помощью «петли», в исключительных случаях через водо-водяной бойлер; б) на бытовые нужды в виде ванн и кухонь при независимом присоединении с помощью водо-водяных бойлеров.



5. Расход тепла и потребляемой горячей воды регулируются абонентами (местное регулирование).

6. Охлажденная сетевая вода поступает в станционные баки при температуре 40–60°C, из них сетевыми насосами на подогрев в пароводяные бойлеры по схеме на рис. 30 и далее в сеть.

7. Для подогрева используется мятый (выхлопной) пар турбин при давлении 1,2 и 2 ата.

8. Выработка электроэнергии на ТЭЦ производится по тепловому графику с выдачей произведенной электроэнергии в общую сеть Электротoka.

9. Среднегодовая разность прямой и обратной воды равна 55°C.

10. Проектный годовой отпуск энергии для 1-й очереди переоборудования ГЭС-3 в виде 106 обследованных абонентов следующий: 156280 Гкал, в том числе на отопление 127700 Гкал, вентиляцию – 6510 Гкал, бани – 13000 Гкал, бытовые нужды (ГВС) – 9000 Гкал.

С этой целью необходимо дополнительно к существующему оборудованию установить 2 противодавленческих турбогенератора мощностью 5 и 2 МВт, пароводяных бойлеров с общей площадью поверхности нагрева 1853 м², 3-х сетевых насосов с общей производительностью 1670 м³/ч, 4-х питательных и конденсационных насосов на общую сумму 598140 руб., а также прокладка 2-х трубной магистральной тепловой сети на общую длину 20500 м стоимостью 2046736 руб.

Железобетонные каналы с армированием сборных элементов для трубопроводов малых и больших диаметров расположены с заглублением на 0,8–1,5 м от поверхности мостовой.

Для осмотра и монтажа труб на магистралях предусмотрены 126 описанных выше монтажных камер и 122 смотровых колодца. При пересечении теплопроводами рек и каналов предусмотрены 4 деревянных моста. Применяются водогазопроводные трубы диаметром 38–63 мм и цельнотянутые трубы с фланцевыми соединениями диаметром 75–200 мм. Первые изолируются пробковыми скорлупами, последние – пробковыми сегментами с обмоткой холостом и 2-х разовой окраской. Трубы имеют железные каретки, позволяющие производить их монтаж при закрытых каналах только при использовании окон монтажных камер. К концу 1929 г. вместо фланцевых соединений труб была освоена их газовая и электрическая сварка.

3.6 Tests of the heating plant in 1929 at SPP-3 / Испытания теплофикационной установки в 1929 г. на ГЭС-3

В [26] сотрудник Электротoka Яковлев Е. Н. привел подробное описание результатов испытания теплофикационной установки ГЭС-3, выполненное Тепловой Лабораторией Электротoka 27 апреля 1929 г.

В это время более половины тепла получалось в конденсаторе-бойлере, турбины Парсонса завода Броун-Бовери мощностью 680 кВт, около трети тепла – в бойлере свежего пара и остальная часть в бойлере мятого (выхлопного) пара турбонасоса возвратной сетевой воды.

Переход на противодавленческий режим работы привел к ряду проблем, которые привели к переделке конденсатора к опиловке лопаток по высоте. Переделка конденсатора понадобилась в связи с тем, что температура пара выросла с 33 до 101°C. Латунные трубки имеют коэффициент линейного расширения в 1,5 раза выше, чем стальной корпус конденсатора. Это приводила к нарушению вальцовки трубок. В результате на Металлическом заводе на корпусе был установлен компенсатор, вероятно, линзового типа. Удлинение лопаток также было вызвано повышением температуры пара, что приводило к их задеванию за корпус. Пришлось установить отбойный лист, защищавший трубки от теплового удара, а также изменить способ вальцовки. В результате конденсатор-бойлер работал без проблем и имел высокий коэффициент теплопередачи равный 3024 Вт/(м²·°C). При заливании конденсатом трубок пришлось ввести дополнительную аварийную линию с отводом конденсата.

Эффективность установки, включающей турбину 680 кВт, паровые вспомогательные турбонасосы, бойлеры всех видов составила 67,4%. Эффективность системы, состоящей из турбины 680 кВт и конденсатора-бойлера, во всем диапазоне электрических нагрузок парового турбогенератора изменялась от 92 до 98,5%.



3.7 Further development of heating with the participation of Gunther L. L. Дальнейшее развитие теплофикации с участием Гинтера Л. Л.

Гинтер пропагандировал развитие теплофикации в своих брошюрах, а также в докладах на теплотехнических съездах и на съезде теплофикаторов. На 4-м Всесоюзном теплотехническом съезде, проходящем с 4 по 12 мая 1928 г., Гинтер прочитал доклад “Практика теплофикации Ленинграда” [50]. Аналогичные доклады “Теплофикация Москвы” сделал от Лаборатории отопления и вентиляции Теплотехнического института проф. В. М. Чаплин, доклад “Железнодорожные теплоэлектростанции СССР” сделал инженер В. В. Сильвестров.

В постановлении съезда по этому поводу говорится о том, что в Ленинграде эксплуатация теплофикационной системы в течение нескольких лет себя вполне оправдала, причем, как в техническом, так и в экономическом отношении. В Москве поставлена задача создать теплофикацию в полном объеме с разработкой проектов для отдельных районов. Отмечено, что ведутся подготовительные работы к выполнению теплофикации в Пскове, Омске, других городах. В Муроме, Воронеже, Днепропетровске и в других городах разработаны проекты тепловых электростанций и происходит их реализация с целью комбинированного снабжения железнодорожных узлов тепловой, механической и осветительной энергией.

Практически параллельно с теплотехническим с 3 по 9 мая прошел 1-й Всесоюзный энергетический съезд. По докладу инженера Ж. Л. Танер-Таненбаума “О капитальном энергостроительстве СССР” съезд отметил особую важность и необходимость максимального развития теплоэлектроцентралей для энергоснабжения сетей общего пользования, отдельных промышленных потребителей, транспорта и сельской электрификации.

В [22] на съезде теплофикаторов Гинтер Л. Л. рассмотрел районирование теплофикации Ленинграда с учетом переоборудования существующих ГЭС-1, ГЭС-2, ГЭС-4, а также использования заводских блок-станций и строительства новых ТЭЦ. Аналогичную работу он проделал и для Москвы [20]. Принимал участие в разработке типоразмерного ряда паровых теплофикационных турбин.

В 1932 г. на Всесоюзной конференции обсуждался второй этап Генерального плана по электрификации СССР на срок до 1940 г. [51]. В нем были учтены и включены в соответствующие долговременные программы все вопросы теплофикации, затронутые выше.

4 Conclusions

Выполненное исследование и обзор публикаций, современных рассмотренному процессу создания Гинтером Л. Л. первой ТЭЦ в России на основе ГЭС-3, позволяет сделать следующие выводы.

1. Идеология создания первой ТЭЦ с подробной разработкой основных решений принадлежит проф. Дмитриеву В. В. и инженеру Гинтеру Л. Л.

2. Конструктивная реализация намеченных решений выполнялась под руководством Гинтера при консультациях других известных специалистов.

3. Инженеру Гинтеру удалось успешно решить следующие задачи: разработать эффективные непроходные железобетонные каналы, выбрать эффективную тепловую изоляцию, обеспечивающую низкие теплотери с падением температуры теплоносителя с темпом до 1 °С/км, разработать надежные и разнообразные способы присоединения систем отопления и вентиляции, горячего водоснабжения к тепловым сетям, экспериментально изучить различные способы регулирования сезонной тепловой нагрузки во всех звеньях системы теплоснабжения, обеспечить совместную выработку электрической и тепловой энергии на электростанции в противодавленческих и конденсационных турбинах, работающих на ухудшенном вакууме, разработать методы проектирования централизованных систем теплоснабжения, в том числе определения капитальных затрат на их создание, предложил метод разделения затрат топлива на выработку электрической и тепловой энергии (треугольник Гинтера).

4. Успешные опытные системы теплоснабжения, созданные Гинтером, позволили широко распространить его опыт при развитии теплофикации, как в Ленинграде, так и в стране, в том числе при разработке Генерального плана по электрификации СССР на срок до 1940 г.

5. День рождения теплофикации в России является неоднозначным понятием. Проект централизованного производства тепловой энергии при наличии когенерации для ГЭС-3 разработан



Дмитриевым В. В. и Гинтером Л. Л. в 1923 г. Непрерывная подача тепловой энергии 72 комнатам дома No. 96 по наб. р. Фонтанка началась не 25 ноября, а 10 ноября 1924 г., что следует из работ Гинтера Л. Л. (в одном источнике называется 1 ноября), Овчинникова Н. В. и публикации в “Красной газете. Вечерний выпуск” от 13 ноября 1924 г. В связи с малой тепловой нагрузкой менее 0,1 Гкал/ч отпуск тепла на выхлопном паре турбины был невозможен. Схема когенерации начала периодически работать в апреле – мае 1926 г. после переделки Металлическим заводом конденсатора турбины Парсонса мощностью 680 кВт. Когенерация стала заметно влиять на показатели ГЭС-3, начиная с 1929 г., после строительства 5 тепловых магистралей и установки противодавленческого турбо-агрегата Лаваля мощностью 5 МВт к концу 1929 г. в рамках реализации 1-й очереди переоборудования ГЭС-3.

References

1. Opisaniye pervoj v mire sistemy centralizovannogo teplosnabzheniya Byordsilla Xolli v gorode Lokport / perevod P. A. Erzheninovo; pod redakciej V. A. Petrushhenkova. Sankt-Peterburg: Strata, 2017. 43 p.
2. Ocherki po istorii teploe enrgetiki / V. A. Petrushhenkov E`lektrostanciya inzhenera N. V. Smirnova na 12-j linii Vasilevskogo ostrova. Sankt-Peterburg: Strata, Ch. 2. 2020. -48 Pp.
3. Tonkov R. R. Elektricheskie stancii v S.-Peterburge. Sostavleno po rasporyazheniyu S.-Peterburgskogo gradonachal`nika gen.lejt. N. V. Klejgelsa. SPb, tip. SPb. Gradonachal`stva. 1900. 59 p.
4. Vulf A. V. Elektrosnabzhenie Petrograda / Elektrichestvo. 1922. No.1. Pp. 4-13.
5. Plan elektrifikacii RSFSR. Doklad 8-mu sezdu Sovetov Gosudarstvennoj Komissii po Elektrifikacii Rossii. M.: GTI. 1920.
6. Kotomin A. A., Kamenskij M. D. Vosstanovlenie 3-j Petrogradskoj Gosudarstvennoj E`lektricheskoy Stancii posle pozhara / Elektrichestvo. 1923. No. 7-8. Pp. 354-358.
7. Byulleten No. 3 Otdela Ucheta i Statistiki Glave`lektro. Rabota elektricheskix stancij podvedomstven-nyx Glavelektro za 1921/22 operacionnyj god. / Elektrichestvo. 1923. No. 2. Pp. 116-126.
8. Orlov A. I. Russkaya otopitelno-ventilyacionnaya texnika. Moskva: Strojizdat, 1950 (20-ya tip. Soyuzpoligrafroma). 224 p.
9. CzGA SPb F. R-3161. Op. 2. D. 334. Lichnye kartochki rabochix i sluzhashhix b. SPb Gor. Upravy. Ginter Leontij Leontevich. 1 p.
10. CzGA SPb F. R-3121. Op. 20. D. 98. Lichnye dela professorsko-prepodavatelskogo sostava rabochix i sluzhashhix Leningradskogo Politexnicheskogo instituta im. M. I. Kalinina. 6.10.1926-1.02.1930. 13 p.
11. RGIA. 1905 g. F. 1206. Op. XVI. D. 67. Po proizvodstvu postavki na ustrojstvo elektricheskogo osveshheniya, elektricheskix chasov i pozharnoj signalizacii Akcionerny`m obshhestvom russkix elektrotexnicheskix zavodov Simens i Gal`ske. N. 14/X 1905 g.; K. 4/III 1908 g.; l. 272.
12. RGIA SPb. F. 1249. Op. 2. D. 247. AO Russkix Elektrotexnicheskix zavodov Simens i Galske. Lichnye dela sluzhashhix na bukvu “G”. Ginter Leontij Leontevich.
13. CzGA SPb. F. R-3178. Op. 5. D. 1432. Otdel kommunal`nogo xozyajstva Leningradskogo gubernskogo ispolnitel`nogo komiteta soveta rabochix, krest`yanskix i krasnoarmejskix deputatov. Leningrad. 1921–1931. Arxivnaya opis lichnyx del na bukvu “G”. Ginter Leontij Leontevich.
14. RGAE F. 3429. Op. 20. Lichnoe delo Gintera Leontiya Leont`evicha. 6 p.
15. Taner-Tanenbaum Zh. L. Leontij Leontevich Ginter. Nekrolog /Teplo i sila. 1932. No.11. Pp. 1-2.
16. Ginter L. L. Teplofikaciya Centralnogo rajona g. Leningrada. M.: Gostexizdat, 1928. 35 p. (B-ka po teplofikacii. Vy p. I).
17. Ginter L. L. Teploelektrostancii. Znachenie teploelektricheskix stancij v elektrosnabzhenii. M.-L.: Mospoligraf. 1925. 26 s. (Centr. Upr. Pechati VSNX SSSR).
18. Ginter L. L. Znachenie teploelektricheskix stancij v kommunalnom xozyajstve. «Voprosy` kommu-nalnogo xozyajstva», 1926, No.2, Pp. 11-19.
19. Ginter L. L. Ispolzovanie skrytoj toploty preobrazovaniya na elektricheskix stanciyax dlya otopitelnyx celej, kak sredstvo ponizheniya sebestoimosti e`lektricheskoy i teplovoj energii. V kn. Trudy 3-go Vsesoyuznogo teplotexnicheskogo sezda. T. 3., vy p. I. M., 1927, Pp. 118-136.
20. Ginter L. L. K voprosu o teplofikacii central`nogo rajona g. Moskvy / Teplo i sila, 1928, No.2, Pp. 17-21.

Petrushchenkov, V. A.

The history of the creation of the first Combined Heat and Power Plant in Russia; 2021; *AlfaBuild*; 19 Article No 1905. doi: 10.34910/ALF.19.5



21. Ginter L., Brodskij E. Pervyj teploprovod na 3-j Gosudarstvennoj e`lek-trostantsii v Leningrade / Texnika i proizvodstvo, 1925, No.3, Pp. 78-97.
22. Ginter L. L. Teplovoe rajonirovanie gor. Leningrada. V kn.: Trudy` I-go Vsesoyuznogo sezda po teplofikacii. M., 1930, Pp. 65-82.
23. Ginter L. L. Teploprovodnye seti. V kn.: Trudy` I-go Vsesoyuznogo sezda po teplofikacii. M., 1930, Pp. 248-256.
24. Abezguz I. M. Pervyj Vsesoyuznyj sezda po teplofikacii // Voprosy kommunalnogo xozyajstva, 1930, No.1, Pp. 46-50.
25. Ovchinnikov N. V. Pereoborudovanie III GE`S v Leningrade v Centralnuyu teploelektricheskuyu stantsiyu / Elektricheskie stantsii, 1930, No.1, Pp. 16-30.
26. Yakovlev E. N. Ispytanie teplofikacionnoj ustanovki III GE`S v Lenin-grade / Elektricheskie stantsii, 1930, No.1, Pp. 31-36.
27. Pavlov A. D. K state L. L. Gintera o teplofikacii Moskvy / Teplo i sila, 1928, No.2, p. 21-23.
28. Taner-Tanenbaum Zh. L. Teplofikaciya centralnogo rajona g. Moskvy / Teplo i sila, 1927, No.4-5, Pp. 1-11.
29. Taner-Tanenbaum Zh. L. Ispolzovanie otrabotavshego tepla: (V chastnosti, ot parovyx turbin) / Inzh. Zh. L. Taner-Tanenbaum. M.: Centr. upr. pečati VSNX SSSR, 1925. 46 p.
30. Taner-Tanenbaum Zh. L. Teplofikaciya i ee rol v socialisticheskoj rekonstrukcii narodnogo xozyajstva SSSR. M: Partijnoe izdatel`stvo, 1932. 34 p.
31. Shifrinson B. L. Teplofikaciya gorodov. Pod red. prof. N. A. Artemeva s predisloviem inzh. Zh. L. Taner-Tanenbauma. M.: Izd. NKVD. 1929. 76 p.
32. Rusak I. M. Proekty otopitel no-silovyx stancij. Materialy po elektrosnabzheniyu SSSR. Pod obshhej red. Predsedatelya CzE S prof. P. S. Osadchego i Chlenov CzE`S prof. M. K. Polivanova, inzh. R. A. Fermana. 1924 g. Vy pusk II. Pp. 17-50.
33. Brodskij E. F. Teplofikaciya Leningrada za 15 let. VNITOE. Sektor teplotexniki. L., 1939. 16 p.
34. Teplofikaciya Leningrada. Pod red. inzh. A. L. Suval`skogo. Trudy 1-j Leningradskoj konferencii po teplofikacii. Vypusk 3. L.-M.: GE`I NKTP SSSR. 64 p.
35. Dmitriev V. V. E`lektricheskie silovye ustanovki: Osnovy proektirovaniya elektricheskix blok-stancij i teplosilovye ustanovki / prof. V.V. Dmitriev; Elektrotexnich. in-t im. V. I . Ulyanova (Lenina). - [Leningrad]: izd-vo Kubuch, 1929 (2-ya tip. Transpečati NKPS). XVI, 494 p.
36. Dmitriev V. V. Centralnye elektricheskie stantsii. Kurs, chit. V Elektrotexnicheskom Institute Imperatora Aleksandra III na VII i VIII semestrax v 1907-1908 g. Vypusk pervyj. Osnovy proektirovaniya elektricheskix stancij. S.-Peterburg. Tipografiya M. M. Stasyulevicha. Vas. Ostr., 5. 1909. 36 p.
37. Deyatelnost` VI (e`lektrot.) Otdela I. R. T. O. Zasedanie nepremenny`x chlenov VI Otdela 27 aprelya 1909 g. / Elektrichestvo. 1910. No.2. Pp. 62-66.
38. Trudy Shestogo Vserossijskogo Elektrotexnicheskogo Sezda. XXV. III Otdel (Primenenie elektrichestva v promyshlennosti). Primenenie parovyx turbin dlya celej otopleniya vo vnov oborudovannoj Gosudarstvennoj Tipografii i o nekotoryx osobennostyax v ee elektricheskom oborudovanii. Soobshhenie M. M. Kurbanova. / Elektrichestvo. 1911. No.8. Pp. 183-193.
39. VI (Elektrotexnicheskij) Otdel Russkogo Texnicheskogo Obshhestva (Petrograd) / Elektrichestvo. 1923. No. 2. Pp. 115-116.
40. Xronika. Iz zhizni elektrotexnicheskix obshhestv i uchrezhdenij. Deyatelnost Elektroplana / Elektrichestvo. 1923. No. 9. P. 450.
41. Xronika. Iz zhizni elektrotexnicheskix obshhestv i uchrezhdenij. VI (Elektrotexnicheskij) Otdel Russkogo Texnicheskogo Obshhestva / Elektrichestvo. 1923. No.11. P. 595.
42. Oborudovanie teploprovoda / Krasnaya gazeta. Vechernij vypusk. No. 259 (649) ot 13 noyabrya 1924 g., chetverg, p. 2.
43. Teploprovod v Leningrade / Krasnaya gazeta. Vechernij vypusk. No. 269 (659) ot 25 noyabrya 1924 g., vtornik, p. 4.
44. Operezhaya vremena: fotoletopis energetiki Severo-Zapada / Pod red. N. I. Bystrovoj. SPb.: Izdatelskij dom «MediaLajn», 2015. 120 p.
45. Vtoroj abonent teploprovoda / Krasnaya gazeta. Vechernij vypusk. No. 278 (668) ot 5 dekabrya 1924 g., pyatnicza, p. 4.
46. Vsesoyuznyj teplotexnicheskij sezda, 2-j. Moskva. 1925. Trudy Sezda (Doklady i preniya). T. 4, 2-j vypusk. Pod red. V. I. Ochkina. M. 1925.
47. Vsesoyuznyj teplotexnicheskij sezda, 2-j. Moskva. 1925. Rezolyucii Sezda. Pod red. V. I. Ochkina. M. 1925.

Petrushchenkov, V. A.

The history of the creation of the first Combined Heat and Power Plant in Russia;
2021; *AlfaBuild*; 19 Article No 1905. doi: 10.34910/ALF.19.5



48. Ashe B. M. Teplosnabzhenie gorodov / Prof. B. M. Ashe. Leningrad: Kubuch, 1930. 30 p.

49. Rezolyucii IV Vsesoyuznogo teplotexnicheskogo sezda s prilozheniem rezolyucij I Vsesoyuznogo energeticheskogo sezda. Izdanie Byuro Vsesoyuznyx Teplotexnicheskix sezdv. M. 1928.

50. Generalnyj plan elektrifikacii SSSR. T. 8. Svodnyj plan elektrifikacii / Pod red. G. I. Lomova. M., L.: Gos. soch.-ekonom. Izd-vo. 1932. 882 p.