



ТЕПЛОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА В ИНЖЕНЕРНОЙ И СОЦИАЛЬНОЙ СТРУКТУРЕ ГОРОДА

Доктор технических наук В.Ф. ОЧКОВ,
кандидат технических наук К.А. ОРЛОВ
(НИУ "МЭИ"),
Н.А. ОЧКОВА (НИУ "ВШЭ")

DOI: 10.7868/50233361921050037

*Если идея не кажется безумной,
от неё не будет никакого толку!*

Нильс Бор

В статье перечислены возможные пути вклинивания тепловых электрических станций в инженерную и социальную структуру города – уже реализованные и ещё не реализованные, реальные и трудноосуществимые, и даже фантастические, нацеленные на

будущее или просто на плодотворные раздумья. Разобраны формы возможной децентрализации генерирующих мощностей ТЭС по мегаполису.

Под словом "генерация" в статье понимается производство не только продукции, но и услуг. В настоящее время

экономика многих развитых стран и отдельных регионов базируется в большей степени не на производстве продукции, а на производстве услуг.

Тема, поднятая в статье, освещена в научно-методическом плане в работе¹. Здесь же сделаны попытки обоснования более тесной интеграции теплоэнергетики и структуры города, мегаполиса. Показаны новые возможные генерации и их новые грани.

Первые четыре генерации: электроэнергия, тепло, холод и информатика. Новое инновационное наполнение термина *квадрогенерация* было отмечено в работах². Что это такое? Есть просто генерация, когда тепловая электростанция (ГРЭС, АЭС) или ГЭС производят электроэнергию. Теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) выдают тепло в виде горячей воды и/или водяного пара и как побочный продукт – электроэнергию (*бигенерация*). Один из авторов настоящей статьи, будучи студентом МЭИ, слышал в аудиториях и читал в учебниках о том, что есть две основные схемы энергоснабжения крупных городов: первая – ГРЭС плюс районные котельные и вторая – ТЭЦ, вырабатывающие тепло на базе выработки электроэнергии. Вторая схема характеризуется (пока ещё – см. ниже) более низким удельным расходом топлива на выработку тепла и электроэнергии. Такую схему позиционировали

как одно из достижений социализма, которую постепенно стали внедрять и “капиталистические” страны. Но если говорить о простой генерации электроэнергии, то следует отметить, что это тоже некая не *моногенерация*, а *бигенерация*. Большинство крупных ГРЭС, ГЭС и АЭС – градообразующие предприятия, которые выполняют тем самым важную социальную функцию – обеспечивают многих людей работой, а сам город теплом.

Сейчас за рубежом и кое-где у нас стали практиковать *тригенерацию*, когда энергетическая установка одновременно или попеременно производит электроэнергию, тепло и холод. На крыше, например, жилого или офисного здания, в его подвале или недалеко от группы зданий сооружают энергоустановку для отопления, снабжения горячей водой, холодом (кондиционирование воздуха) с попутной выработкой в турбогенераторе или в поршневом генераторе электроэнергии, которая подаётся в общую сеть и/или потребляется на месте. Установки автономного электро- и теплоснабжения новых предприятий и жилых кварталов нередко строятся у нас из-за непомерно длительной процедуры согласования подключения к электросетям и из-за необоснованно завышенной стоимости электроэнергии сетевых компаний. Сбросное тепло таких локальных электрогенераторов поступает в котлы-утилизаторы. Эти энергоустановки часто дооборудуются тепловыми насосами, аккумуляторами электроэнергии, тепла и холода, а также другими устройствами для энергосбережения, повышения энергоэффективности и сглаживания нагрузки в течение суток или всего года. Вот яркий пример “необоснованно завышенной стоимости электроэнергии сетевых компаний”. Кольская АЭС строилась

¹ Клименко А.В., Агабабов В.С., Корягин А.В., Петин С.Н., Коршикова А.А., Борисова П.Н. Основы мультигенерации : уч. пособие. М.: Изд-во МЭИ, 2019.

² Теплотехнические этюды с Excel, Mathcad и Интернет / Под общ. ред. В.Ф. Очкова. 2-е изд., исправленное и дополненное. Изд-во БХВ-Петербург. 2015. 336 с.: *Thermal Engineering Studies with Excel, Mathcad and Internet. Authors: Ochkov, Valery, Orlov, Konstantin, Voloshchuk, Volodymyr. Editor: Rogalev, Nikolay (Ed.). Springer. 2016; Теплотехнические расчеты на компьютере / Александров А.А., Аунг Ту Ра Тун, Гаряев А.Б. [и др.]. Москва: Изд-во МЭИ, 2019. 447 с. URL: <http://tw.t.mpei.ac.ru/ochkov/Therm-Studies.pdf>*

и для того, чтобы северные посёлки европейской части России отказались от традиционных котельных на органическом топливе, которое доставлять на места было чрезвычайно трудно и дорого, и перешли на электродкотлы (в те времена ещё серьёзно не думали о теплонасосных установках). Но в настоящее время стоимость электроэнергии с этой АЭС, вернее, отпускной электроэнергии в сети, такая, что отопление электричеством по упрощённой схеме становится нерентабельным.

А вот пример *квадрогенерации* (4-генерация). У одной московской ТЭЦ освободилось помещение компрессорной станции. Крупная московская IT-компания установила там серверы для обслуживания своих корпоративных клиентов, размещения “облаков” – внешних хранителей информации³. Компьютеры требуют электропитания и, как следствие, охлаждения: вспомним персональный компьютер, из которого “дует” тёплый воздух, или учебные классы ЭВМ и офисы, требующие работы кондиционеров. Так вот, на этой московской ТЭЦ было дополнительно помещено холодильное оборудование (кондиционеры), подающее в бывшую компрессорную (ныне серверную) хладагент, который снимает тепло с серверов и сбрасывает его в атмосферу через градирни ТЭЦ. Или подаёт потребителям тепловой энергии. Этот хладагент направляется также и в другие помещения ТЭЦ для кондиционирования воздуха. Под кондиционированием воздуха обычно понимают его охлаждение и/или снижение влажно-

сти. Но воздух можно и должно также нагревать и повышать его влажность. Обычные бытовые кондиционеры могут работать в режиме нагрева по схеме теплового насоса, но, увы, в большинстве своём не могут увлажнять воздух. Отсюда и дискомфорт! Приходится ставить в жилых помещениях и офисах увлажнители воздуха. А новая техника позволила убрать с окон зданий ТЭЦ кондиционеры, точнее, компрессорные половинки сплит-систем (одна из систем кондиционирования воздуха), которые портили внешний вид зданий и “кричали” о низкой инженерной (теплотехнической) культуре обитателей, вернее, строителей этих зданий. У нас сплошь и рядом строятся новые современные здания – жилые или офисные, которые после ввода в эксплуатацию обвешиваются кондиционерами на стенах или в специально для этого предусмотренных корзинах. А это, повторяем, явный признак того самого “инженерного бескультурья” и непомерной жадности инвесторов (девелоперов), возводящих жилые здания без отделки, без сантехники и без систем централизованного кондиционирования, от которых по квартирам разводятся трубки с хладагентом. Компрессоры могут работать ночью, когда электроэнергия дешёвая (пока дешёвая – см. ниже пятую “генерацию”) и её избыток. Этим, ещё раз подчеркнём, сглаживается суточный график нагрузки в электросети. При такой технологии охлаждённый сжиженный хладагент накапливается в баках-аккумуляторах, а тепло, откачиваемое из хладагента, – в другом баке-аккумуляторе с водой для горячего водоснабжения (так, кстати, работают в офисах и общественных местах чиллеры, аппараты для охлаждения и нагревания жидкости, с кранами горячей и охлаждённой питьевой воды). Подсчитано, что

³ Работники этой IT-компания после прочтения рукописи статьи уточнили, что серверы были установлены не в помещении бывшей компрессорной станции ТЭЦ, а в одном из помещений завода “Компрессор”, соседствующего с ТЭЦ. Но это дела не меняет, вернее, становится поводом для описания такой *квадрогенерации*.

если новые дома возводить с готовой системой централизованного кондиционирования воздуха, то стоимость одного квадратного метра жилья возрастёт всего лишь на 10–20 долл. США. Эти “копейки”, по сравнению с общей стоимостью московского квадратного метра дадут существенную экономию средств в будущем. На это не идут по той же причине, почему в новых домах не устанавливают сантехнику, не клеят обои. Отказ от отделки квартир можно объяснить ссылкой на вкусовые предпочтения будущих жильцов. Отказ же от централизованного кондиционирования воздуха в квартирах домов бизнес-класса не имеет серьёзного оправдания. Вернее так: отказ от “умного” централизованного кондиционирования не имеет обоснований. Поясним слово “умное”. В московском офисе одной крупной энергокомпании установили централизованную систему кондиционирования воздуха по “самолётной” схеме, когда воздух нагревается/охлаждается/увлажняется в одном месте и затем по воздуховодам подаётся во все помещения. И заболеваемость ОРЗ в этом офисе возросла на 20%. Тут уместно вспомнить болезнь легионеров – тяжёлое респираторное заболевание, протекающее по типу пневмонии. Вспышка этой болезни произошла после массовой встречи ветеранов в отеле с централизованной системой кондиционирования.

Энергоустановки на крышах здания могут, повторяем, не только охлаждать воздух в квартирах электричеством, но и отапливать квартиры за счёт сжигания природного газа или потребления

Энергоустановки на крышах здания могут, повторяем, не только охлаждать воздух в квартирах электричеством, но и отапливать квартиры за счёт сжигания природного газа или потребления электроэнергии тепловыми насосами. Это подталкивает многих проектировщиков и строителей к отказу от централизованного теплоснабжения, что сужает область действия ТЭЦ в городах.

электроэнергии тепловыми насосами. Это подталкивает многих проектировщиков и строителей к отказу от централизованного теплоснабжения, что сужает область действия ТЭЦ в городах. (Ирония судьбы. Головной офис “Газпромэнергохолдинга” был переведён из Москвы в Санкт-Петербург. И многие топ-менеджеры этого энергообъединения приобрели квартиры, никак не связанные с теплотрассами территориальной генерирующей компании ТГК-1, Ленэнерго, – в этих домах автономные импортные системы теплоснабжения.) “Дискриминация” теплоэлектроцентралей коснулась не только теплоснабжения, но и косвенно – электрообеспечения: электросетевые компании всё чаще покупают электроэнергию не у городских ТЭЦ (у ТГК, у которых себестоимость электроэнергии растёт в том числе и из-за сужения зон централизованного теплоснабжения), а у КЭС, конденсационных электростанций (у ОГК, генерирующих компаний оп-

тового рынка электроэнергии), гидроэлектростанций и АЭС, расположенных далеко от города. В идеале, подчеркнём, должно быть так, и это уже делается во многих “продвинутых” странах, заботящихся не на словах, а на деле об энергосбережении, экологии и эстетике построек: на крыше дома, около дома или в его подвале монтируется установка тепло- и хладоснабжения квартир, подключённая к электросети. Само же электричество вырабатывается далеко от дома на современных мощных электростанциях – тепловых (на органическом или ядерном

топливе), гидростанциях, ветровых и пр. При этом домовая установка тепло- и хладоснабжения дооборудуется современными системами энергосбережения – тепловыми насосами, аккумуляторами тепла и/или холода (баки с водой или раствором соли либо пласти земли под домом), солнечными коллекторами и пр. В квартиры такого дома подаётся электричество по проводам и, например, водный раствор поваренной соли по трубкам – горячий зимой и холодный (с минусовой температурой) летом. Сюда можно ещё добавить и централизованный пылесос, а также централизованную систему удаления отсортированного жильцами мусора – см. ниже 9-генерацию.

Кстати, о “пылесосах”. В Ульяновском государственном техническом университете под руководством ныне покойного профессора В.И. Шарапова разрабатывались схемы “отсасывания” выхлопов автомобилей на магистралях города в его загазованном центре. Планировалось транспортировать эти выбросы по каналам прокладки теплосетей (заодно вентилируя их) до котлов ТЭЦ, в которые предлагалось вдувать этот загрязнённый воздух для осуществления процесса горения⁴. Вот вам ещё одна непронумерованная генерация для ТЭЦ! Кстати, ТЭЦ уже сейчас очищают городской воздух. Из бассейнов под градирнями периодически выгребают большое количество маслянистой грязи. Воздух, засасываемый в градирни, содержит копоть и частички масла из автомобильных выхлопов, которые задерживаются в градирнях. Экологи часто пугают нас видом парящих градирен на фоне жилых кварталов. Многие несведущие считают, что это дым,

накрывающий город. На самом деле это не дым и даже не просто частички воды, перемешанные с воздухом, а “чистящее средство”. Это ещё одна непронумерованная генерация-услуга, которую теплоэнергетика оказывает городу.

Отказ от централизованного теплоснабжения имеет ещё три существенные причины. Во-первых, всё больше людей не могут терпеть такого ненормального положения: в самое жаркое время года, когда особенно хочется помыться, отключают горячее водоснабжение из-за ремонта теплотрасс. И в советское время приходилось сидеть без горячей воды месяцами! Сейчас эти сроки сократились, но... У одного из авторов статьи в квартиру не подведена горячая вода – в ней установлена газовая колонка. Старую, гудящую и часто ломающуюся колонку автор заменил на современную автоматическую, тихо включающуюся при открытии крана с водой и тихо выключающуюся при его закрытии, при этом газ можно не перекрывать. К автору летом часто заходят родные и знакомые... помыться (вспомним или найдём в Интернете рассказ Зоценко “Водяная феерия”). Автор мечтает дооборудовать этот нагреватель электрогенератором, сбрасывающим тепло в нагреватель-утилизатор, а вырабатываемую электроэнергию в квартиру. Эти мечты недалеки от реальности – за рубежом и кое-где у нас в подвалах коттеджей устанавливаются подобные энергоустановки (ORC – Organic Rankine Cycle), вырабатывающие электроэнергию и снабжающие дом теплом. В некоторых странах решена проблема подачи избытка электроэнергии в общую – “умную” – сеть (Smart Grid). Появилось такое понятие, как *просьюмер* (prosumer) – объект может быть попеременно потребителем и производителем энергии.

⁴ Марченко А.В., Шарапов В.И. Технологии регенерации низкопотенциальной теплоты вентиляционных выбросов на теплогенерирующих установках // Труды Академэнерго. 2011. № 1. С. 64–80.

Негативное отношение к ТЭЦ касается не только горячего водоснабжения, но и центрального отопления: в квартирах нередко приходится мёрзнуть в аномально холодное лето и "париться" в тёплую зиму. В тепловой сети кампуса одного немецкого университета, о которой будет сказано чуть ниже, горячая вода циркулирует круглогодично, а температура в батареях отопления и в самих комнатах регулируется сильфонами. В наших условиях применение этих регулирующих приборов ограничено в том числе большим количеством механических примесей воды теплосетей и проблемами учёта потребления тепла в каждой отдельной квартире (проблема общих "стояков"). Во-вторых, строительство и ремонт теплотрасс в настоящее время в городах часто приводит к транспортному коллапсу. Раньше, когда принимались решения о строительстве ТЭЦ, в "социалистических" городах не было такого интенсивного автомобильного движения, и несложно было организовать объезды. В-третьих, разрыв трубопроводов с горячей водой нередко приводит к серьёзным и даже трагическим последствиям: автомобили проваливаются под землю, гибнут люди и т.д. Последствия этих разрывов особенно неприятны, если трубы горячей воды проложены не в бетонных каналах, а прямо в грунте, как, например, в Петербурге. А такие аварии, увы, будут учащаться: изношенность теплотрасс во многих городах России составляет 80 и более процентов, что сдерживает развитие теплофикации на базе ТЭЦ.

Но теплотрассы можно строить и по-умному! Иметь, так сказать, "умные" теплотрассы – Smart Thermal Grid, если так можно выразиться.

Один из авторов в 80-х гг. прошлого века был на научной стажировке в Германии – в университете г. Штутгарта.

Университет имеет собственную ТЭЦ, построенную для теплоснабжения его новой территории с учебно-научными корпусами и с общежитиями (с кампусом). Основная (старая) территория, расположенная в центре города, была существенно сокращена (там остались только здания с представительскими функциями), а освобождённые участки были проданы инвесторам под офисную и жилую застройку. К каждому отдельному зданию на этой новой университетской территории была проложена теплотрасса, но не обычная в виде узких бетонных коллекторов, которые вскрывают при ремонте или замене труб, а в виде широких тоннелей прямоугольного сечения, по которым может передвигаться не только человек во весь рост, но даже небольшой грузовик. Замена труб в таких теплотрассах, соединённых не сваркой, а фланцами, не представляет особого труда и, главное, не требует перекопки улиц. В тоннелях проложены и другие коммуникации: водопровод, канализация, электрокабели и проч. Более того, эти теплотрассы были нацелены на будущее. Появилось, например, кабельное телевидение – нет проблем: нужные провода быстро и легко прокладываются в туннелях (мы такие кабели видим в туннелях московского метро). Появился Интернет – опять же новые провода без особых хлопот в одночасье прокладываются в туннелях. Нужно будет организовать подачу хладагента для кондиционирования помещений университета – это тоже не будет проблемой. Более того, компрессорно-конденсационную часть такой установки кондиционирования можно расположить прямо в помещении ТЭЦ, куда будут сходиться трубы с хладагентом, где дешёвая электроэнергия, грамотный персонал, где есть градирни, и при необходимости компрессоры

кондиционера можно приводить в движение не только электродвигателями, но и паровой или газовой турбиной, что более эффективно – вспомним турбоприводы питательных насосов паровых котлов, работающих вместо электродвигателей.

Ремарка. На фасаде Казанского государственного энергетического университета висит лозунг “Мы несём свет и тепло в дома!” Как вам понравится новая редакция этого постера в духе тригенерации: “Мы несём свет в дома круглый год, тепло зимой и прохладу летом!” Этот лозунг, кстати, может быть вторым эпиграфом статьи.

5-поколение: зарядка электромобилей и производство водорода. Подсчитано, что примерно 20% электроэнергии, потребляемой в высокоразвитых странах, поступает к потребителям через зарядные устройства телефонов, ноутбуков, планшетов, электробритв, электровелосипедов и т.д. В недалёком будущем этот процент

резко возрастет – и вот почему. Специалисты предсказывают, что лет через 10–20 почти весь транспорт в крупных городах будет беспилотным и электрическим, работающим на аккумуляторах. Беспилотности мы касаться не будем, а поговорим про электричество, упомянув при этом, что уже сейчас во многих крупных городах

Китая основной транспорт – скутеры (мотороллеры) на электрической тяге. Нефть, из которой получают бензин, дорога. Электростанции же работают на дешёвом местном угле или на ядерном топливе. Отсюда и популярность электроскутеров, которые и у нас уже не воспринимаются как некая экзоти-

ка, аттракцион для курортных городов. Быстро растёт также и доля электромобилей, электроавтобусов. Массовый отказ от двигателей внутреннего сгорания на автомобилях и переход на электродвигатели, работающие от аккумуляторов, потребует кардинальной перестройки всей городской электрической сети, иначе она не выдержит такой новой нагрузки. Пик энергопотребления при этом может сместиться с дневного времени на ночное, когда автомобили будут заряжаться, а их владельцы спать. Ожидается появление большого количества беспилотных электрических такси для краткосрочных дневных поездок по вызову. Вот такие такси поздно вечером могут возвращаться в таксопарк, расположенный на территории городской ТЭЦ, и будут от неё заряжаться. Для этого на станции должны появиться генерирующие мощности постоянного тока, приводимые в действие паровой или газовой турбиной. Эта схема не потре-

буется кардинальной перестройки всей городской электрической сети. Нужно будет только несколько дооборудовать электростанцию. Такие “электроавтопарки” при ТЭЦ можно будет организовать и для городских автобусов, которые уже сейчас в Москве переходят на электротягу через аккумуляторы. Многие автолюбители захотят поставить на ночь свою машину на стоянке при ТЭЦ, где тариф на электроэнергию будет значительно ниже. В настоящее время электричество в аккумуляторы автотранспорта попадает через такую длинную цепочку: генератор переменного тока, работающий на ТЭЦ в паре с турбиной –

бует кардинальной перестройки всей городской электрической сети. Нужно будет только несколько дооборудовать электростанцию. Такие “электроавтопарки” при ТЭЦ можно будет организовать и для городских автобусов, которые уже сейчас в Москве переходят на электротягу через аккумуляторы. Многие автолюбители

захотят поставить на ночь свою машину на стоянке при ТЭЦ, где тариф на электроэнергию будет значительно ниже. В настоящее время электричество в аккумуляторы автотранспорта попадает через такую длинную цепочку: генератор переменного тока, работающий на ТЭЦ в паре с турбиной –

паровой или газовой, повышающий трансформатор, высоковольтная линия электропередачи, одна, две, три ступени понижающих трансформаторов, выпрямитель и, наконец, сам аккумулятор. Если же заряжаться напрямую от генератора постоянного тока нужного напряжения, работающего в связке с паровой или газовой ТЭЦ, то схема кардинально упростится, что повлечёт за собой резкое снижение потерь энергии в сети.

Теплоэлектроцентрали при этом дополнительно могут стать центрами дистрибуции электрического транспорта в городе, его обслуживания, в частности, замены и утилизации отработавших свой ресурс аккумуляторов. А это в будущем выльется в существенную экологическую проблему, и здесь свою положительную роль смогут сыграть *химические цеха* электростанций, к которым мы переходим в следующих "генерациях". Такие цеха имеют оборудование и кадры для работы с химическими реагентами, для переработки сточных вод и для утилизации аккумуляторов – для завершения их жизненного цикла. Кстати говоря, архитектура современных электрических сетей уже сейчас препятствует широкому развитию *альтернативной энергетики*, которой мы коснемся ниже. Электрическая сеть в чём-то подобна дереву с корнями, стволом и кроной. Соки идут от корней через ствол к листьям кроны. Переток же от одних ветвей к другим проблематичен. Как говорят шутники: "Умные электрические сети нужно строить тоже с умом", нацеливаясь на перспективу. Если ТЭЦ будут заряжать автомобильные аккумуляторы, то они разгрузят сети, передавая электроэнергию своим потребителям напрямую – "по воздуху", минуя "ствол".

Название этого раздела статьи оканчивается так "... и производство водо-

рода". Например, для заправки тех же автомобилей. Но в городе (см. название статьи) это производство неуместно по соображениям промышленной безопасности. Поэтому данная генерация здесь только упомянута, но не раскрыта.

6-генерация: вода – обычная и сточная. В настоящее время в мировой тепловой энергетике наблюдается две тенденции в организации работы химических цехов электростанций, основная задача которых – подготовка воды для подпитки паровых котлов и теплосетей. Некоторые такие цеха передаются в собственность отдельных компаний (аутсорсинг), которые сами обслуживают водоподготовительные установки (ВПУ). Вернее, дело происходит так. Специализированная компания проектирует, частично производит и монтирует на электростанциях современные ВПУ, базирующиеся на мембранных технологиях и заменяющие старое ("грязное") ионообменное оборудование и осветлители. Затем та же компания налаживает смонтированное оборудование и далее обслуживает его. Эта же фирма отвечает и за утилизацию отработавшего свой срок оборудования, замыкая тем самым жизненный цикл изделия.

А вот противоположная тенденция в организации работы химцехов электростанции. Многие крупные ГРЭС являются градообразующими предприятиями, о чём мы уже упомянули. Эти электростанции, помимо своей основной деятельности, предлагают городу свои услуги по подготовке городской воды и утилизации бытовых сточных вод города. Городская вода при этом может быть разделена на техническую и питьевую. Техническая вода по отдельному водопроводу поступает на полив улиц и газонов, на смыв в унитазе и проч., а питьевая – на кухню и в душ. Но и ТЭЦ, а не только ГРЭС

могут обеспечивать такую “генерацию” городу, подавая воду в ближайшие дома и предприятия, беря её из протекающей вблизи реки, из артезианской скважины, из пруда-охладителя, озера или даже моря, опресняя воду, обеззараживая и утилизируя затем стоки – не только бытовые, но и ливневые, и образующиеся при дожде или таянии снега (см. ниже). Но если обратить взоры и на канализационные (фекальные) стоки городов и посёлков, то тут может возникнуть ещё одна непронумерованная “генерация” – генерация биогаза, который пойдёт в топку котлов. Раньше, когда широко использовались термические методы обессоливания воды, теплоэлектростанции со своим паром, подаваемым в опреснители, очень подходили для такого способа водоподготовки. Сейчас стали чаще применяться мембранные методы очистки воды, не требующие греющего пара. Но пар, отбираемый от турбин, может идти на привод турбонасосов, поднимающих давление воды перед мембранами.

Раз мы коснулись альтернативной энергетики (биотоплива), то затронем и другой её важный вид – термальную энергетику, базирующуюся на подземных источниках тепла. На некоторых московских ТЭЦ есть скважины для подъёма из-под земли водного раствора NaCl (рапы) для регенерации натрий-катионитных фильтров, используемых при подготовке добавочной воды теплосетей и питательной воды паровых котлов низкого и среднего давления. Сточные воды таких водоподготовительных установок закачиваются обратно в землю – в подземные пласты других горизонтов. Решение довольно спорное, вызывающее в памяти поговорицу: “Не плюй в колодец – пригодится воды напиться!” Эта схема в чётко повторяет схемы геотермальных

электростанций. Температура московской рапы недостаточна для реализации традиционных схем геотермальных электростанций с паротурбинными блоками, но вполне подходит для реализации теплонасосных решений. В зимнее время избыток электроэнергии можно пустить на привод тепловых насосов, откачивающих тепло у этого низкопотенциального источника – у подземных вод. Или у других источников – у канализационных сточных вод, например, которых мы коснулись выше и ещё упомянем ниже.

А вот уж совсем “безумная” идея (см. эпиграф) связывания традиционной и альтернативной энергетики. Дымовые трубы электростанций можно использовать как башни для ветроустановок (“ветряных мельниц” с крыльями). Хватило бы только прочности дымовых труб, которые можно укрепить расчалками или дополнительными строительными конструкциями. Тем более, что новые технологии на тепловых электростанциях, нацеленные на снижение выбросов двуокиси углерода (одного из “парниковых” газов), позволяют отказаться от дымовых труб. Дымовые газы могут сбрасываться, например, в градирню, где CO₂ остаётся в охлаждающей воде, откуда затем выводится в виде твёрдого карбоната кальция. Футуристическая картина: работающая тепловая электростанция, трубы которой не дымят, а несут на себе вращающиеся крылья ветрогенераторов, медленно разворачивающихся при смене направления ветра. Кстати, задержка в газоочистках тепловых электростанций NO_x (нитратов в дымовых газах) давала повод говорить о производстве на ТЭС минеральных удобрений (ещё одна генерация). Ведь так трудно связать азот из воздуха. А тут на ТЭС это делается автоматически в топке котла.

7-генерация: утилизация снега в городе. Вот ещё одна полезная работа (генерация) для химцехов ТЭЦ⁵. Когда-то давно выпавший снег, который мешал движению транспорта Москвы, сбрасывали в протекающие через город реки (Москва-река, Яуза и др.) – прямо в воду или на лед, её покрывающий. Для этого на набережных были оборудованы специальные эстакады, куда самосвалы со снегом “сдавали задом” и опрокидывали свои кузова. Потом такую практику признали порочной по экологическим соображениям. Да и “снегоёмкости” московских рек явно не хватало для уборки всего снега, выпадающего в городе. И экологические соображения стали всё больше доминировать при выборе тех или иных технологий уборки снега после того, как на улицах города начали широко применять противогололёдные реагенты (ПГР), представляющие собой различные соли (смеси NaCl, KCl, CaCl₂ и др.), снижающие температуру плавления и меняющие другие характеристики льда и снега. В настоящее время снег в Москве стали активно сбрасывать в городскую канализацию. При этом снег растапливается за счёт тепла самих сточных вод. Если же такого тепла не хватает, то снег плавят на специальных снегоплавильных станциях (стационарных или передвижных), использующих дизельное топливо. Но можно задуматься о дальнейшей судьбе этих “модифицированных” канализационных сточных вод, которые, как известно, глубоко не перерабатываются,

а просто сливаются на поля орошения ближайшего Подмосковья. Судьбу некоторых старых полей орошения мы знаем – на них после определённой рекультивации построили жилые микрорайоны без особых проблем с экологией. Но как можно будет использовать будущие поля орошения, которые “подсолены” путём сброса в канализацию ПГР – пока не ясно. И каких-то серьёзных исследований на эту тему пока не делалось. В связи с этим представляется весьма актуальной постановка вопроса о *переработке* перемешанного с ПГР снега, об *отделении* его от обычного более-менее чистого снега.

Для утилизации снега в Москве когда-то применяли не канализационные сточные воды, а теплую воду ТЭЦ, нагретую в конденсаторах турбин с прямоточными системами охлаждения (вода берётся из реки и сбрасывается обратно в реку). С учётом этого нужно признать, что схема сброса снега в стоки ТЭЦ эквивалентна старой забракованной схеме прямого сброса снега в реки (см. выше). Одно “косметическое” отличие – больше нет на бережных пугающих эстакад для сброса снега из самосвалов – снег сбрасывали дистанционно (это, кстати, нелегально делают на некоторых ТЭЦ, утилизирующих снег, выпавший на территориях электростанции). Но ТЭЦ в Москве могут быть более активно и более цивилизованно задействованы для решения проблемы снега в городе и некоторых собственных проблем. Нужно чётко понимать, что снег, в который добавлены различные ПГР, нельзя сбрасывать в канализацию. Его нужно собирать отдельно от обычного снега, перерабатывать и выделять из него ПГР для повторного использования, если уж город никак не может обойтись без поливки ими дорог. Это нужно делать, не только учитывая

⁵ Очков В.Ф. Снег в мегаполисе и энергетика // Энергосбережение и водоподготовка. 2005. № 1. URL: <http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/Snow/index.html>; Очков В.Ф. Некоторые вопросы, возникшие после прочтения интервью «Снег в большом городе» с главным инженером «Мосводоканалниипроект» Корецким В.Е. // Водочистка, Водоподготовка, Водоснабжение. 2010. № 3 (27). С. 72–74. URL <http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/Snow/index-vvv.html>

экологию будущих полей орошения, но и просто руководствуясь общекультурным правилом, гласящим, что за собой нужно убирать! И тут могут очень пригодиться московские ТЭЦ, особенно те, что расположены ближе к центру Москвы и около крупных дорожных магистралей.

Представим себе такую идеальную схему переработки загрязнённого снега. Снег, вернее, та бурая грязная каша, которую собрали с московских магистралей, обработанных ПГР, свозится в специальные бункеры, оборудованные на территориях московских ТЭЦ. Зимой этот снег растапливать, может быть, и не стоит, тем более тратить на это топливо, а нужно ждать тёплой погоды. Летом этот снег будет таять за счёт сбросного тепла ТЭЦ, повышая, кстати говоря, КПД самой электростанции из-за более низкой температуры конденсации пара в конденсаторах. На электростанциях химические цеха будут готовить добавочную воду для котлов не из природной воды, которую, станция покупает у города, а из этой талой воды, заодно выделяя из неё ПГР для дальнейшего использования будущей зимой. Тут можно посчитать некий баланс: сколько было потрачено реагентов на борьбу с гололёдом, сколько этих реагентов выделено из "снежной каши" и сколько, увы, осталось в городе, в том числе и на газонах, в парках и скверах. Всё это требует более детальных теплотехнических и технико-экономических расчётов и проработок. Кстати, лет десять–пятнадцать назад обсуждалась идея использования рассолов, получаемых из упариваемой воды термических водоподготовительных установок

Но ТЭЦ в Москве могут быть более активно и более цивилизованно задействованы для решения проблемы снега в городе и некоторых собственных проблем. Нужно чётко понимать, что снег, в который добавлены различные ПГР, нельзя сбрасывать в канализацию.

(испарителей) некоторых московских ТЭЦ в качестве противогололёдных средств. Но по ряду причин эта идея не была реализована. Захотят ли московские ТЭЦ брать на себя такую обузу?! Должны захотеть, приняв во внимание следующие соображения. ТЭЦ будет брать снег на переработку по определённой таксе, а выделенные из снега реагенты продавать городу опять же за определённую цену. Кроме того, ТЭЦ будут экономить деньги на покупке тех-

нической воды, а может быть, и её станут продавать городу, вытапливая из "снежной каши" и очищая. Приплюсуем ещё и прибыль ТЭЦ, полученную за счёт возможной дополнительной выработки электроэнергии, связанной с повышением вакуума в конденсаторах турбин, охлаждаемых "прошлогодним снегом".

8-генерация: строительное дело.

В городе есть производства, требующие большого количества энергии и особых мер обеспечения экологической безопасности. И эти производства, по понятным причинам, нельзя вывести далеко за пределы города. Это, например, асфальтобетонные заводы (АБЗ). Практически всем узлам такой установки нужна энергия, как электрическая (насосы перекачки битума, приводы смесительных узлов и др.), так и тепловая (сушка смесей, выпаривание и подогрев битума, хранение готовой смеси и др.). В настоящее время эту энергию АБЗ производят сами, сжигая топливо (как правило, дизельное), либо потребляют электроэнергию, что, безусловно, сказывается на стоимости готовой продукции и на экологических последствиях такой технологии. Ещё один немаловажный ресурс – вода,

необходимая в процессе изготовления продукции и обслуживания установки для обеспечения санитарных условий обслуживающему персоналу. Все эти ресурсы есть в необходимом количестве на ТЭЦ, через трубу которой вредные газы АБЗ могут выводиться на большую высоту. Тут можно упомянуть и социальный аспект вопроса. Сейчас персонал АБЗ имеет не очень хорошие условия в бытовках. ТЭЦ же располагает прекрасными помещениями для персонала.

9-генерация: переработка мусора. Пик увлечения сжиганием мусора, как одним из основных способов его утилизации, уже прошёл. Этому способствовало понимание экологических последствий такой технологии и признание того факта, что мусор – это ценное вторичное сырьё. Кроме того, были внедрены методы раздельного складирования мусора у жилых домов. Но даже при очень глубокой переработке мусора потребность в сжигании

Но даже при очень глубокой переработке мусора потребность в сжигании некоторых его "хвостов" осталась. И в этом деле (приём и переработка мусора со сжиганием не утилизованных остатков) городские ТЭЦ могут оказать городу существенную помощь.

некоторых его "хвостов" осталась. И в этом деле (приём и переработка мусора со сжиганием не утилизованных остатков) городские ТЭЦ могут оказать городу существенную помощь. Но от такой услуги-генерации электростанции отпихивались и отпихиваются всеми возможными способами. Но! В последнее время уже на самом высоком уровне к этой проблеме стали обращаться всё чаще. Называются ужасающие цифры – сколько у нас в стране, и в частности – в Подмоскovie, санкционированных, а ещё больше – несанкционированных свалок мусора. Мы не будем здесь вдаваться в особенности технологии ути-

лизации бытового и иного мусора на электростанциях, скажем лишь то, что во многих европейских городах ТЭЦ сохранились лишь потому, что они стали утилизировать мусор – и тот, который "генерирует" сам город, и тот, что привозят из ликвидируемых свалок вблизи городов. Промелькнула информация о том, что мусоросжигающим ТЭЦ Швеции и Дании уже не хватает собственного мусора, и они начали экспортировать его. Автор на стажировке в Германии (см. выше) проделывал со своим немецким коллегой такую операцию. В легковой автомобиль грузились мешки с бытовым мусором и отвозились на ближайшую ТЭЦ. Там, на въезде на территорию ТЭЦ машина взвешивалась, затем мешки выгружались, а машина на выезде взвешивалась ещё раз. Стоимость утилизации мусора, как помнится, составляла 50 тогдашних (80-е годы прошлого века) немецких марок за тонну. На территории ТЭЦ мусор на

специальной площадке с ленточным конвейером силами гастарбайтеров сортировался, и часть его сжигалась в специальных котлах со специальной газоочисткой. Сжигание мусора сейчас, подчеркнём ещё раз, многие считают не самым разумным способом его утилизации. Но лучше его сжигать даже особо не сортируя, чем сваливать в кучи, закапывать в землю, отравляя подземные воды и жизнь в близлежащих посёлках.

Вот и наши городские ТЭЦ тоже вряд ли выживут при использовании городом энергии извне и при натиске современных локальных энергетических установок, если не займутся

проблемой утилизации мусора и ликвидации свалок. Главное тут, чтобы персонал ТЭЦ преодолел некий психологический (эстетический) барьер. Остальное – дело техники. Будет ли мусор дополнительным топливом для ТЭЦ – вопрос сложный. Это “топливо” нередко приходится “подсвечивать” – подавать в мусоросжигающие котлы дополнительно газ или мазут. Но у станций такое топливо есть. Существуют технологии сжигания мусора в кипящем слое твёрдого топлива. Мы упомянули тут о “дополнительном топливе”. Многие тепловые электростанции, задумываясь о своей эффективности и выживаемости, обращаются к таким “топливам”. Есть и проекты уже реализованные, когда, например, строится современная парогазовая электростанция с дополнительными плоскими или параболическими зеркалами, направляющими солнечный свет на специальные теплообменники с маслом в качестве теплоносителя⁶. Нагретое масло подаётся в подогреватель основного рабочего тела ПГУ. Солнце закрылось облаками – не беда: расход газа увеличивается, и мощность энергоустановки не падает. Это ещё один пример сочетания традиционной и альтернативной энергетики, о чём упоминалось выше. Кстати, будет совсем нелишним, если здания и сооружения ТЭЦ будут обвешаны солнечными панелями⁷.

⁶ Эльмохлови А.Э., Очков В.Ф., Казанджан Б.И. Оценка производительности и энергоэффективности интегрированного солнечного комбинированного цикла электростанции // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2019. Т. 21. № 1–2. С. 43–54.

⁷ H. Lund, S. Werner, R. Wiltshire, S. Svendsen, J.E. Thorson. 4th generation district heating (4GDH) integrating small thermal grids into future sustainable energy system // Energy. 11–1 (2014) 715–724; S. Paiho, F. Redo. Towards next generation district heating system in Finland // Renewable and

10-генерация: похоронное дело. Читатель, не пугайся! Начни чтение “генерации” с её последних абзацев, а потом вернись в начало раздела. И извини, что эта “генерация” расположилась в статье сразу после “мусорной” генерации, вызывая неприемлемые ассоциации... Начнём с конкретного примера. В одном немецком городе есть крупная (“градообразующая”) университетская клиника со своей ТЭЦ, снабжающей теплом и холодом не только клинику, но и близлежащие жилые дома и предприятия. Бок о бок с этой клиникой расположено главное городское кладбище, которое хорошо видно из окон операционных и реабилитационных отделений. Говорят, что каждый хирург клиники имеет на этом кладбище свой маленький участок с больными, которых не смогли спасти.

Лирическое отступление. У О’Генри есть новелла “Последний лист”. В ней рассказывается о больной, которая видит за окном дерево и считает, что когда с него спадет последний лист, она умрёт. Немецкую клинику от кладбища отделяет железнодорожная насыпь, поросшая деревьями. Летом из окон клиники не видно могил с крестами, но осенью, когда листва редет, перед врачами и больными открывается довольно печальная картина. Кстати, недалеко от этой клиники и от этого кладбища расположена тюрьма (см. 13-“генерацию”). Вот так в одном месте сошлась тройка печальных, но необходимых учреждений.

sustainable Energy Reviews. 65 (2016) 915-924; M.A. Sayegh, J. Danielewicz, T. Nannow, M. Miniewicz, P. Jadwiszczak, K. Piekarska. Trend of European research and development in district heating technology // Renewable and sustainable Energy Reviews. V. 68, Part 2, February 2017. P. 1183–1192; Schmidt, A. Kallert, M. Blesl, S. Svendsen, N. Nord and K. Sipilä. Low Temperature District Heating for Future Energy System // The 14th International Symposium on District Heating and Cooling, September 7th to September 9th, 2014, Stockholm, Sweden.

На окраине описываемого кладбища, которое постепенно превращается в некий ухоженный мемориальный городской парк, расположен один из старейших в Европе крематориев. (А самый первый в мире крематорий был открыт в Лондоне, к нему мы ещё вернёмся.) Немецкий же крематорий одно время планировали модернизировать и расширить, но потом от этой идеи отказались, в том числе и из-за протестов жителей домов, расположенных за оградой кладбища вблизи крематория. Раньше там был пустырь, но его постепенно застроили. Жителей очень смущал дым, выходящий из довольно низкой трубы крематория и другие нюансы. В то же время ТЭЦ клиники уже давно сжигала в особых камерах биоматериалы, остающиеся от проведения хирургических операций. Делается это так. Из топки парового котла отбирается газ с высокой температурой, направляется в камеру с биоматериалами и возвращается обратно в топку котла.

Дымовые газы из этих “камер” после соответствующей газоочистки выбрасываются в атмосферу через довольно высокую трубу, которая никого особо не смущает. Так вот, было решено не реконструировать крематорий главного городского кладбища, а сделать из него место, где проходит прощание с усопшими и последующая выдача урн с прахом. Само же тело покойного перевозится на ТЭЦ клиники, где сжигается в описанных камерах. Зола (прах) затем отвозится назад в крематорий для выдачи родственникам. По завещанию усопшего, его прах может быть развеян над городом, где он жил и умер.

Ещё одно, но уже “нелирическое” отступление. Читаем у Сергея Довлатова в его записках: Нью-Йорк. Магазин западногерманского кухонного и бытового оборудования. Продавщица с заметным немецким акцентом говорит моему другу Изе Шапиро: «Рекомендую вот эти “гэс овенс” (газовые печки). В Мюнхене производятся отличные газовые печи!» – “Знаю, слышал”, – с невеселой улыбкой отозвался Изя Шапиро.

Такую услугу-“генерацию” могут оказывать городу его ТЭЦ. Более того, известна технология не сжигания трупов, а растворение их в кислоте. На ТЭЦ, напомним, есть химические цеха, где используют кислоты, щёлочи и другие химические реагенты для подготовки добавочной воды и организации водно-химического режима энергоустановок, промывок и консервации энергетического оборудования. Так вот, электростанции могут проводить и такой обряд “захоронения” усопших.

Рассказывают, что на одной электростанции работница химцеха покончила с собой, бросившись в цистерну с серной кислотой. Она хотела уйти из жизни бесследно и не желала, чтоб у родственников были проблемы с похоронами. Есть и ещё более экзотическая похоронная технология. В человеческом теле довольно много атомов углерода. Их извлекают, превращают под гигантским давлением в алмаз и передают родственникам усопшего. Это технология очень дорогая и очень энергозатратная. Но на ТЭЦ энергии достаточно, и её можно использовать для такой экзотической материали-

На ТЭЦ, напомним, есть химические цеха, где используют кислоты, щёлочи и другие химические реагенты для подготовки добавочной воды и организации водно-химического режима энергоустановок, промывок и консервации энергетического оборудования. Так вот, электростанции могут проводить и такой обряд “захоронения” усопших.

зации памяти об усопших. Не только людей, но и животных. Кто-то захочет увековечить в алмазе свою любимую околешнюю собачку, а кто-то пожелает её просто сжечь. Для этого будет достаточно подвезти труп животного к ТЭЦ и оплатить такую услугу. Описанный процесс подключения ТЭЦ к похоронному делу для России, может быть, и не очень актуален. Он пока слишком экзотичен и дик для нас. Но для Индии или Китая, население которых составляет почти треть населения планеты, а территории относительно малы для такого числа людей, это очень даже пригодится. Китай сейчас с трудом (под жестким административным давлением) переходит от традиционных захоронений в землю к кремированию. В Индии же это традиционная практика, но она осуществляется неэстетично и с весьма негативными экологическими последствиями. Современный индус без лишних предрассудков, на деле заботящийся об экологии, может завещать свои органы для пересадки другим людям, а “остальное” позволить сжечь, но не на костре на берегу реки с выбросом несгоревших останков в Ганг на съедение рыбам, а в современных энергетических котлах электростанций с “развеиванием” праха на золоотвалах или в других местах по выбору (у горных истоков Ганга и Инда). Эта проблема остро стоит перед многочисленным мусульманским населением Ближнего Востока, Северной и Центральной Африки, Индонезии и др., религиозные каноны которого запрещают кремирование. Вот почему некоторые восточные города оказались в тисках огромных кладбищ. С другой стороны, в этих регионах мира добывается большая

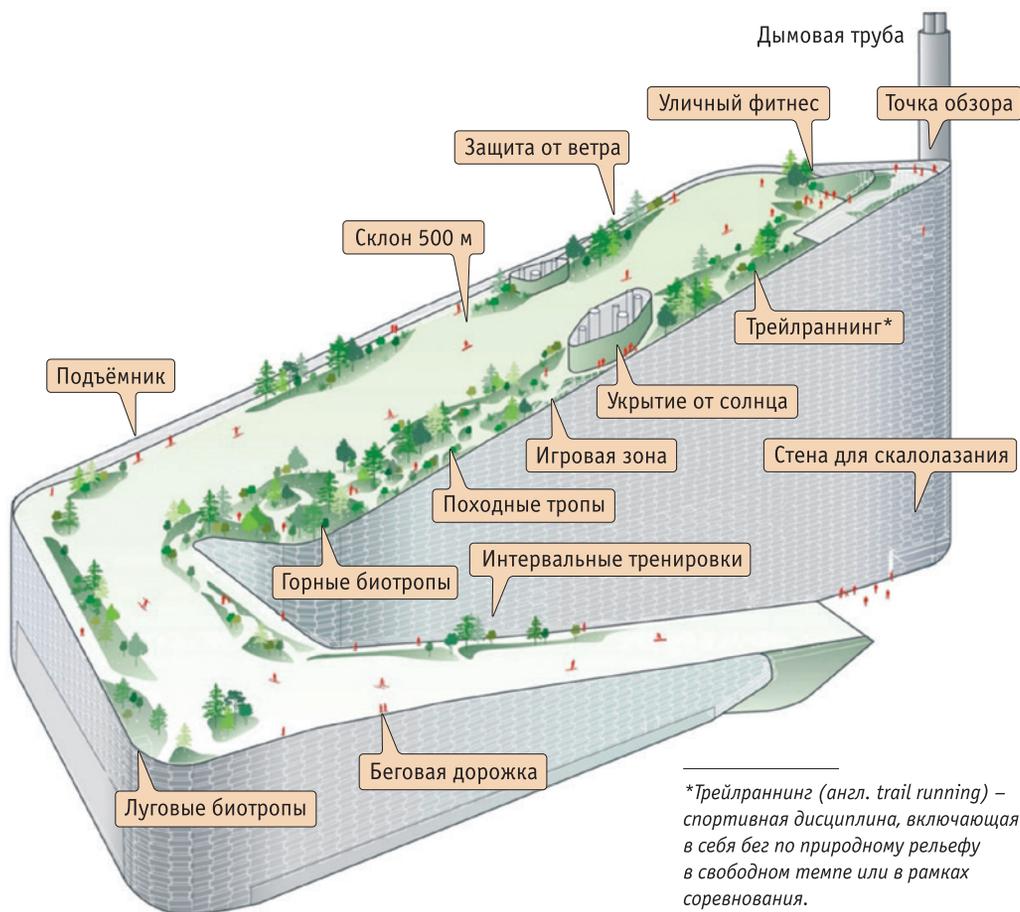
ТЭЦ в городе – это наверно единственные промышленные предприятия, которые обладают огневыми технологиями. Эта особенность должна быть поставлена на службу города!

часть нефти и газа, а их основная масса сжигается в топках котлов и двигателях внутреннего сгорания. Тут нужно найти компромисс между традициями и требованиями времени, пустив часть имеющихся энергетических ресурсов на благое дело.

ТЭЦ в городе – это, наверное, единственные промышленные предприятия, которые обладают огневыми технологиями. Эта особенность должна быть поставлена на службу города!

11-генерация: музейное и экскурсионное дело. Продолжим “похоронную” тему, но уже не в отношении людей, а касательно самих электростанций. Итак, если электростанции суждено “умереть”, то произойти это может также цивилизованно, “культурно” и экологично. Многие ТЭЦ, кстати, “умирают” не сразу, а постепенно. Сначала из них убирают электрогенерацию, затем производство тепла (работу пи-

ковых водогрейных котлов), оставляя им только функции электроподстанции с трансформаторами. Затем отключают и это, ломая голову над тем, что делать с опустевшим зданием. А вот что можно сделать! Кто был в Лондоне и переходил с левого берега Темзы на её правый берег по мосту Миллениум, видел огромное промышленное здание с четырёхгранной башней, несколько диссонирующее с остальной застройкой этого центрального района британской столицы. Это бывшая тепловая электростанция, куда на баржах подвозился уголь. Её после закрытия не пустили на слом, а превратили в отдел современного искусства лондонского художественного музея Tate – Tate Modern. Второй пример. На окраине Лондона, в районе Гринвич, с холма,



*Трейлраннинг (англ. trail running) – спортивная дисциплина, включающая в себя бег по природному рельефу в свободном темпе или в рамках соревнования.

Схема мусоросжигательного завода в Копенгагене.

на котором расположена знаменитая обсерватория, открывается красивый вид на местность, где “торчат” четыре трубы закрытой, но не снесённой тепловой электростанции, в которой сейчас проводят различные выставки (биеннале). Это здание пересекает гринвичский меридиан, что придаёт особый колорит проводимым там мероприятиям: связывание Востока и Запада, восточного и западного полушарий Земли.

Один из авторов лет двадцать назад, выступая на техническом совещании в Мосэнерго, предрёк закрытие

ГЭС-1, которая расположена почти напротив Кремля, в том случае, если она не станет производить ещё что-то для города, помимо электроэнергии и тепла. Об этом говорили и многие другие теплотехники и экономисты. Эти предсказания постепенно сбываются – ТЭЦ то закрывают, то опять открывают. Но, скорее всего, её все же закроют. Это уже историческое здание не стоит отдавать под офисы (их сейчас избыток в центре Москвы), а тем более ломать. В нём можно открыть музей энергетики и инженерного хозяйства Москвы, не закрывая электростанцию полностью. Посетители этого “филиала Политехнического музея”, его отдела

энергетики могли бы видеть не только “мёртвые” железные экспонаты с разрезами и мультимедийными пояснениями, но и “живую”, работающую паровую турбину и прочее оборудование электростанции. Кстати, в вышеупомянутом Лондоне в Музее науки и техники работает “живая” паровая машина, которую сохранили с прошлого века и которая привлекает многих посетителей, юных и взрослых. В настоящее время музей Мосэнерго ютится в тесных помещениях на окраине Москвы и представляет собой, честно говоря, жалкое зрелище. А он должен находиться в туристическом центре Москвы и выполнять в том числе и профориентационные функции.

Другой пример. В МЭИ в своё время приняли ошибочное, как сейчас стало ясно, решение о реконструкции вузовской учебно-научной ТЭЦ. Вместо того, чтобы превратить эту электростанцию в учебное пособие, в научно-образовательное учреждение – в полноценный музей, её стали кромсать, пытались впихнуть в старое ветхое здание новое энергетическое оборудование, которое спокойно можно было разместить рядом со старым зданием. А вот пример другого полупропадающего экспоната. На западной окраине Петербурга во дворе ТЭЦ-7 Ленэнерго стоит на постаменте турбоагрегат, который проработал всю блокаду. Эту турбину с генератором, конечно же, следует перенести с закрытой режимной территории ТЭЦ на Васильевском острове в центр города на Неве, чтобы её могли увидеть многие. Ведь блокада города была не только продовольственная, но и

энергетическая. Этот турбоагрегат – вещественное свидетельство героизма и стойкости жителей блокадного Ленинграда. Она может стать даже неким символом города. Паровая турбина там, кстати, немецкая, а генератор отечественный. Это можно рассматривать как некое свидетельство сложной и временами трагической истории взаимоотношений нашей страны с Германией. Итак, если всё-таки придётся закрывать некоторые московские ТЭЦ, расположенные близко от центра города, то их можно превращать в производственно-научно-культурно-просветительские учреждения. Для этого нужно, конечно, не только технико-экономическое обоснование, но и некое политическое решение. Мосэнерго под такие проекты может получать бюджетные средства и от государства, и от города. В городских культурных центрах на

базе ТЭЦ можно возрождать ремесла, требующие огня – кузнечное дело, стеклодувное кустарное производство и другое, невозможное в самом городе по причине пожароопасности.

Москва, кстати, уже имеет опыт использования старых зданий электростанций в культурных

Москва, кстати, уже имеет опыт использования старых зданий электростанций в культурных целях:

Малый манеж, расположенный вблизи Государственной Думы, – это бывшая электростанция, снабжавшая электричеством первые московские трамваи.

целях: Малый манеж, расположенный вблизи Государственной Думы, – это бывшая электростанция, снабжавшая электричеством первые московские трамваи.

12-генерация: спортивно-оздоровительные центры. Тут в качестве иллюстрации данной генерации достаточно привести единственную картинку статьи (см. рис.) – схему здания, где под одной крышей (и на самой крыше) собрались ТЭЦ, мусоросжигательный

завод и целый комплекс спортивно-развлекательных заведений⁸. Картинка не требует особых пояснений. На территории почти всех московских ТЭЦ есть оздоровительные центры с бассейнами для сотрудников. Некоторые из бассейнов наполнены не только обычной водой, но и рапой – крепким соляным раствором, который качают с километровой глубины, о чем было рассказано выше. Купание в такой воде подобно купанию в Мёртвом море и в плане удовольствия (экстрима), и в плане здоровья. Что мешает сделать такие ведомственные бассейны общегородскими?

13-генерация: пенитенциарное (уголовно-исполнительное) дело. Вот ещё одна “генерация” для ТЭЦ. Повторим, что персонал ТЭЦ не очень-то захочет иметь дело с генерациями 6, 7, 9 и тем более с 10. Эту работу можно поручить людям, привлечённым по решению суда к принудительным работам. Сейчас, увы, могут человека, совершившего нетяжкое уголовное преступление, оторвать от семьи и отправить в исправительное учреждение, где он нередко становится уголовником под влиянием настоящих зеков. Этого человека можно не сажать в тюрьму и не отправлять в колонию, а направить работать на ТЭЦ: сжигать мусор и выполнять другие не очень приятные работы (см. выше). Так он не будет оторван от семьи, станет общаться не с уголовным миром, а с нормальным персоналом станции. Тут придёт настоящее раскаяние и исправление, без уголовных последствий. В настоящее время “мусорный” бизнес очень криминализован не только у нас, но и в других

странах. Ожидаются “разборки и посадки”, судя по тому, что этими “разборками” занялись на самом верху. Вот будущие “посаженные” и смогут работать на ТЭЦ, занимаясь вплотную (в буквальном, а не переносном смысле) мусором. Вот вам ещё одна “генерация” на ТЭЦ – выполнение функций исправительного учреждения. Современные московские ТЭЦ окружены высокими заборами с мотками колючей проволоки сверху, с сердитой вооружённой вневедомственной охраной на проходных, что даже внешне роднит их с тюрьмами. Другой вариант решения этой проблемы. Молодой человек окончил профессиональное училище и поступил на работу на ТЭЦ. Ему подошло время проходить срочную службу в армии. Он выбирает альтернативную службу и остаётся на ТЭЦ выполнять вышеописанную непрестижную, но очень важную работу. Главное, что не нужно привлекать гастарбайтеров, решающих одни городские проблемы и одновременно создающих другие, зачастую более сложные.

Выводы. Что такое ТЭЦ сейчас?! Это энергетическое предприятие в городской черте, которое вырабатывает тепло в виде горячей воды или пара и попутно (на базе выработки тепла) производит электроэнергию. Если же ТЭЦ хочет остаться “в черте города”, то она должна не просто заодно, а в первую очередь решать насущные вышеперечисленные и другие городские инженерные и социальные проблемы, попутно вырабатывая свой традиционный товар – тепло и электроэнергию за счёт не только и не столько сжигания природного газа, но за счёт высокоэффективного потребления электроэнергии, вырабатываемой за сотни километров от данной ТЭЦ, или как там она будет называться в будущем.

⁸URL: <https://archi.ru/tech/86088/amager-resource-center-kopengagen-daniya>