

ООО «Прогресс Энерго»



**Резюме проекта модернизации инфраструктуры
ЖКХ на основе использования мобильных
энергетических комплексов переработки
органических отходов и сырья с генерацией
тепловой и электрической энергий**

1. Введение.

Создание эффективных систем жизнеобеспечения городов и поселков напрямую связано с вопросами тепло- и электроснабжения, а также утилизации отходов производства и жизнедеятельности человека.

Для целей централизованного теплоснабжения в городах и поселках, как правило, сооружаются водогрейные и паровые, а часто и комбинированные котельные установки различных мощностей, работающие на местных или привозных видах топлива. По тепловой мощности они условно подразделяются на: городские - районные (РТС), квартальные (КТС), групповые (ГрКУ) и домовые (КУ) (см. табл. 1), а также установки промышленных предприятий.

Таблица 1. Структура производства тепловой энергии

Источник теплоснабжения мощностью, МВт (Гкал/ч)	Производство тепловой энергии	
	Количество произведенной тепловой энергии, млн. ГДж (млн. Гкал)	Доля в общем объеме производства, %
Домовые котельные - до 3,5 (3)	302 (72)	9
Групповые котельные (ГрКУ) - от 3,5 до 23,3 (3-20)	557(133)	17
Квартальные котельные (КТС) - от 23,3 до 116 (20-100)	754(180)	23
Районные котельные (РТС) - более 116 (более 100)	587(140)	18
ТЭЦ	1027(245)	33

К основным системным проблемам функционирования источников теплоснабжения относятся:

- Высокие удельные расходы топлива на производство тепловой энергии.
- Низкий остаточный ресурс и изношенность оборудования.
- Низкий уровень автоматизации.
- Нарушение качества топлива, вызывающее отказы горелок.
- Высокая стоимость топлива.

Мобильные энергетические комплексы переработки органических отходов и сырья с генерацией тепловой и электрической энергий являются универсальным техническим решением повышения эффективности систем жизнеобеспечения, особенно для удаленных территорий. Основу энергокомплексов составляют контейнерные пиролизные установки производительностью по переработке подготовленного сырья 1 тонна в час. В качестве исходного сырья могут использоваться любые виды отходов растительного или животного происхождения, а также органическое сырье, что позволяет получать тепло и электроэнергию по низкой себестоимости.

Технологическое оборудование энергокомплекса разрабатывается в блочно-модульном исполнении. Пиролизные установки, модули подготовки сырья, модули генерирования электрической и тепловой энергий, другие функциональные модули изготавливаются в формате транспортабельных контейнеров с полным комплектом оборудования внутри.

Ниже приведены расчеты для технико-экономического обоснования эффективности внедрения энергокомплексов в виде технологических линий в

существующие системы тепло- и электроснабжения городов и поселков, а также для утилизации канализационных отходов.

2. Теплоснабжение от мобильных энергокомплексов.

В существующей инфраструктуре ЖКХ для теплоснабжения всех потребителей города-района (жилой застройки и промышленной зоны) используются городские и районные котельные, их часто называют тепловыми станциями (РТС), тепловая мощность которых составляет от 116 (100) до 580-700 (500-600) МВт (Гкал/ч).

Квартальные и групповые теплогенерирующие установки обслуживают отопительные нагрузки одного или нескольких кварталов или групп жилых домов, общественных зданий. Их тепловая мощность может составлять от 23 (20) до 116 (100) МВт (Гкал/ч).

Топливо является важнейшей составляющей в процессе получения тепла. От его качества и характеристик напрямую зависят показатель КПД котла и стабильность работы всей отопительной котельной.

Из одной тонны органического сырья (например, из торфа или древесных опилок и щепы) в результате термической переработки на пиролизной установке каждый час вырабатывается порядка 700 м³ топливного очищенного газа калорийностью 8000 – 18000 ккал/м³ (с учетом потребления на собственные нужды для поддержания температурного режима пиролизного реактора). Вырабатываемый пиролизный газ по калорийности аналогичен природному газу, поэтому для расчета мощности газового котла принимается теплотворность газа, которая используется европейскими компаниями для определения расхода топлива, и берется общепринятая в Европе теплотворность 8,83 кВт на один м³/ч.

Газообразное топливо, вырабатываемое контейнерной пиролизной установкой, поступает по газопроводам низкого давления в газорегуляторное устройство и далее – в котельную установку. При максимальной производительности одной пиролизной установки по выработке газа (700 м³/ч) суммарная топочная мощность горелок для работы котлов при КПД 92% должна быть не ниже 5,7 МВт (700 x 8,83 x 0,92 = 5686 кВт).

Сбросное тепло от работы пиролизной установки (за счет подогрева реактора газовыми горелочными устройствами, выделения тепла при экзотермических реакциях пиролиза и охлаждения газообразной смеси и твердого остатка) утилизируется в котле-утилизаторе. Усредненное значение добавленной тепловой мощности (с учетом теплотерь) может достигать 0,8 МВт.

Таким образом, контейнерная пиролизная установка, перерабатывая одну тонну в час торфа или древесных отходов влажностью 10%, обеспечивает работу газовых котлов суммарной тепловой мощностью 5,7 МВт (4,9 Гкал/час) и вырабатывает 0,8 МВт (0,68 Гкал/час) тепловой энергии за счет утилизации собственного сбросного тепла.

Для расчета себестоимости 1 Гкал/час (1,163 МВт) тепловой энергии, получаемой на котельной установке, использующей топливный газ от пиролизной установки (без учета расходов на модернизацию котельной), рассмотрим затраты на содержание пиролизной установки в месяц (сутки, час):

Таблица 2

Наименование затрат	Един.	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Затраты в час, руб.	Затраты в сутки, руб.	Затраты в месяц, руб.
Электроэнергия, расходуемая на собственные нужды	кВт*ч	30	7	210	5 040	151 200
Амортизация оборудования (срок эксплуатации до капитального ремонта 8 лет)				579	13 886	416 600
Текущий ремонт и техническое обслуживание				100	3 000	90 000
Зарплата обслуживающей бригады с отчислениями в социальные фонды	чел.	8	40 000	445	10 666	320 000
Накладные расходы				83	2 000	60 000
Стоимость сырья	тонн	1	1 500	1 500	36 000	1 080 000
Итого				2 917	70 592	2 117 800

Затраты на выработку топливного газа для получения 5,5 Гкал/час тепловой энергии составляют 2 917 руб. Соответственно, 1 Гкал/час = 530 руб.

Для сравнения, если котельная той же мощности будет потреблять природный газ (700 м³/ч) по цене 6,5 руб./м³, то стоимость 1 Гкал/час составит 827 руб.

Как видно из таблицы 2, себестоимость генерирования тепловой энергии во многом зависит от стоимости исходного сырья, используемого для выработки топливного (пиролизного) газа. Кроме того, на рентабельность проекта влияет объем затрат на модернизацию существующей котельной, топливом для которой будет вырабатываемый газ.

В зависимости от требуемой тепловой нагрузки, подключенной к котельной, и вида органического сырья рассчитывается количество пиролизных установок с площадкой (складом) для хранения сырья, участком подготовки сырья и другими функциональными модулями. Следует учитывать, что базовая стоимость ввода в эксплуатацию энергокомплекса с одной контейнерной пиролизной установкой составляет 35 – 40 млн. руб. Для питания районной газовой котельной потребуется энергокомплекс, включающий не менее 20 пиролизных установок, склад для хранения сырья, площадку подготовки сырья. Соответственно, себестоимость 1 Гкал/ч вырабатываемого тепла для данного энергокомплекса уменьшится на 5 – 15 %.

Срок окупаемости проекта на экономии топлива составляет 2 – 3,5 года. Так, при минимальной экономии в 350 рублей на стоимости 1 Гкал/ч тепла, получаемого при сжигании собственного топливного газа, за 7 месяцев отопительного сезона доходность от использования энергокомплекса с одной пиролизной установкой (5,5 Гкал/ч) составит 9,7 млн. руб. (7 мес. x 30 дн. x 24 ч x 5,5 Гкал/ч x 350 руб. = 9 700 000 руб.)

Энергокомплекс проектируется в блочно-модульном исполнении. При необходимости автономного применения технологического оборудования (без подключения к электросети) потребуются собственные электрогазогенераторные

установки, количество которых, с учетом резерва, рассчитывается, исходя из максимальной потребляемой электрической мощности оборудования энергокомплекса и котельной.

3. Электроснабжение от мобильных энергокомплексов.

В России насчитываются тысячи населенных пунктов, которые не имеют централизованного электроснабжения, и в настоящее время снабжаются энергией от дизельных и бензиновых электростанций. В таких населенных пунктах электроснабжение ненадежно, полностью зависит от завоза топлива, требует высоких эксплуатационных затрат как на топливо, так и на техническое обслуживание и ремонт. Электроэнергия подается в дома только по несколько часов в день, а остальное время дома не имеют электроснабжения. Такая ситуация способствует ухудшению комфортности проживания, оттоку жителей в города, опустению целых деревень, расположенных в удаленных районах России.

На цели «северного завоза» топлива государство выделяет огромные средства, которые не всегда расходуются по назначению. И даже с этими субсидиями стоимость 1 кВт*ч генерируемой электроэнергии составляет от 20 до 100 и более рублей. Использование мобильных энергокомплексов, генерирующих электрическую энергию из собственного топливного газа, получаемого путем переработки местных органических отходов или сырья, позволит значительно снизить стоимость электроэнергии и улучшить надежность электроснабжения.

Мобильный энергетический комплекс переработки органических отходов и сырья, включающий одну пиролизную установку, мини-ТЭС на базе газопоршневых или газотурбинных двигателей, участки хранения и подготовки сырья, другие функциональные модули, генерирует до 2 МВт электрической энергии и 1,5 - 2 МВт тепловой энергии за счет утилизации сбросного тепла. Расчет затрат на производство 1 кВт*ч электроэнергии показан в таблице 3.

Таблица 3

Наименование затрат	Един.	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Затраты в час, руб.	Затраты в сутки, руб.	Затраты в месяц, руб.
Амортизация оборудования (срок эксплуатации до капитального ремонта 8 лет)				1 157	27 770	833 200
Текущий ремонт и техническое обслуживание				563	13 500	450 000
Зарплата обслуживающей бригады с отчислениями в социальные фонды	чел.	16	40 000	889	21 330	640 000
Накладные расходы				167	4 000	120 000
Стоимость сырья	Тонн	1	1 500	1 500	36 000	1 080 000
Итого				4276	102 624	3 078 720

Затраты на выработку топливного газа и генерирование 1,5 МВт*ч электроэнергии составляют 4 276 руб. Соответственно, 1 кВт*ч = 2,85 руб.

При расчетах рентабельности энергокомплекса рассмотрен вариант мини-ТЭС из 12-ти поршневых газозлектрогенераторных установок в контейнерном исполнении по 150 кВт электрической мощности каждая. Стоимость мини-ТЭС – 40 млн. руб.

Срок окупаемости энергокомплекса за счет экономии расходов на электроэнергию от централизованных поставщиков составит не более 2,5 - 3 лет. Например, при стоимости 1 кВт*ч = 6 руб. экономия в год при усредненной мощности потребления электроэнергии 1,2 МВт*ч составляет 32,6 млн. руб. (12 мес. x 30 дн. x 24 ч x 1200 кВт*ч x 3,15 руб. = 32 659 200 руб.).

В районах «северного завоза» топлива при существенно более высоких тарифах на электроэнергию рентабельность проекта возрастает в несколько раз.

4. Утилизация канализационных отходов.

За последние десятилетия практически любой крупный город накопил миллионы тонн канализационных отходов, проблема утилизации которых приобрела острый характер и нуждается в эффективном решении. В силу своей текучести жидкие отходы представляют серьезную экологическую опасность. Не своевременное проведение работ по утилизации образующихся жидких отходов может привести к очень серьезным последствиям.

Наиболее прогрессивным методом утилизации канализационных отходов является технология переработки отходов способом быстрого пиролиза с предварительным выпариванием сырья. В результате термической деструкции сухих отходов в замкнутом цикле без химической реакции горения полностью исключается выброс вредных веществ. При быстром пиролизе образуется газ, по калорийности аналогичный природному газу, и твердый остаток из углерода и минеральных элементов (зола). Пиролизный газ может использоваться как топливо для газозлектрогенераторных установок или котельных установок. Сбросное тепло от работы пиролизной установки утилизируется для собственных технологических нужд предприятия.

Для утилизации ИОСВ с получением тепловой и электрической энергий в состав энергокомплекса входят пиролизная установка с блоком обезвоживания сырья до влажности 75% (при необходимости), модули очистки сырья от инородных включений, выпаривания, сушки и измельчения сырья, мини-ТЭС для получения электрической и тепловой энергий, другие функциональные модули.

Производительность энергокомплекса по переработке ИОСВ влажностью 75% (с уменьшением влажности до 20 - 25%) составляет 1500 кг в час исходного сырья. При зольности сырья 25% в результате термической деструкции канализационного ила образуется минимум 500 м³ в час калорийного газа, который может использоваться для выработки электрической или тепловой энергий.

Для расчета рентабельности проекта должны учитываться имеющиеся прямые затраты на вывози хранение канализационных отходов и косвенный ущерб окружающей среде. Помимо решения задачи утилизации канализационных отходов с соблюдением стандартов экологии, применение энергокомплекса по переработке ИОСВ приносит предприятию дополнительный доход за счет экономии электрической и тепловой энергий.

Таблица 4

Наименование затрат	Един.	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Затраты в час, руб.	Затраты в сутки, руб.	Затраты в месяц, руб.
Амортизация оборудования (срок эксплуатации до капитального ремонта 8 лет)				1 157	27 770	833 200
Текущий ремонт и техническое обслуживание				556	13 300	400 000
Зарплата обслуживающей бригады с отчислениями в социальные фонды	чел.	16	40 000	889	21 330	640 000
Накладные расходы				167	4 000	120 000
Затраты на доставку сырья до места утилизации	тонн	1,5	500	500	12 000	360 000
Итого				3269	78 456	2 353 680

При расчетах рентабельности проекта рассмотрен вариант мини-ТЭС из 9 поршневых газозлектрогенераторных установок в контейнерном исполнении по 150 кВт электрической мощности каждая. Стоимость мини-ТЭС – 30 млн. руб.

Стоимость энергокомплекса (без мини-ТЭС) по утилизации канализационного ила влажностью 75% с производительностью 1,5 тонны исходного сырья в час и выработкой 500 м³ топливного газа составляет в среднем 45 – 50 млн. руб.

Затраты на утилизацию 1,5 тонн ИОСВ (влажность 75%) с выработкой топливного газа и генерированием 1 МВт*ч электроэнергии и 0,8 МВт (0,67 Гкал/ч) тепловой энергии составляют 3 269 руб. Соответственно, стоимость 1 кВт*ч составит 3,27 руб.

При тарифе на электроэнергию 6 руб. экономия на 1 кВт*часе составит 2,73 руб, или в год (8000 часов) – 21,8 млн. руб. При стоимости 1 Гкал/ч = 2000 руб. экономия от использования собственного тепла в отопительный сезон составит 6,7 млн.руб. (0,67 Гкал/ч x 2000 руб. x 24 ч x 30 дн x 7 мес. = 6 753 600 руб.)

Таким образом, только с учетом экономии расходов на электрическую и тепловую энергии, предприятие возвратит вложенные средства в энергокомплекс через 3 года.