

УДК 621.311.22

**РАЗВИТИЕ КОНЦЕПЦИИ КОМПЛЕКСНЫХ РАЙОННЫХ  
ТЕПЛОВЫХ СТАНЦИЙ**

**А.С. Басин**

**Институт теплофизики СО РАН, г. Новосибирск**

**E-mail: [basin@itp.nsc.ru](mailto:basin@itp.nsc.ru)**

Одной из самых существенных современных проблем энергетического хозяйства многих регионов и городов страны является большая (до 70%) выработка ресурса оборудования ТЭЦ и других энергогенерирующих станций и энергораспределительных сетей [1]. Для решения этой проблемы предусматривается как замена оборудования действующих станций, так и строительство новых. Однако главной задачей является обеспечение живучести стареющих ТЭС с продлением ресурса. Это предполагает большой объем ремонтов оборудования станций со снижением располагаемой мощности ТЭС.

Вторая важнейшая проблема современности - обеспечение надежного теплоснабжения населения в условиях необходимости замены и модернизации основного оборудования ТЭЦ и других теплоисточников, децентрализации, больших объемов ремонта тепловых сетей, затруднений с поставкой топлив [2,3].

Третья важнейшая проблема энергетики – стабильное и бесперебойное снабжение топливами: как систем теплоснабжения, так и электроснабжения, без которого современные системы централизованного теплоснабжения просто неработоспособны.

Все три проблемы необходимо решать в условиях законодательно определенной и естественной необходимости экономии тепловой энергии, экономии электрической энергии и экономии природных топлив. Использование нетрадиционных топлив и отходов – один из важнейших путей энергоресурсосбережения [4].

Существенную долю в решение всех этих и ряда других проблем может внести реализация концепции Комплексных районных тепловых станций (КРТС) [5].

Действующие районные тепловые станции (РТС и котельные) предназначены в качестве базовых источников тепла для систем централизованного теплоснабжения отдельных жилых районов крупных городов и средних городов с населением (100 тыс. чел. Эта же основная функция – теплоснабжение - останется и у КРТС (рис.1). Однако второй функцией КРТС будет экологическая - уничтожение наиболее объемной части отходов района - твердых бытовых отходов (ТБО) путем их сжигания, и использования в качестве топлива в одном из цехов КРТС. Применение ТБО в качестве нетрадиционного топлива - первый из принципов комплексности в КРТС. Количество ежедневно образующихся в районе горючих отходов (включая твердые бытовые, муниципальные, коммерческие и некоторые производственные) в большинстве случаев достаточно, чтобы тепла, вырабатываемого в первом - мусоросжигательном - цехе КРТС хватило для обеспечения почти половины базовой нагрузки: непрерывного горячего водоснабжения жилых домов обслуживаемого района в течение года (при наличии ванн в квартирах).

Для стабилизации горения отходов типа ТБО обычно требуется дополнительное природное топливо (рис.1), однако при оптимальной мусоросжигательной технике его

количество составляет не более 10% от теплотворности ТБО (кроме этапа розжига топок и печей). Естественно, что тепловая энергия от сгорания дополнительного топлива и улучшает стабильность горения ТБО, и используется для теплоснабжения. Современная техника для сжигания больших объемов ТБО такова, что позволяет также сжигать практически любые местные топлива. При этом повышается эффективность работы КРТС в целом. С целью непрерывной работы КРТС по термическому уничтожению непрерывно образующихся ТБО требуется, как правило, не менее двух мусоросжигательных установок. Все это может обеспечить двойную производительность КРТС по тепловой энергии при плановых ремонтах во втором цехе, при нерасчетных похолоданиях или при повышенном количестве отходов.

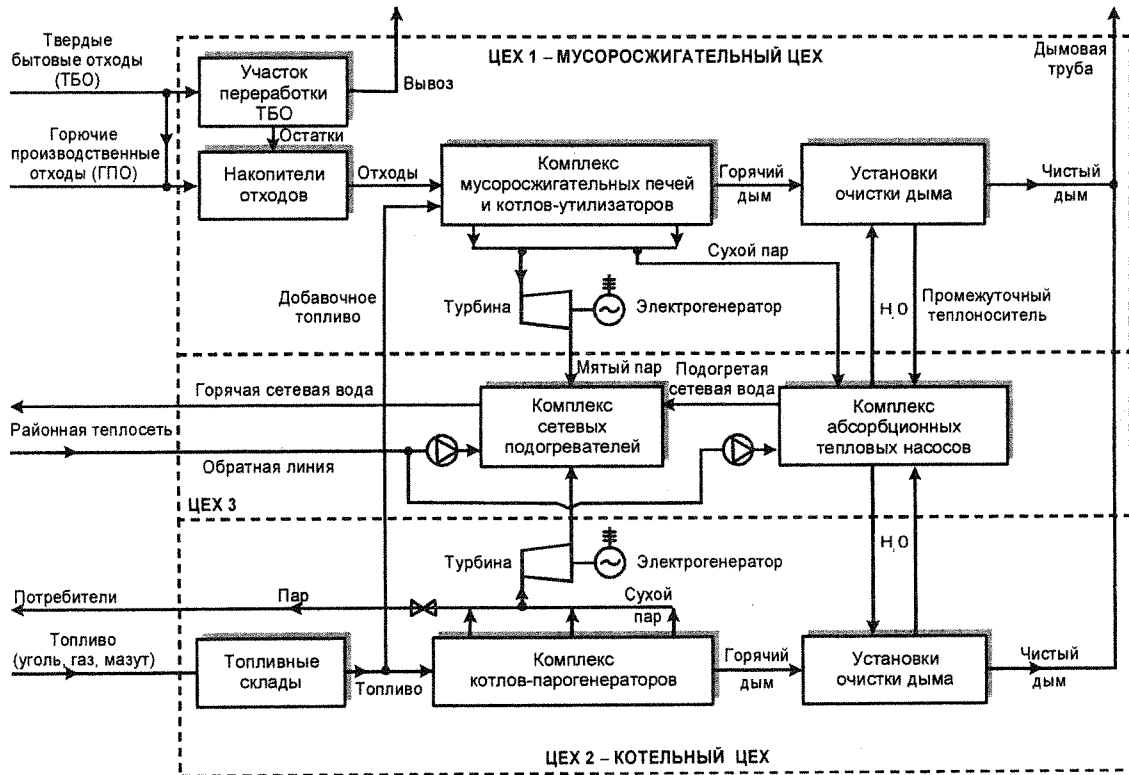


Рис.1. Блок-схема комплексной тепловой станции с использованием отходов в качестве топлива

Зимние максимумы тепловой нагрузки КРТС должен обеспечивать второй теплогенераторный - «котельный» цех КРТС, котлы которого работают на каком-либо природном топливе. Это же топливо (газ, уголь, мазут...) используется как дополнительное для мусоросжигательного цеха (хотя оптимальными являются газ и дизтопливо). Второй цех КРТС - это обычная котельная типовой схемы и конструкции, рассчитанная на конкретные базовое и резервное топлива. Однако требованием концепции КРТС является значительное превышение мощности 2-го цеха в сравнении с мощностью 1-го: примерно в 10 раз. Это необходимо, чтобы стабилизировать и оптимизировать подачу тепла в тепловую сеть при колебаниях теплотворной способности сжигаемых ТБО в связи с ее сезонными и суточными изменениями [6].

Отдельным участком КРТС может быть турбоэлектрогенераторный, где устанавливаются 2-3 агрегата небольшой мощности с противодавленческими турбинами, в которых сбрасывается избыточное давление пара, направляемого затем в бойлеры 3-его цеха. В котельном цехе (цех № 2 КРТС) могут быть установлены паровые котлы, обеспечивающие как теплоснабжение района, так и технологические нужды каких-то производств. В таком случае часть пара, вырабатываемого для теплоснабжения, тоже может быть направлена в противодавленческие турбины и обеспечить дополнительную выработку электроэнергии на собственные нужды.

Третий цех КРТС – это цех теплоснабжения, который включает бойлерную с сетевыми насосами и другим типовым оборудованием, а также участок тепловых насосов, работающих на сбросном тепле из установок мокрой очистки дымовых газов [7]. Основную долю низкотемпературной тепловой энергии, утилизируемой тепловыми насосами, составляет тепло конденсации водяных паров из дымовых газов цеха № 1. Если в цехе № 2 в качестве основного топлива используется природный газ, то может быть утилизировано и тепло водяных паров в дымовых газах цеха 2; в этом случае целесообразно использование простых конденсационных теплообменников, включаемых в контуры тепловых насосов цеха № 3. При сухой дымоочистке эта часть тепла теряется [8].

Использование тепловых насосов значительно, на ~15%, повышает общий КПД 1-го цеха КРТС, поскольку позволяет снизить температуру дымовых газов с 250°C после паровых котлов-утилизаторов до 70°C на выходе из системы мокрой очистки дымовых газов [9]. (Такая низкая температура дымовых газов заставляет даже подогревать их перед выбросом, особенно в зимних условиях [9,10].)

Дымовые газы, выходящие из мусоросжигательных топок и печей, содержат значительное количество коррозионно-активных газов ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{HCl}$  и др.). Поэтому является практическим требованием применение паровых котлов-утилизаторов с давлением не ниже 14 ати [11] и применение специальных коррозионно-стойких материалов в хвостовых теплообменниках: экономайзере, воздухоподогревателе и в аппаратах мокрой дымоочистки [10].

Очень важной характеристикой мусоросжигательных установок является температура дутья. Устойчивое горение ТБО на слоевых решетках достигается при температуре дутьевого воздуха не менее 300°C [6], что обеспечивает подсушку ТБО на начальном участке колосниковой решетки.

Процесс сжигания бытового мусора и других отходов может производиться как в мусоросжигательных котлах с наклонно-переталкивающими решетками (НПР) и горячим сводом над ними [6,10,12], так и в мусоросжигательных печах [11,12]. Однако, сжигание ТБО на самых совершенных решетках НПР и при нагретом дутье все же не обеспечивает достаточно полного выгорания углерода, так что такие топки приходилось достраивать вращающимся барабанным дожигателем остатков углерода в шлаке [13,14].

Поэтому, несмотря на широкое применение топок с НПР на зарубежных и отечественных мусоросжигательных предприятиях [13,14], более предпочтительным видится использование вращающихся барабанных печей [11]. В них обеспечиваются практически идеальные условия перемешивания горящих отходов [15], высокая температура стенок футеровки и ряд других технических преимуществ, включая выполнение «правила 2-х секунд» для пребывания дымовых газов при высокой температуре [16,17]. Такие печи широко применяются в Германии для сжигания ТБО и

более вредных отходов [10], построены в России для сжигания ряда отходов химических производств [18] и намечены к применению для ликвидации ТБО [11].

Мусоросжигательные печи предпочтительнее, поскольку позволяют перерабатывать практически любые твердые (и многие жидкие отходы) без существенной предварительной сортировки. Дробление крупногабаритного «мусора» и отбор черного металла может быть осуществлен в бункерном участке мусоросжигательного цеха КРТС, а все остальное сгорит в достаточно длинной вращающейся печи при температуре 900-950°C.

Для уничтожения особо опасных отходов (3-го и 2-го класса) в КРТС целесообразно предусматривать специальный участок, где должна быть установлена высокотемпературная печь с жидким шлакоудалением [5]. Особо опасных отходов не так много, как ТБО, поэтому эта печь может быть небольшой. Достаточно малые габариты такой печи обеспечивает применение печи-инцинератора с электродуговым плазмотроном, с помощью которого достигается высокая температура горения (до 1600-1700°C) и эффективное разложение опасных неорганических веществ в зоне горения и в жидком шлаке [19,20]. Могут быть использованы также небольшие электродуговые печи типа сталеплавильных [20]. Дымовые газы после этих печей будут направляться в котел-утилизатор через специальный дожигатель основной технологической линии сжигания ТБО [11,17]. В этой же печи может переплавляться часть или весь шлак от сжигания ТБО, за счет чего могут быть получены высококачественные строительные или другие изделия из плавленного шлака. Для этой цели в КРТС может быть предусмотрен особый производственный участок. Последнее также является одним из принципов комплексности КРТС, однако еще раз нужно подчеркнуть, что главной продукцией КРТС является тепловая энергия для систем теплоснабжения [5].

Схемы тепловых станций для утилизации теплотворной способности ТБО, близкие к схеме КРТС (рис.1), предлагались и анализировались ранее [21,22]. Однако они не получили широкого распространения в России, ввиду того, вероятно, что мусоросжигательные заводы 70-80-х гг. строились как автономные предприятия, плохо вписывавшиеся в существующую схему основной теплоэнергетики городов. В результате опыт работы первых МСЗ, вырабатывавших тепловую энергию для СЦТ, был недостаточно положительным [6].

Поэтому наиболее предпочтительными будут схемы реконструкции мощных ТЭЦ и котельных с достройкой мусоросжигательных цехов, как реализуемые в [6] или предложенные в [8,11]. Однако ввиду необходимой децентрализации систем теплоснабжения почти очевидно, что должны будут появиться новые тепловые станции ограниченной мощности во многих городах страны. Их построение по схеме КРТС (рис.1) позволит комплексно решать ряд задач трех важнейших проблем современных городов: энергетической, санитарной и экологической.

Техническая реализация такой схемы возможна на основе проекта мусоросжигательного цеха на 40 тыс.т ТБО/год, разработанного коллективом новосибирских организаций АООТ НПФ «Техэнергохимпром» и НГПИИ ВНИПИЭТ с участием Института теплофизики СО РАН [11]. В этом проекте заложена технология, включающая сжигание ТБО в длинной вращающейся трубчатой печи, котел-утилизатор, систему мокрой дымоочистки, тепловые насосы и бойлеры для нагрева сетевой воды. Производительность каждой из двух технологических линий составляет 5 т ТБО/час. Выработка тепловой энергии для теплосетей составит в этом МСЦ около 100 тыс. Гкал в год. Энергетический баланс МСЦ представлен на рис. 2 [11]. Можно видеть, что общий

КПД такого МСЦ, рассчитанный по средним данным теплотворности ТБО, ожидается около 60%, а коэффициент преобразования теплотворности отходов в кондиционную тепловую энергию - 3.44, что обеспечивается, во многом, использованием тепловых насосов.

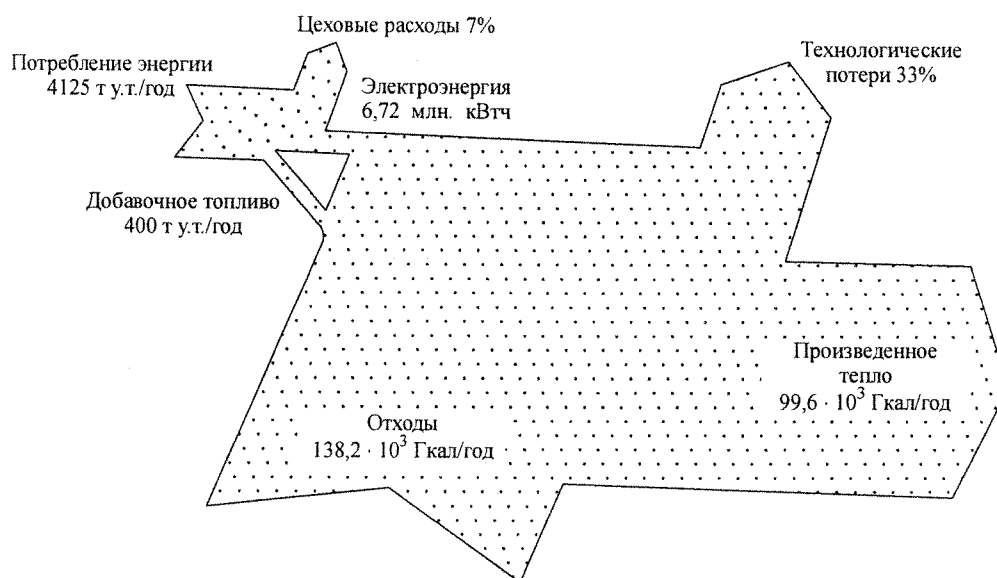


Рис.2. Схема энергетического баланса мусоросжигательного цеха без электрогенераторного участка [11]. Цеховые расходы указаны общие для МСЦ, а технологические потери – для одной линии.

В Новосибирске идет процесс реализации этого проекта. На первых этапах вновь создаваемые МСЦ запараллеливаются с большими котельными промышленных и муниципальных предприятий. Создание отдельных новых КРТС можно предполагать только в будущем. Срок создания МСЦ указанной мощности в конкретном месте составляет около 4-х лет. Поскольку вначале должен быть реализован демонстрационный проект КРТС [11], срок создания системы полной утилизации ежедневно «производимых» и собираемых ТБО Новосибирска составит более 10 лет. К сожалению, растягиванию сроков строительства относительно небольших КРТС в любом городе способствует, в основном, недостаток собственных финансовых ресурсов. Однако только создание небольших КРТС позволит быстро получить положительные эффекты. В то же время есть и причины чисто организационного характера, связанные как с «давлением» зарубежных разработчиков, так и с тем, что муниципальные власти неохотно воспринимают новые проекты, срок реализации и окупаемости которых выходит за 4 года, несмотря на всю значимость. Однако первые шаги уже сделаны.

Проблемы с топливом для теплоснабжения городов все более обостряются, особенно на Дальнем Востоке и в Сибири, несмотря на все ее топливные богатства. Поэтому можно ожидать, что вскоре административные органы городов обратят специальное внимание на собственный топливный ресурс, ежедневно пополняемый за счет жизни города и горожан, т.е. - на ТБО и другие горючие отходы. Идеи строительства мусоросжигательных заводов уже заложены в энергетические стратегии страны и Сибири, в частности [3]. Есть такие же предложения и в концепции РАО ЕЭС России по развитию теплофикации. Создание системы КРТС предложено включать одним из разделов

программ «Теплобезопасность», рекомендуемых к разработке во всех городах Сибири [23]. Было бы целесообразно и предпочтительно, чтобы при этом реализовались концепции типа КРТС [5,6,22] как по схеме параллельной работы теплогенерирующего МСЦ и производственной котельной, что заложено в проекте [11], так и по схеме выделения отдельного котла какой-либо ТЭЦ для целей сжигания отходов и мусора, что реализуется в работах [6].

#### Литература:

1. Троицкий А.А. Энергетическая стратегия – важнейший фактор социально-экономического развития России // Теплоэнергетика, 2001, № 7.
2. Малафеев В.А., Кудрявый В.В. Проблемы централизованного теплоснабжения в России // Мировая электроэнергетика, 1995, № 3.
3. Энергетическая стратегия Сибири (основные положения) // Энергетическая политика (приложение). – М.: ОАО ВНИИОЭНГ, 1998.
4. Использование твердых бытовых отходов в качестве топлива / В.Е. Рыженков, А.И. Сосенский, Ю.И. Викторов и др. // Тяжелое машиностроение, 1990, №9.
5. Комплексные районные тепловые станции: концепция / В.Е. Накоряков, С.В. Алексеенко, А.С. Басин и др. – Новосибирск: Ин-т теплофизики СО РАН, 1996.
6. Тугов А.Н., Эскин Н.Б. Проблемы энергетического использования твердых бытовых отходов и внедрение разработок ВТИ на мусоросжигательных заводах // Электрические станции, 1996, № 7.
7. Попов А.В. Система охлаждения и утилизации тепла дымовых газов мусоросжигающих заводов // Очистка и обезвреживание дымовых газов из установок, сжигающих отходы и мусор. - Новосибирск: ИТ СО РАН, 1999.
8. Фокин Г.М., Сидоров А.М., Пузырев Е.М. Технические характеристики и комплектация мусоросжигательной котельной установки с вихревой камерой дожигания // Там же.
9. Глушков В.Г., Гришин Е.Н., Рябцев А.Д. Система очистки дымовых газов в проекте Бердского опытного мусороперерабатывающего завода // Там же.
10. Басин А.С. Системы очистки дымовых газов некоторых европейских мусоросжигательных заводов и теплоэлектростанций // Там же.
11. Технологические решения в проекте Бердского опытного мусороперерабатывающего завода / В.М. Малахов, Г.И. Багрянцев, Е.Н. Гришин и др. // Там же.
12. Федотов П.В., Басин А.С. Сравнительный анализ основных теплотехнических агрегатов для утилизации твердых бытовых и горючих промышленных отходов // Изв. вузов. Строительство, 1999, № 11.
13. Беньямовский Д.Н. Термический метод обезвреживания и утилизации твердых бытовых отходов // ЖКХ, 1994, № 7-8.
14. Федоров Л.Г. Санитарная очистка Москвы от твердых бытовых отходов // Энергосбережение, 2001, № 4.
15. Семилетов В.Н. Перемещение слоя отходов во вращающейся мусоросжигательной печи // Охрана пригородных зон от бытового мусора, вып. 144. – М.: ЦНТИ АКХ, 1977.
16. Вальдберг А.Ю. Очистка дымовых газов от мусоросжигательных заводов при термической переработке отходов // Научные и технич. аспекты охраны окружающей среды: Обзор. инф.- М.: ВИНТИ, 1998, № 1.

17. Багрянцев Г.И. Дожигание дымовых газов как метод решения экологических проблем мусоросжигательных заводов // Очистка и обезвреживание дымовых газов из установок, сжигающих отходы и мусор. – Новосибирск: ИТ СО РАН, 1999.
18. Багрянцев Г.И., Леонтьевский В.Е., Черников В.Е. Огневое обезвреживание отходов химических производств // Энергосбережение в химических производствах. – Новосибирск: ИТ СО АН, 1986.
19. Плазменное уничтожение медицинских отходов / А.С. Басин, М.Ф. Жуков, А.Н. Тимошевский и др. // Муниципальные и промышленные отходы: способы обезвреживания и вторичной переработки. – Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 1995.
20. Современные методы переработки твердых бытовых отходов / В.С. Чердниченко, А.М. Казанов, А.С. Аньшаков и др. – Новосибирск: ИТ СО РАН, 1995.
21. Левин Б.И., Демидов Ю.Л., Хаткевич А.А. Современные мусоросжигательные установки и их включение в системы теплоснабжения городов. – М.: АКХ, 1977.
22. Беньямовский Д.Н., Букреев Е.М. Завод двойного назначения // Энергия: экономика, техника, экология, 1987, №9.
23. Алексеенко С.В., Басин А.С. Теплобезопасность как основа существования и развития городов и регионов // Экология и экономика: региональные проблемы перехода к устойчивому развитию. Взгляд в XXI век, т.2. – Кемерово: Кемерововузиздат, 1997.

УДК 620.9:658.5

## **ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОКОМПАНИЙ В УСЛОВИЯХ ИХ РЕСТРУКТУРИЗАЦИИ**

**И.П. Озерова, В.В. Беспалов**  
**Томский политехнический университет, г. Томск**  
**E-mail: [Ozerova@tpu.ru](mailto:Ozerova@tpu.ru)**

В настоящее время АО-энерго включает в себя энергоисточники, предприятия тепловых сетей и энергосбыта. При этом могут параллельно существовать муниципальные предприятия тепловых сетей, получающих энергию как от АО-энерго, так и от других энергоисточников, включая собственные. И АО-энерго и муниципальные предприятия тепловых сетей могут работать на общую тепловую сеть территориально-административного образования (например, города). При такой структуре энергоснабжения балансы необходимо сводить в масштабах всего города или в локально расположенных, не связанных между собой тепловых сетях; сводить баланс какой-то части теплосети возможно только при наличии приборов учета на всех границах этой части, для расчета должны браться все объекты и реальные показания приборов учета; должны быть учтены нормативные потери во всех трубопроводах сети и все факты неразрешенного водоразбора и слива сетевой воды (по актам), последние должны выводиться из расчета баланса при распределении общих потерь по потребителям. После распределения энергии между потребителями в АО-энерго потребители, имеющие субабонентов и другие источники энергии, сводят баланс для своей части сети и производят начисления по своим результатам. При этом имеются несколько спорных моментов: части теплосети, включаемые в расчет, не имеют четких границ и