

# История, настоящее и будущее теплофикации в иллюстрациях



**В.Ф. Очков**, д.т.н., профессор НИУ «МЭИ», г. Москва

**При работе над статьей [1] автору часто приходилось обращаться к электронным ресурсам, при этом Интернет «выбрасывал» интересные и поучительные картинки, связанные с теплоснабжением. Некоторые же фотографии автор сделал сам, гуляя по Москве. Предлагаем читателям систематизированную в историческом порядке подборку иллюстраций о развитии централизованного теплоснабжения с авторскими комментариями и предположениями. Начнем с истории теплофикации, потом коснемся его сегодняшнего дня, а затем заглянем немного в будущее, отечественное и зарубежное.**

## Придомовые котельные

Котельные, расположенные в подвалах жилых домов (рис. 1), были распространены в России вплоть до 80-х годов прошлого века. На сегодня котельная, представленная на рис. 1, давно не работает. Изначально она (как и большинство подобных объектов по всей стране) была угольной. Уголь подвозили в самосвалах и ссыпали в подвал через круглый стандартный люк с чугунной крышкой. Мальчишками мы сбегались смотреть на эту интереснейшую операцию. Но в других подобных котельных использовали и жидкое топливо. Читаем у Булгакова в «Мастере и Маргарите»: «... А вашему товариществу, Никанор Иванович, полнейшая выгода и очевидный профит. А за деньгами он не постоит, – Коровьев оглянулся, а затем шепнул на ухо председателю: – Миллионер!

*В предложении переводчика заключался ясный практический смысл, предложение было очень солидное, но что-то удивительно несолидное было и в манере переводчика говорить, и в его одежде, и в этом омерзительном, никуда не годном пенсне. Вследствие этого что-то неясное томило душу председателя, и все-таки он решил принять предложение. Дело в том, что в жилтовариществе был, увы, презрядный дефицит. К осени надо было закупать нефть для парового отопления, а на какие шиши – неизвестно. А с интуристовыми деньгами, пожалуй, можно было и вывернуться...».*

Некоторые такие угольные и мазутные котельные в свое время были переведены на природный газ – существовала целая государственная программа газификации придомовых котельных. Потом, правда, спохватились и котельные в подвалах совсем закрыли, либо перевели на жидкое топливо. Дело в том, что природный газ тяжелее воздуха и имеет обыкновение при утечках скапливаться в подвалах. А это, как понимает читатель, очень опасно. На рис. 1 видно, что газопровод опоясывает дом



Рис. 1.



Рис. 2.

Рис. 1. Многоквартирный жилой дом постройки 60-х годов прошлого века со встроенной в подвале котельной (фото авт.).  
Рис. 2. «Старинная» газовая водогрейная колонка (фото с сайта [olejnikova.ru](http://olejnikova.ru)).

на уровне окон первого этажа, хотя изначально он располагался в подвале дома.

В устье (наверху) квадратной дымовой трубы видна крыша, сооруженная после закрытия котельной. Это сделано для защиты от осадков кирпичной кладки трубы остановленной котельной. От осадков и... от экстремалов – «руферов», как сейчас говорят. Дело в том, что в эти трубы внутри и снаружи были вмурованы стальные скобы в виде лестницы (см. рис. 3). Наружная лестница не видна, т.к. размещена со стороны крыши. По внутренней лестнице можно было спуститься в саму котельную, в которой, как правило, уже нет ни котла, ни другого оборудования.

Левее устья квадратной дымовой трубы видна узкая стенка, также имеющая прямое отношение к теплофикации дома. В ней проходят пять смежных дымовых труб (газоходов) от газовых водогрейных колонок, расположенных на кухнях, окна которых видны под этими трубами. Эти газовые колонки – важный элемент децентрализованной теплофикации городов – в частности, горячего водоснабжения населения.

Такая колонка была установлена и в доме, где живет автор (рис. 2). Первый рычаг открывал газ к запальному фитилю, а второй – к основным горелкам. Эти колонки часто «распаивались», и их на месте чинили (паяли) специальные мастера. На такого мастера учился герой кинокартины «Друг мой Колька».

Старую, гудящую и часто ломающуюся газовую колонку автор заменил на современную автоматическую, тихо включающуюся при открытии крана и тихо выключающуюся при его закрытии – газ в колонке даже можно не перекрывать, а фитиль не тушить. Летом, в период ремонта теплосетей, к автору часто заходили помыться родные и знакомые (вспомним рассказ Зощенко «Водяная феерия»).

Автор мечтает дооборудовать этот нагреватель электрогенератором, сжигающим газ, сбрасывающим выхлоп в газовую колонку (котел-утилизатор), а вырабатываемую электроэнергию – в квартиру. Эти мечты уже реализуются – за рубежом и где-то у нас в коттеджах устанавливают подобные энергоустановки (ORC – Organic Rankine Cycle). В некоторых странах даже решена проблема подачи избытка электроэнергии в общую сеть – в т.н. «умную» сеть

(SmartGrid). Появилось и такое понятие как просьюмер (от англ. prosumer от professional либо producer + consumer – «профессиональный потребитель», либо «производитель-потребитель». – Прим. авт.) – когда объект может быть попеременно потребителем или производителем электроэнергии. Рабочим телом таких домашних турбогенераторов служит, например, этиловый спирт (органика, этанол). Шутка: в доме гости и кончилось спиртное; не беда – спускаешься в подвал, делаешь продувку котлу и... банкет продолжается. А если в это время придет сообщение от сетевой компании, что не вы должны платить им за свет, а они вам, то «градус» банкета станет еще выше...

Автор до учебы в Московском энергетическом институте проходил срочную службу в Советской армии [7]. Там он закончил сержантскую школу по специальности «Машинист паровых котлов», а затем служил начальником котельной в отдельном гарнизоне в казахстанской степи, где кроме угольной котельной была и дизельная станция для электроснабжения. Теперь, вспоминая армейские годы, автор думает о том, что выхлопы дизель-генераторов можно было бы перед выбросом в атмосферу направлять в котлы-утилизаторы, хотя бы в летнее время, – для нагрева воды, идущей в солдатскую баню и прачечную. Ведь было так сложно раз в неделю растапливать котел углем: его приходилось насыпать ровным слоем на колосники котла, поливать соляжкой и поджигать. Дрова для розжига были в дефиците в этих степных местах. Местное же население «теплоснабжалось» кизяком – высушенной смесью овечьего помета с соломой.

Еще один минус современного «бесколоночного» ГВС городских квартир заключен в перефразе старой поговорки: *«Кто рано встает, тому... приходится прокачивать горячую воду для всего подъезда!»*. Из газовой колонки после ее включения горячая вода начинает идти через несколько секунд, а из крана при несовершенной системе ГВС – через несколько минут. Счетчик же горячей воды при этом исправно крутится.

Кстати, кроме газовой плиты и газовой колонки на кухне может стоять еще один «агрегат», работа-



Рис. 3. Газгольдер для хранения газа, получаемого газификацией угля (фото автора).



Рис. 4. Котельная, обслуживающая (когда-то давно) целый микрорайон (фото автора).

ющий на газе – холодильник. Раньше такие абсорбционные холодильники были довольно распространены. Сейчас же это некая экзотика, которую можно заказать онлайн. Это, как правило, делают те, у кого ненадежное электроснабжение на дачах, но есть магистральный или сжиженный газ. Но растущие требования по безопасности «изгоняют» из кухонь не только газовые колонки, но и газовые плиты. Если же идти дальше вглубь истории, то можно вспомнить, что и освещение когда-то было газовым. Газ же в те времена в городах был не природным, добываемым из недр Земли, а искусственным, полученным газификацией угля.

В Европе, Северной Америке и кое-где у нас можно увидеть такие «памятники промышленной архитектуры» в виде «голового» шара (рис. 3) или круглой толстой кирпичной башни. Это были аккумуляторы «тепловой и световой энергии», демпфирующие неравномерность потребления газа в течение суток.

Кстати, газ, получаемый через газификацию угля, очень ядовит из-за высокого содержания в нем окиси углерода – угарного газа.

В настоящее время аккумулялирование природного газа ведется с использованием естественных подземных хранилищ в карстовых пустотах, куда газ закачивают летом и отбирают зимой.

**Примечание.** Тут промелькнул термин «котел-утилизатор». Его не совсем верно применяют в настоящее время для обозначения паровых кот-

лов парогазовых установок. Дело в том, что изначально такими котлами (а они тогда были в основном водогрейными) называли котлы, которые пристраивали к уже существующим производствам. Например, сталепрокатный завод получает стальные болванки (отливки), которые перед подачей на прокатный стан необходимо разогреть до «белого каления». Это делали в специальных печах, которые называли вагранками. Температура уходящих газов из таких печей

была довольно высокая, поэтому их стали использовать (утилизировать) для теплофикации заводского поселка: к уже работающим печам пристраивали котлы для нагрева воды теплотой уходящих газов. А котел современной парогазовой энергетической установки изначально предусмотрен в ней. Так что ни о какой утилизации чего-то теряемого тут речи не идет.

### Районные и квартальные котельные

Котельные, снабжающие горячей водой целый микрорайон – это второй уровень теплофикации новостроек периода массового жилищного строительства. Самое интересное, что во времена «планового народного хозяйства» одновременно строились дома с котельными, как на рис. 1, отдельно стоящие котельные для них (рис. 4) и... ТЭЦ (рис. 5), от которых тянули теплосети к отдаленным районам.

Сейчас сохранившиеся трубы остановленных котельных обвешаны антеннами сотовой связи, а в их помещениях ютится наш «малый бизнес»: мелкооптовые склады, авторемонтные мастерские и проч.

### Теплоэлектроцентрали

Теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) – это третья стадия процесса теплофикации (или когенерации) городов (рис. 5). Экологи часто пугают население видом парящих градилен таких станций: многие несведущие считают, что из градилен выходит дым, «накрывающий» город. Но здесь экологи лукавят: наоборот,



Рис. 5. ТЭЦ-11 Мосэнерго – героиня фильма «Рогожская застава» (фото с сайта mosenergoinform.ru).



Рис. 6. Ремонт теплосети с созданием транспортных про- блем (фото автора).

в бассейнах под градирнями скапливается большое количество маслянистой грязи, которую персоналу ТЭЦ приходится периодически выгребать, поскольку воздух, засасываемый в градирни, содержит копоть и частички масла из автомобильных выхлопов, которые и задерживаются в градирнях. Так что по-сути, градирни – это, своего рода, городские фильтры.

Сейчас за рубежом и кое-где у нас стали практиковать **тригенерацию**, когда одна энергетическая установка одновременно или попеременно производит электроэнергию, тепло и холод для бытовых и промышленных целей. На фасаде Казанского энергетического университета висит лозунг «*Мы несем свет и тепло в дома!*». А как вам понравится новая редакция этого лозунга в духе тригенерации: «*Мы несем в дома свет круглый год, тепло зимой и прохладу летом!*».

По своей сути бытовой кондиционер – это энергоустановка когенерации. Обычно он производит холод. Под термином «кондиционирование

помещения» обычно понимают его охлаждение в жаркое время года. Правильнее же здесь иметь в виду регулирование температуры (нагрев или охлаждение), влажности и других параметров воздуха одной энергоустановкой, ведь, когда «батареи холодные» («топить» еще не начали) его нередко переключают в режим нагрева по схеме теплового насоса. Если при этом наружный теплообменник закопать в землю, где температура зимой выше, а летом – ниже, чем на улице, то получится современная схема тепло- и хладоснабжения (кондиционирования помещения).

Бытовой холодильник, стоящий на кухне – это ведь тоже по своей сути энергоустановка когенерации. Он снабжает холодом локальное пространство в своих камерах, а теплом всю кухню.

А вот реальный пример квадрогенерации, описанный в [2, 3]. В одной московской ТЭЦ пустовало помещение бывшей компрессорной станции, и одна крупная IT-компания установила там серверы для обслуживания своих корпоративных клиентов, размещения «облаков» – внешних хранителей информации. Компьютеры требуют электропитания и, как следствие, охлаждения: вспомним персональный компьютер или ноутбук, из которого «дует» теплый воздух. Так вот, на этой московской ТЭЦ было дополнительно установлено оборудование (кондиционеры), подающее в бывшую компрессорную, ныне серверную, хладагент, который снимает тепло с серверов и сбрасывает его в атмосферу через градирни (подробнее см. журнал «Новости теплоснабжения» № 2, 2017. – Прим. ред.).

## Размышления о теплосетях

Одна из существенных причин негативного отношения к централизованному теплоснабжению – частый ремонт трубопроводов тепловой сети в черте населенного пункта. Раньше, когда принимались решения о строительстве ТЭЦ как альтернативы районных котельных, не было такого интенсивного автомобильного движения в городах, сейчас же ситуация кардинально изменилась (рис. 6). Аварии на сетях имеют особо неприятные последствия, если трубы с горячей водой проложены не в бетонных каналах, а прямо в грунте, как, например, в Санкт-Петербурге, что нередко приводит к серьезным и



Рис. 7. Участок теплосети с плохой теплоизоляцией (фото автора).



Рис. 8. Этап реконструкции ТЭЦ МЭИ – замена труб теплосети (фото с сайта энми.рф).



Рис. 9. ТЭЦ университета г. Штутгарт (фото с сайта google.ru/maps).

даже трагическим последствиям. А такие аварии, увы, будут учащаться: изношенность теплосетей, магистральных и локальных во многих городах России составляет 80% и более. Это очень сдерживает дальнейшее развитие теплофикации на базе ТЭЦ.

Кроме всего прочего, необходимо обращать внимание на состояние тепловой изоляции: на рис. 7 приведен пример плохой теплоизоляции. Хочется накрыть эту полоску земли пленкой и выращивать

там шампиньоны, например...). А ведь раньше такие участки земли приходилось дополнительно разогревать извне. При авариях на сетях перед раскопкой грунта его накрывали специальной железной полукруглой крышей с трубой, под которой жгли дрова или старые покрышки для оттаивания почвы. Тогда не было мощных экскаваторов с гидромолотками, и приходилось делать такую «теплофикацию» теплосети перед ее раскопкой.

В настоящее время, как правило, теплоизоляцию труб проводят в заводских условиях, покрывая изоляцией в самом канале только места сварки. При этом, при «хорошем» ремонте трубы будут не просто засыпаны землей – они будут помещены в бетонные каналы (рис. 8 по центру).

В Ульяновском государственном техническом университете разрабатывались схемы «отсасывания» выхлопов автомобилей на магистралях города в его загазованном центре. Планировалось транспортировать эти выбросы по каналам прокладки теплосетей (заодно вентилируя и осушая их) до котлов ТЭЦ, в которые предлагалось вдувать этот загрязненный воздух для осуществления процесса горения [4].

Здесь мы перенесемся в Германию, где автор в 80-х годах прошлого века был на научной стажировке в штутгардском университете. Это учебное заведение имеет собственную ТЭЦ, ко-

торая была построена для теплоснабжения новой территории университета с учебно-научными корпусами и с общежитиями (с кампусом) на окраине города (рис. 9). К зданиям 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 широкого тоннеля прямоугольного сечения, по которому может передвигаться не только

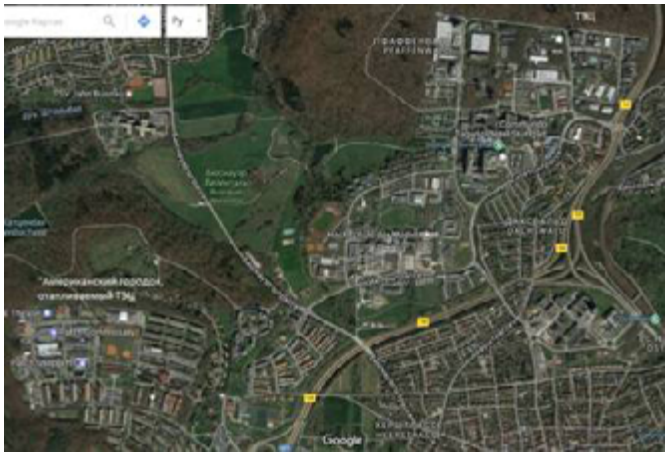


Рис. 10. Территория, которую ТЭЦ университета г. Штутгарта снабжает тепловой энергией и горячей водой (фото с сайта [google.ru/maps](http://google.ru/maps)).



Рис. 11. ТЭЦ МЭИ (фото с сайта [pikabu.ru](http://pikabu.ru)).

человек во весь рост, но даже небольшой грузовик. Трубы в таких теплосетях соединены не сваркой, а фланцами, поэтому их ремонт не представляет особого труда, и, главное, не требует перекопки улиц. В таких тоннелях проложены и другие коммуникации: водопровод, канализация, электрокабели и проч. Более того, такие трассы 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 этих 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 трубки с хладагентом, где имеется дешевая электроэнергия, где есть грамотный персонал, где есть градирни, и где, при не-

обходимости, компрессоры кондиционера можно приводить в движение не только электродвигателями, а паровой или газовой турбиной, что более эффективно (вспомним турбоприводы питательных насосов паровых котлов).

Автор во время командировки подружился с комендантом (хаусмастером) университетского кампуса. Этот человек организовал экскурсию по вышеописанным теплотрассам-тоннелям и сказал, что один из них ведет прямо к... штабу американских войск в Европе (на рис. 10 представлен снимок из космоса, на котором виден штаб (см. левый нижний угол), отопляемый университетской ТЭЦ (справа сверху)). Комендант предложил (в шутку, конечно) дойти до конца этого тоннеля, выйти из-под пола прямо в зал заседаний этого штаба и сказать по-русски: «Хенде хох!». А был этот разговор в самый разгар холодной войны...

В нашей стране единственный вуз России, имеющий свою учебно-экспериментальную ТЭЦ – это Московский энергетический институт (рис. 11). К сожалению, в МЭИ в свое время приняли ошибочное, как сейчас стало ясно, решение о ее реконструкции. Вместо того, чтобы превратить эту электростанцию в учебное пособие, в научно-образовательное учреждение, в полноценный музей (а музейного дела мы коснемся ниже), ее стали кромсать, пытались впихнуть в старое, довольно ветхое здание новое парогазовое энергетическое оборудование, которое спокойно можно было разместить рядом с ним. Мало кто помнит, что ТЭЦ МЭИ строилась как угольная электростанция (в двух башенках на крыше помещались бункеры для размолотого твердого топлива), а ее первый котел был снят с трофейного немецкого парохода. Этот котел был барабанный, но с принудительной циркуляцией пароводяной смеси из-за низкой «корабельной» высоты котла. В свое время его пустили на металлолом. А было бы так хорошо увидеть его в музее!

## Децентрализованное теплоснабжение

Во многих городах прокладка трубопроводов к новым микрорайонам затруднена из-за полустихийной застройки зарезервированных под будущие теплосети участков земли. В результате новым микрорайонам

приходится обзаводится собственными локальными источниками теплоснабжения при наличии незадействованных мощностей на действующих ТЭЦ.

Так, по иронии судьбы, головной офис одной из крупнейших российских энергетических компаний – «Газпромэнергохолдинга» недавно был переведен из Москвы в Санкт-Петербург. Оказалось, что многие топ-менеджеры этой компании приобрели квартиры в домах, которые никак не связаны с теплосетями Ленэнерго (ТГК-1), входящего в состав данного энергохолдинга: в их домах смонтированы автономные импортные системы теплоснабжения – сапожник оказался без сапог!

Такая «дискриминация» ТЭЦ коснулась не только теплоснабжения, но и косвенно – электроснабжения: электросетевые компании все чаще и чаще покупают электроэнергию не у городских ТЭЦ (у ТГК, у которых себестоимость электроэнергии растет из-за сужения зон централизованного теплоснабжения), а у КЭС (у ОГК), гидростанций и АЭС, расположенных далеко от города.

Автор хорошо знаком с некоторыми жильцами дома, который отапливается от крышной котельной (рис. 12). Это один из первых жилых домов в Москве, который не подключили к городской теплосети.

У жильцов не было проблем с отключением горячей воды, с «перетопом или недотопом» квартир, чему они радовались до тех пор, пока не... кончился гарантийный срок работы импортного котла на крыше, и потребовалась его замена. А это вылилось для жильцов в большую проблему – организационную, финансовую и просто техническую.

Одно дело монтаж оборудования на строящемся здании (рис. 13), а другое – на уже заселенном.

### **Индивидуальное теплоснабжение – хорошо или не очень?**

Ранее были описаны три уровня централизованного теплоснабжения: многоквартирного жилого



Рис. 12. Работаящая котельная на крыше московского дома (фото автора).



Рис. 13. Монтаж модульной котельной на крыше строящегося жилого дома (фото с сайта russkie.org).

дома, микрорайона и целого города. Но есть и т.н. «нулевой уровень» – отопительные котлы не только у отдельных коттеджей, но и у отдельных квартир (рис. 14).

Вверху рис. 14 можно видеть систему бесперебойного питания блока управления котла. Если на время отключат электричество, то котел продолжит работу. В противном случае дом в отсутствие хозяев, которые приезжают только на выходные, может остыть, что приведет к «разморозению» системы отопления. Системы отопления с антифризом, а не



Рис. 14. Отопительный котел индивидуального жилого дома.



Рис. 15. Балконы жилого дома с газовыми котлами для отопления и ГВС квартир (фото автора).

смотря на то, что Баку – город южный, тем не менее, зимой с Каспия дует довольно сильный холодный ветер. Отапливаться в это время года посредством бытовых электронагревателей или кондиционеров довольно накладно, да и электрические сети не выдержат такой нагрузки, а природный газ довольно дешев и доступен. Но бакинские новоселы должны сами заботиться о своем теплоснабжении и «обвешивать» новые дома не только кондиционера-

с водой в качестве теплоносителя позволяют охладить дом до минусовых температур в отсутствие хозяев, а затем нагревать его перед их приездом на выходные. Но такие переменные температурные режимы требуют особой конструкции наружных стен здания, исключая образование разрушительной влаги внутри их. Альтернатива отопления с антифризом – системы подачи теплого воздуха в комнаты дома.

Кстати об отключении электричества. Дачные поселки, которые нередко постепенно превращаются в коттеджные, часто обесточиваются не только из-за аварий в сети, но и в результате перегрузок и превентивных мер, например, перед грозой. Вследствие этого получают распространение системы бесперебойного электропитания. Они могут базироваться не только на электрических аккумуляторах, но и на автономных электрогенераторах – простых, или совмещенных с системами отопления (установки ORC, например).

Децентрализация теплоснабжения в некоторых случаях принимает совсем уж неразумные формы.

Автор лет десять назад был в командировке в Баку, где он встречался со специалистами азербайджанской теплосети (сейчас это АО «Азеристиктеджхизад»). Так вот, главный инженер этой организации посетовал на то, что в Баку в настоящее время строится много современных МКД, но все они, за редким исключением, не подключаются к существующим теплосетям города вообще. Не-

смотря на то, что Баку – город южный, тем не менее, зимой с Каспия дует довольно сильный холодный ветер. Отапливаться в это время года посредством бытовых электронагревателей или кондиционеров довольно накладно, да и электрические сети не выдержат такой нагрузки, а природный газ довольно дешев и доступен. Но бакинские новоселы должны сами заботиться о своем теплоснабжении и «обвешивать» новые дома не только кондиционерами, но и... водогрейными котлами, работающими на газе. Такие мини-котлы (в Баку их называют «комби»), предназначенные для индивидуальных коттеджей, устанавливаются прямо на балконах многоквартирных домов, где их можно обслуживать, ремонтировать или заменять (рис. 15). В холодное время года такие дома окутаны клубами дыма и пара. Если этот процесс не остановить, то таким смогом накроются не только отдельные дома, но и целый город – вспомним Лондон прошлого века или современный Пекин!

Конечно, более рациональным и более «эстетичным» способом теплоснабжения является сооружение около дома или на его крыше централизованной газовой котельной. Но в Баку это не делается по ряду причин, главная из которых уже упоминалась – строители стараются максимально снизить затраты на сооружение нового дома, предоставляя будущим жильцам возможность (и обязанность) достраивать свой дом самим.

Кстати, «южнее Баку» — на Ближнем Востоке, в Средней и Южной Азии, в Африке часто отказываются и от централизованного электроснабжения, пристраивая к отдельным домам или устанавливая на балконах МКД электрогенераторы с двигателями внутреннего сгорания. С этим явлением хорошо знакомы аспиранты автора статьи – граждане Мьянмы и Египта.

Обратите внимание и на то, что дома на рис. 12 и 15 обвешаны кондиционерами, точнее, компрессор-



ными половинками сплит-систем, которые так портят внешний вид зданий и «кричат» о... низкой инженерной (теплотехнической) культуре обитателей, вернее, строителей таких зданий... (кондиционеры, кстати, можно видеть и на фасаде здания администрации ТЭЦ на рис. 5).

**В России сплошь и рядом строятся здания – жилые или офисные, которые после ввода в эксплуатацию обвешиваются аналогичными устройствами. А это явный признак того самого «инженерного теплотехнического бескультурья» и непомерной жадности инвесторов, которые возводят жилые здания без отделки, без сантехники и без систем централизованного кондиционирования.**

Компрессоры могут работать ночью, когда электроэнергия дешевая и ее избыток. При такой технологии охлажденный сжиженный хладагент накапливается в баках-аккумуляторах, а тепло, откачиваемое из хладагента, накапливается в другом баке-аккумуляторе с водой для ГВС (так, кстати, работают в офисах и общественных местах чиллеры с кранами горячей и охлажденной питьевой воды). Подсчитано, что если новые дома возводить с готовой системой централизованного кондиционирования воздуха, то стоимость 1 м<sup>2</sup> жилья возрастет всего лишь на 10-20 долл. США. Это «копейки» по сравнению с общей стоимостью московского квадратного метра, но даст существенную экономию средств в будущем. Но 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 серьезного обоснования. Вернее, так. Отказ от «умного» централизованного кондиционирования не имеет обоснований.

Поясню слово «умное». В московском офисе одной крупной энергокомпании установили централизован-

ную систему отопления и кондиционирования воздуха по «самолетной» схеме, когда воздух нагревается или охлаждается в одном месте и затем по воздуховодам подается во все помещения. Так вот, заболеваемость по ОРЗ в этом офисе возросла на 20%.

Кстати говоря, МЭИ в 2014-2015 гг. провел наконец-то подобную реконструкцию двух своих главных зданий: убрал кондиционеры, уродующие фасады по Красноказарменной улице, и установил в дворах института централизованные компрессоры, от которых по аудиториям расходятся трубки с хладагентом.

Энергоустановки на крышах здания могут, повторюсь, но только охлаждать воздух в квартирах за счет электричества, но и отапливать квартиры за счет сжигания природного газа или потребления электроэнергии посредством тепловых насосов. Это подталкивает многих проектировщиков и строителей к отказу от централизованного теплоснабжения, что, как было уже подчеркнуто, резко сужает область действия ТЭЦ в городах за счет ввода локальных теплоисточников.

### **«Грязные» картинки**

Печальные картинки на рис. 16 попали сюда не случайно. В последнее время уже на уровне Президента и Правительства РФ к этой проблеме стали обращаться все чаще и чаще. Называются страшные цифры – сколько у нас в стране и, в частности, в Подмоскovie санкционированных, а еще больше – несанкционированных свалок мусора, которые стыдливо называют полигонами для хранения твердых бытовых отходов.

Мы не будем здесь вдаваться в особенности технологии утилизации бытового и иного мусора на электростанциях, отметим лишь то, что

**во многих европейских городах ТЭЦ сохранились лишь потому, что они стали утилизировать мусор – и тот, который производит сам город, и тот, который привозят с ликвидируемых свалок вблизи городов.**

Есть информация о том, что мусоросжигающим ТЭЦ Швеции уже не хватает собственного мусора и они подумывают об его экспорте из других стран.



Рис. 16. Мусорная свалка: слева – фото с сайта ecofriendly.ru, справа – полигон ТБО, Пушкинский район Московской области (Вести-Москва. Неделя в городе. Эфир от 21.05.17 г.).



Рис. 17. Мусороперерабатывающий завод в Голландии (Вести-Москва. Неделя в городе. Эфир от 21.05.17 г.).

тонну. На территории ТЭЦ этот мусор на специальной площадке с ленточным транспортером силами местных «гастарбайтеров» сортировался, и львиная его доля сжигалась в специальных котлах со специальной газоочисткой.

Сжигание мусора сейчас 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 поселках (рис. 17).

И еще одна «грязная» картинка (рис. 18), которая попала сюда тоже не случайно. Когда-то давно выпавший снег, который мешал движению транспорта Москве, сбрасывали в протекающие через город реки (Москва-река, Яуза и др.) прямо в воду или на лед, ее покрывающий. Для этого на набережных были оборудованы специальные эстакады для самосвалов. Потом такую практику признали порочной по экологическим соображениям. Да и «снегоемкости» московских рек явно не хватало для уборки всей Москвы. Кроме того, экологические соображения стали все больше доминировать при выборе тех или иных технологий уборки снега после того, как на улицах города начали применять противогололедные реагенты (ПГР), представляющие из себя различные соли (смеси NaCl, KCl, CaCl<sub>2</sub> и др.), снижающие температуру плавления и другие характеристики льда и снега.



Рис. 18. Уборка снега на дорогах.

Автор на стажировке в Германии проделывал со своим немецким коллегой такую операцию. В легковой автомобиль грузились мешки с бытовым мусором, которые отвозились на ближайшую ТЭЦ. Там на въезде на территорию электростанции машина взвешивалась, затем мешки выгружались, а машина на выезде взвешивалась еще раз. Стоимость утилизации мусора, как помнится, составляла 50 тогдашних (80-е годы прошлого века) немецких марок за

В настоящее время снег в Москве стали активно сбрасывать в городскую канализацию, где он растапливается за счет теплоты самих сточных вод. Если же такого тепла не хватает, то снег плавят на специальных

снегоплавильных станциях (стационарных или передвижных), использующих дизельное топливо. (Когда-то в Старой Москве зимой на улицах и во дворах ставили котлы, под которыми жгли дрова и в которые дворники сгребали снег..., а вокруг этих костров грелись озябшие извозчики, ожидая седоков...).

Но можно задуматься о дальнейшей судьбе этих «модифицированных» канализационных сточных вод, которые, как известно, глубоко не перерабатываются, а просто сливаются на полях орошения ближайшего Подмосковья. Судьбу некоторых таких старых полей известна – на них, после определенной рекультивации, построили жилые микрорайоны без особых «заморочек» с экологией. Но как можно будет использовать будущие поля орошения, которые «подсолены» за счет сброса в канализацию ПГР – это пока не ясно. И каких-то серьезных исследований на эту тему пока не делалось.

Для утилизации снега в Москве когда-то применяли не канализационные сточные воды, но и теплую воду ТЭЦ, воду, нагретую в конденсаторах турбин с прямоточными системами охлаждения (когда вода берется из реки и сбрасывается обратно в реку). Нужно признать, что такая схема сброса снега в стоки ТЭЦ эквивалентна старой забракованной схеме прямого сброса снега в реки (см. выше). Одно «косметическое» отличие – больше не строят на набережных пугающих экологов эстакад для сброса снега из самосвалов – снег в реки сбрасывали дистанционно (это, кстати, нелегально делают на некоторых станциях, утилизирующих снег, выпавший на территориях электростанции).

Но ТЭЦ в Москве могут быть более активно и более цивилизованно задействованы как для решения проблемы снега в городе, так и для решения некоторых собственных проблем – проблем выживания и развития.

В связи с этим представляется весьма актуальной постановка вопроса о переработке перемешанного с ПГР снега, а для этого четко себе уяснить, что снег, в который были добавлены различные ПГР, нельзя сбрасывать

в канализацию. Его нужно собирать отдельно от обычного снега, перерабатывать и выделять из него противогололедные реагенты для повторного использования, если уж город никак не может обойтись без поливки ими дорог. Это нужно делать, не только учитывая экологию будущих полей орошения, но и просто руководствуясь общекультурным принципом, гласящим, что нужно убирать за собой!

И тут могут очень пригодиться московские ТЭЦ, особенно те, какие расположены ближе к центру Москвы и около крупных дорожных магистралей.

Представим себе такую идеальную схему переработки загрязненного снега, когда 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 теплой погоды. Летом этот снег будет таять за счет сбросного тепла ТЭЦ, повышая, кстати говоря, КПД самой электростанции из-за более низкой температуры конденсации пара в конденсаторах. На электростанциях есть химические цеха, которые будут готовить добавочную воду для котлов и не из природной воды, которую, кстати говоря, станции нужно покупать у города, а из этой талой воды, выделяя заодно из нее ПГР для дальнейшего использования будущей зимой. Тут заодно можно будет посчитать некий баланс: сколько было потрачено реагентов на борьбу с гололедом, сколько этих реагентов выделено из «снежной каши» и сколько, увы, осталось в городе, в том числе и на газонах, в парках и скверах. Все это, конечно, требует более детальных теплотехнических и технико-экономических расчетов и проработок.

Кстати, 10-15 лет назад обсуждалась идея использования рассолов, получаемых из упариваемой воды термических водоподготовительных установок (испарителей) некоторых московских ТЭЦ, в качестве противогололедных средств. Но эта идея не была реализована по ряду причин.

А захотят ли московские ТЭЦ брать на себя такую обузу?! Должны захотеть, если принять во внимание следующие соображения.



Рис. 19. ТЭЦ немецкой университетской клиники.

Во-первых, ТЭЦ такой снег на переработку будет брать по определенной таксе. И выделенные из снега реагенты ТЭЦ будет продавать городу опять же за определенную цену. Кроме того, ТЭЦ будут экономить деньги на покупке технической воды, а, может быть, и ее станут продавать городу, вытапливая и очищая ее из «снежной каши». Приплюсуем сюда и прибыль, которую получают ТЭЦ за счет возможной дополнительной выработки электроэнергии, связанной с повышением вакуума в конденсаторах турбин, охлаждаемых «прошлогодним снегом» [5, 6].

**И последнее.** На рис. 19 слева видна труба первой очереди ТЭЦ с паротурбинными установками, правее – труба второй очереди с парогазовыми установками, а справа – один из корпусов университетской клиники; на заднем плане – главное городское кладбище. Вот мы и подобрались, как это не покажется несколько кошунственным, к последней «теплофикации» человека.

На окраине упомянутого кладбища расположен один из старейших в Европе крематориев. Его одно время планировали модернизировать и расширить, но потом этой идеи отказались, в том числе и из-за протестов жителей домов, расположенных за оградой кладбища вблизи этого крематория (раньше на этом месте был пустырь, но потом его постепенно застроили). Жителей очень смущал дым, выходящий из довольно низкой трубы крематория. Но ТЭЦ клиники уже давно сжигала в особых печах биоматериалы, остающиеся от проведения хирургических операций. Дымовые газы из таких «медицинской печей» после соответствующей газоочистки выбра-

сываются в атмосферу через довольно высокую трубу (см. рис. 18), которая никого особо не смущает. Так вот, было решено не реконструировать крематорий главного городского кладбища, а сделать из него место, где проходят прощание с усопшими и последующая выдача урн с прахом. Само же тело покойного перевозится на ТЭЦ клиники. Зола (прах) затем отвозится назад в крематорий для выдачи родственникам.

Описанный процесс подключения ТЭЦ к похоронному делу для России, может быть, и не очень актуален. Он пока дик и экзотичен 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 теплофикации – к кремированию. В Индии же это традиционная практика, но она в настоящее время осуществляется с очень негативными экологическими последствиями. Современный индус без лишних предрассудков и на деле заботящийся об экологии, может завещать свои органы для пересадки другим людям, а «остальное» может позволить сжечь, но не как раньше – на костре на берегу Ганга с выбросом несгоревших останков в реки 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 же проблема остро стоит перед многочисленным мусульманским населением Ближнего Востока, Северной и Центральной Африки, Индонезии и др., где религиозные каноны запрещают кремирование. Вследствие этого некоторые восточные города оказались в тисках огромных кладбищ. С другой стороны, в этих регионах мира добывается большая часть нефти и газа, основная масса которых сжигается в топках котлов и двигателях внутреннего сгорания. Тут нужно найти компромисс между традициями и требованиями времени, пустив часть энергетических ресурсов этих стран на благое дело...

### В заключение

Уходят из жизни, увы, не только люди, но и объекты теплофикации. Если же ТЭЦ 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 тепловой энергии (работу пиковых водогрейных котлов, например), оставляя им только функции электроподстанции с трансформаторами. Затем отключают и это, ломая голову над тем, что делать дальше с опустевшим зданием...

А вот что можно сделать!

Кто был в Лондоне и переходил с левого берега Темзы на правый по мосту Миллениум, видел огромное промышленное здание с четырехгранной башней, несколько диссонирующее с остальной застройкой этого района британской столицы (рис. 20). Это – бывшая тепловая электростанция с дымовой трубой квадратного сечения. Здание после закрытия станции не пустили на слом, а превратили в отдел современного искусства лондонского художественного музея Tate.

Автор лет двадцать назад, выступая на одном совещании в Мосэнерго, «накаркал» закрытие москов-



Рис. 20. Лондонская бывшая электростанция (фото с сайта [whotrades.com](http://whotrades.com)).



Рис. 21. ГЭС-1 Мосэнерго (фото с сайта [whotrades.com](http://whotrades.com)).

ской ГЭС-1 (рис. 21) в том случае, если она не станет производить еще что-то для города помимо электроэнергии и тепла. Об этом не переставали говорить и многие другие теплотехники, и экономисты. Предрекания сбываются – периодически ведутся разговоры о ее закрытии.

Но это здание не стоит отдавать под офисы (которых сейчас избыток в центре Москвы), а тем более ломать. В этом здании можно открыть музей энергетики (теплофикации) и городского хозяйства Москвы, не закрывая электростанцию полностью. Посетители такого «ведомственного филиала» отдела энергетики Политехнического музея могли бы видеть не только «мертвые» экспонаты с разрезами и мультимедийными пояснениями, но и «живую» работающую паровую турбину и прочее оборудование электростанции. Кстати, в Лондоне в Музее науки и техники работает «живая» паровая машина, которую сохранили чуть ли не с XIX века, и которая привлекает многих посетителей, юных и взрослых. В настоящее же время музей Мосэнерго ютится на тесных площадях на окраине Москвы и представляет собой, честно говоря, жалкое зрелище.

Можно предположить, что доход от такого музея, расположенного в туристическом центре Москвы может превысить доход от обычной ТЭЦ, учитывая бурное развитие туризма во многих старых городах мира. Ведь это не только плата за вход, но и побочные доходы города от туристов. К тому же он будет выполнять, в том числе, и профориентационную задачу для молодежи.

Если все-таки придется закрывать некоторые московские ТЭЦ, расположенные близко от центра города, то их можно не закрывать полностью, а превращать в некие производственно-научно-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. Москва, кстати, уже имеет опыт использования старых зданий электростанций в культурных целях: Малый манеж, расположенный вблизи Думы за Домом Союзов, – это бывшая электростанция, снабжавшая электричеством первые московские трамваи.



Рис. 22. Паровая турбина, проработавшая всю блокаду Ленинграда.

Представим себе такую очень интересную пешеходную экскурсию по Москве. «Жители и гости столицы» гуляют по Замоскворечью, посещая его музеи, церкви, усадьбы; далее они заходят в интереснейший музей энергетики и всего того, что связано с энергетикой (транспорта, например), расположенный в здании действующей, подчеркиваем, ГЭС-1 Мосэнерго, затем перебираются на противоположный берег Москвы-реки и продолжают этот пеший поход уже по стенам Кремля (не в стенах Кремля, а именно по его стенам!), освобожденного к тому времени от административного бремени и превращенного в один большой интереснейший музей с некоторыми представительскими функциями (прием высоких гостей России и дипломатов, например).

А вот пример другого «полупропадающего» экспоната: на западной окраине Петербурга во дворе ТЭЦ-7 Ленэнерго (ТГК-1) стоит на постаменте турбина, которая проработала всю блокаду (рис. 22). Эту турбину, конечно же, следует перенести с закрытой режимной территории ТЭЦ на Васильевском острове в центр города на Неве, чтобы ее могли увидеть многие. Ведь блокада города была не только продовольственная, но и энергетическая и турбина – вещественное свидетельство героизма и стойкости жителей блокадного Ленинграда, которые умирали не только от голода, но и от отсутствия теплофикации.

**Примечание.** Данная статья является побочным продуктом выполнения гранта РФФИ № 16-08-01222 Разработка теплофизических основ для Интернет-алгоритмов, ориентированных на оптимизацию комплексных энергоустановок (ГТУ, ПГУ, ПГУ-КУ, ПГУ-ТЭЦ и др.).

#### Литература

1. Очков В.Ф. Сохранение и развитие тепловых электростанций или n-генерация // «Энергосбережение и водоподготовка». №1. 2017 (<http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/n-gen.pdf>)
2. Теплотехнические этюды с Excel, Mathcad и Интернет / Под общ. ред. В.Ф. Очкова. 2-е издание, исправленное и дополненное. Издательство БХВ-Петербург. 2015. – 336 с. ISBN 978-5-9775-3557-1 (<http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/TTMI>)
3. *Thermal Engineering Studies with Excel, Mathcad and Internet*. Authors: Ochkov, Valery, Orlov, Konstantin, Voloshchuk, Volodymyr. Editor: Rogalev, Nikolay (Ed.). Springer, 2016 (<http://www.springer.com/gp/book/9783319266732>)
4. Марченко А.В., Шаранов В.И. Технологии регенерации низкопотенциальной теплоты вентиляционных выбросов на теплогенерирующих установках // Труды Академэнерго. 2011. № 1. С. 64-80.
5. Очков В.Ф. Снег в мегаполисе и энергетика // Энергосбережение и водоподготовка, №1, 2005 г. (<http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/Snow>)
6. Очков В.Ф. Некоторые вопросы, возникшие после прочтения интервью «Снег в большом городе» с главным инженером «Мосводоканалниипроект» Корецким В.Е. // Водочистка, Водоподготовка, Водоснабжение, №3 (27), 2010 г. С.72-74 (<http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/Snow/index-vvv.html>)
7. Очков В.Ф. Мое отношение к армии. <http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/Army.htm>.