

# Строительство ТЭЦ на муниципальных очистных сооружениях становится выгодным

Cogeneration gains favor for municipal wastewater treatment operations/Sarvan Wason, Carollo Engineers Co. Water&Wastewater International. April/May 2006, pages 27-28. [www.wwinternational.com](http://www.wwinternational.com)  
Переводчик – В.П. Грицына, [griцына@profaudit.ru](mailto:griцына@profaudit.ru)

Возможности строительства ТЭЦ на муниципальных водоочистных сооружениях все больше привлекают внимание администраций муниципалитетов ввиду роста стоимости энергии. Это внимание объясняется не только ростом тарифов, но и увеличившейся ненадежностью электроснабжения, а также возможностями использования собственного топлива-метана, получаемого от брожения загрязнений сточных вод, перспективой получения грантов и правительственных субсидий на использование биоэнергии. Эти обстоятельства делают привлекательным проекты и менее мощных ТЭЦ, чем в предыдущие годы.

Газ брожения на очистных сооружениях содержит от 60 до 65 % метана, 35-40% CO<sub>2</sub> и другие составляющие, такие как сероводород, силоксаны, жир, грязь и водяной пар. Степень необходимой очистки газа для электрогенерирующих установок ТЭЦ определяется выбором технологии ТЭЦ.

Естественно, правительственные гранты делают энергетические проекты более эффективными, особенно в штате Калифорния, где текущие гранты составляют около \$1000/кВт новой установленной мощности при использовании для привода генераторов поршневых двигателей, \$1300/кВт – для микротурбин, и \$ 4500/кВт – для топливных элементов (электрохимические генераторы) при использовании метана очистных сооружений и свалок.

## Использование дизельных и газопоршневых электрогенераторов

В США для малых ТЭЦ на очистных сооружениях используются газопоршневые электрогенерирующие установки, а также двухтопливные установки с частичным использованием дизельного топлива для воспламенения смеси и при недостатке объема метана. Установки мощностью 250-2500 кВт выпускаются такими фирмами как Вокеша, Катерпиллар, Янбахер и Дейтц. КПД установок составляет 25-35%.

(Российские производители газопоршневых установок мощностью 100 кВт-100кВт: РУМО (Н-Новгород), з-д им. Маминых (Балаково), Алтайдизельмаш, Рыбинский з-д, Пенздизельмаш, и др.). Полный коэффициент использования топлива при использовании тепла от таких ТЭЦ достигает 70-80%. На таких ТЭЦ предпочти-

тельно использование двигателей, рассчитанных на поступление газа низкого давления, менее 2 psig.

Один из проектов, реализуемых фирмой Каролло Инжиниэрс (Carollo Engineers) на водоочистной станции в г. Sunnyvale, в Калифорнии включает два 800 кВт двигателя фирмы Катерпиллар, в которых сжигается метан получаемый от брожения канализационной воды, газ со свалки (свалка, расположена вблизи новой ТЭЦ и также принадлежит городу) и природный газ. Тепло дымовых газов и тепло системы охлаждения двигателя используются для получения тепла.

Другая ТЭЦ, использующая только метан брожения сточных вод, расположена в г. Окланде (штат Калифорния). Ее мощность составляющую 6,5 МВт (3x 2150 кВт) с двигателями фирмы DeLaval Enerprise в настоящее время увеличивается до 15 МВт, а в дальнейшем будет доведена до 20 МВт.

## Микротурбины

Микротурбины – это высокооборотные (70-90 тыс. оборотов в мин.) газовые турбины малой мощности – 30 кВт и 60 кВт – фирмы Капстоун (Capston); 70 кВт и 250 кВт- фирмы Ингерсол (Ingersoll Rand) (Такие турбины в России не производятся, но продаются. Пер.). Электрический КПД достигает 25% и максимум 30%, а коэффициент использования топлива зависит от степени использования тепла сбросных газов и также, как и на всех ТЭЦ, может достигать 70% (и выше). Ввиду высоких скоростей вращения турбинных лопаток требуется тщательная очистка газа от примесей и, в частности, от силоксанов, образующих отложения. Для газовых турбин требуется повышать давление газа до 200 psig. Для микротурбин требуется повышать давление газа на входе в двигатель свыше 50 psig.

Микротурбины имеют низкие уровни выбросов вредных примесей в дымовых газах и разрешение на их применение можно легко получить. Турбина фирмы Капстоун мощностью 30 кВт была установлена на станции обработки сточных вод в районе Новато, Калифорния.

## Газовые турбины

Считается общепринятым, что применение газовых турбин на ТЭЦ эффективно при мощности энерго-

Рисунки получены из: World Survey of Decentralized Energy 2006. WADE May 2006. [www.localpower.com](http://www.localpower.com)

блоков более 300 кВт. В США опыт производства газовых турбин для сжигания метана брожения канализационных вод имеют фирмы Солар и Аллисон.

Электрический КПД газотурбинных установок составляет 30-38%. Причем указанный высокий уровень КПД достигается при использовании рекуперации тепла дымовых газов (для нагрева воздуха перед подачей в камеру сжигания.Ред.) или при использовании парогазового цикла (+ паровая турбина). Коэффициент использования топлива при использовании тепла также достигает 80%. Для газовых турбин требуется повышать давление газа до 200 psig.

Фирма Carollo выполнила поставку оборудования для парогазовой ТЭЦ мощностью 8 МВт, построенной в графстве King, г.Сиэтл, штат Вашингтон, на очистных сооружениях Renton.

**Топливные элементы**

Топливные элементы производят электроэнергию без процесса горения, как электрохимические батареи. Топливные элементы практически не производят вредных примесей в дымовых газах и поэтому большинство регионов не требуют разрешений на их установку. Топливные элементы мощностью 200 кВт и 250 кВт можно купить у таких производителей, как Fuel Cell Energy (FCE) и United Technologies Corp. (UTC).

В США более 30 установок работают на природном газе, начиная с 2005 г. Немало установок запущено в последние 2 года для работы на метане брожения. Учитывая высокие ставки грантов, установленных Правительством США для стимулирования использования топливных элементов, многие энергокомпании проявляют интерес к их использованию.

Электрический КПД = 35-50%, ну а коэффициент использования топлива при использовании тепла может достигать и 80%. Топливные элементы требуют высокой степени очистки топливного газа (из-за применения катализаторов, ред). Топливные элементы дороги, дорогим является и их обслуживание и только при условии получения грантов (в Калифорнии) их эффективность становится сравнимой с вышеупомянутыми проектами. В настоящее время одобрен к применению проект фирмы Carollo по установке сборки энергоблоков на топливных элементах с использованием «канализационного» метана в г. Тулар.

**Двигатели Стирлинга**

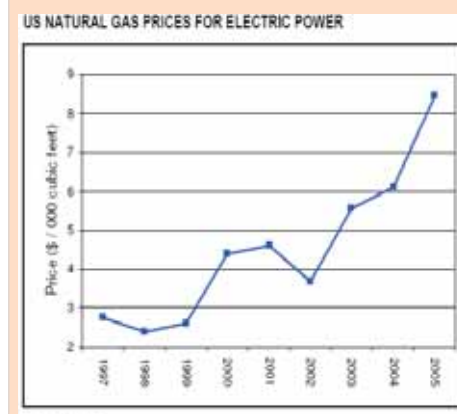
Двигатели Стирлинга, представляющие двигатели внешнего сгорания с замкнутым циклом рабочего тела, являются перспективным направлением развития, но пока применялись в проектах специального назначения. Их преимущества – возможность использования топлив

различного состава, меньшие требования по очистке, давление газа на входе менее 1 psig. Уровень загрязнений в дымовых газах аналогичен выбросам от обычных котельных установок. Единственный производитель в США -фирма STM Power Inc. делает установки 55 кВт с двигателями Стирлинга.

**Сводка данных по энергоустановкам на ТЭЦ в США с использованием метана канализационных стоков как топлива.**

Критерии сравнения	Поршневые установки внутреннего сгорания	Микро-турбины	Газовые турбины	Топливные элементы	Двигатели Стирлинга
Мощность, кВт	250-2 500	30-250	3000-6000	200-250	55
Электрический КПД	25-35	25-30	30-40	35-50	30
Удельная стоимость, \$/кВт	2500-3000	3000-3500	1500-2500	8000-9000	2500-3000
Ставки грантов, \$/кВт	1000	1300		4500	
Уровень эмиссий дымовых газов	Высокий	Низкий	Средний	Пребрежимный	Низкий

\* 1 psig=6,894 \*10<sup>3</sup>ПА= 6,894 \*10<sup>-2</sup>бар



**Рис. 1.** Стоимость природного газа для производства электроэнергии в США В Долларах/1000 куб футов. 1 куб.фут=2,832 \*10<sup>-2</sup>м<sup>3</sup>



**Рис. 2.** Европейские цены на электроэнергию и «углеродный налог»-налог на выбросы CO<sub>2</sub>

**Комментарий переводчика**

Перевод данной статьи сделан, учитывая ее информативную полезность для специалистов муниципалитетов при решении вопросов снижения затрат на водоснабжение и канализацию. Природный газ дорожает (см. рис.1), а тут на очистных «бесплатный» газ-хорошо бы его использовать! Что касается указанных затрат на строительство ТЭЦ в Калифорнии, то они просто сумасшедшие. Удельная стоимость строительства газопоршневых ТЭЦ, производящих не только электроэнергию и тепло, но и холод, в Нью-Йорке в 2 раза дешевле, чем те цифры, что указаны в данной статье. Дело, видимо, в том, что Калифорния-самый богатый штат США, а экологи в Калифорнии пользуются большим авторитетом. Причем, в Калифорнии, где мало дождей и температура воздуха зимой 22-27°С не нужно строить для ТЭЦ здание, и указанные цены относятся к стоимости оборудования, которое располагается просто в контейнерах (+ценные советы и «проект» фирмы Carollo). В России условия другие, но газопоршневые электрогенераторы зарубежного производства можно купить за 550 долл. США/кВт, а российские и за 300 долл. США/кВт. При этом следует отметить, что газ (метан), получаемый на городских очистных сооружениях, можно использовать для отопления, горячего водоснабжения на самих очистных сооружениях или, если очистные городские сооружения располагаются вблизи существующих ТЭЦ, - направлять газ непосредственно в котлы ТЭЦ, а не строить отдельную микроэлектростанцию. Есть также гипотетическая возможность снижения затрат на проект строительства ТЭЦ при получении компенсаций за снижение парниковых выбросов газов в рамках соглашений по Киотскому Протоколу, а тогда срок окупаемости проекта может быть уменьшен весьма значительно, ведь снижение выбросов метана ценится гораздо выше, чем уменьшение выбросов CO<sub>2</sub>.