

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Технологии нового поколения для распределенной энергетики России*

Бессмертных А. В., канд. техн. наук, Зайченко В. М., доктор техн. наук

Объединенный институт высоких температур РАН, Москва

Показана необходимость развития распределенной энергетики России на местных топливно-энергетических ресурсах. Рассмотрены современные высокоэффективные российские и зарубежные энергетические технологии: пеллетизация, пиролиз, торрефикация, газификация. Предложено создать энерготехнологические комплексы, в которых объединены и взаимосвязаны данные технологии.

Ключевые слова: распределенная энергетика, пеллетизация, газификация, торрефикация, газопоршневая мини-ТЭЦ.

В существующих социально-экономических условиях создание и развитие распределенной энергетики на местных топливно-энергетических ресурсах [1] с использованием эффективных отечественных и мировых технологий может стимулировать развитие всей российской энергетики. Помимо решения региональных задач распределенная энергетика, основанная на новых принципах хозяйствования, будет способствовать взаимодействию и конструктивному сотрудничеству производителя и потребителя.

Использование местных ресурсов топлива. Примерно половину стоимости электроэнергии, производимой в централизованной энергосистеме, составляют затраты на приобретение топлива, а в стоимости тепловой энергии их еще больше. Если для установки распределенной энергетики появляется возможность использования местного дешевого топлива (например, торфа), то затраты на ее создание окупаются за короткий срок, а проекты таких объектов становятся инвестиционно привлекательными [2].

На территории РФ сосредоточено около четверти мировых ресурсов древесины и около 45 % торфа. К местным первичным источникам энергии относятся также отходы растениеводства (в частности, соломы — 35 млн т/год), отходы жизнедеятельности в птицеводстве (7,5 млн т/год [3]) и животноводстве, отходы лесозаготовок (170 млн м³/год) и деревообрабатывающей промышленности (44 млн м³/год [3]). При сжигании только древесных отходов можно получить приблизительно 50 % всего централизованного годового производ-

ства тепловой энергии России. Интерес к альтернативным источникам энергии стремительно растет во всем мире. По оценкам аналитиков ЕС, доля энергии, которую можно получить от возобновляемых ресурсов в ближайшие 30 лет, превышает 40 % общего потребления и в дальнейшем будет увеличиваться. Разработка новых методов получения энергии обеспечит конкурентоспособность создаваемых технологий по сравнению с технологиями, использующими органические ископаемые топлива.

Технологии нового поколения. Российская распределенная энергетика находится в начале своего развития. Однако, используя новые энергетические технологии, можно проектировать и строить современные автономные энергосистемы, работающие на местных ресурсах.

Хотя разные виды этих ресурсов и отличаются по элементному и вещественному составу, существуют общие технологии их обработки: гранулирование (пеллетизация), торрефикация, пиролиз и аллотермическая газификация.

Пеллетизация хорошо освоена во все мире, в том числе в России. Продукты пеллетизации — пеллеты — представляют собой прессованные цилиндры измельченной биомассы диаметром 5–10 мм и длиной 8–15 мм. Фактически это твердое топливо узкого гранулометрического состава, что и предопределяет его широкое использование в слоевых топках и топках кипящего слоя, а также в процессах газификации. Основной недостаток пеллет — их гидрофильность (набухание при длительном хранении и перевозках), обуслов-

* Работа выполнена в рамках госконтракта № 145161100-49.

Органические отходы	Температура, °С		
	начала деформации	размягчения	плавкого состояния
Солома	735 – 840	1035 – 1150	1175 – 1330
Древесные отходы	1150 – 1405	1180 – 1525	1225 – 1650

ливающая потерю ими преимуществ сортового твердого топлива.

Торрефикация — один из методов термохимической обработки твердого биотоплива, при котором указанный выше недостаток устраняется путем низкотемпературного пиролиза при 250 – 280 °С. После торрефикации pellets становятся гидрофобными (закрываются поверхностные капилляры), увеличивается их теплота сгорания на единицу массы и объема [4]. Эта технология делает экономически оправданным централизованное производство pellets в больших объемах, их хранение и перевозку потребителям на объекты распределенной энергетики.

Элементный и вещественный состав отходов существенно влияет на параметры золы, полученной при их конверсии методом термохимической обработки. Главными показателями, определяющими максимальную технологически допустимую температуру в реакторе конверсии и в конечном счете — технологию, являются температурные характеристики золы — температуры начала деформации, размягчения, плавкого состояния. В таблице приведены эти характеристики для соломы зерновых культур и древесных отходов.

Характеристики золы пометно-подстилочного материала (ППМ) близки к характеристикам золы соломы, так как этот вид отходов содержит соединения калия, образующие легкоплавкие эвтектики. Для низинного, переходного и верхового типов торфа средняя зольность равна соответственно 7,6; 4,7 и 2,4 % сухого вещества. Содержание различных окислов в золе растет от верхового к низинному типу торфа [5].

Данные о составе и температурных характеристиках золы показывают, что для термохимической конверсии соломы и ППМ в плотном слое технологически приемлемой является технология пиролиза при температуре до 700 °С, а для древесных отходов и торфа — технология газификации при более высокой температуре. Для конверсии в технологиях кипящего слоя могут быть использованы любые отходы.

Пиролиз. Технология пиролиза позволяет получать газообразные, жидкие и твердые продукты. Современные западные технологии ориентированы на получение жидкого продукта — так называемого пиролизного масла. Его широкое использование в качестве печного или моторного топлива требует дополнительной сложной технологической переработки. Работы, выполненные в Объединенном институте высоких температур (ОИВТ) РАН, направлены на исследование процессов пиролиза с получением из биомассы газообразного топлива и твердых углеродных материалов промышленного назначения. На рис. 1 представлены термогравиметрические кривые, полученные на термоанализаторе STD Q600. Они почти эквидистантны, поскольку любая биомасса состоит в основном из трех компонентов: гемицеллюлозы, лигнина и целлюлозы в разных пропорциях. Потеря массы, т. е. количество летучих, которое может быть использовано для энергетических целей, составляет при 700 °С приблизительно 70 % сухой биомассы.

Газификация. За последние десятилетия технологии и оборудование газификации твердых топлив достигли высокого уровня и продолжают совершенствоваться. Технология газификации разделяется на два основных вида [6]:

автотермическая, при которой необходимую теплоту получают путем сжигания части газифицируемого топлива. Ее недостатками являются необходимость в громоздкой системе очистки газов от конденсатов и низкие теплотехнические характеристики генераторного газа (теплотворная способность не превышает 1200 ккал/м³, а адиабатная температура горения — 1400 °С). При обогащении дутья кислородом эти характеристики улучшаются, но тогда требуются значительные капитальные вложения и эксплуатационные расходы;

аллотермическая, при которой теплота подводится через стенку внутри единого газогенераторного объема и/или с помощью автономного источника энергии.

Технологически перспективны два процесса:

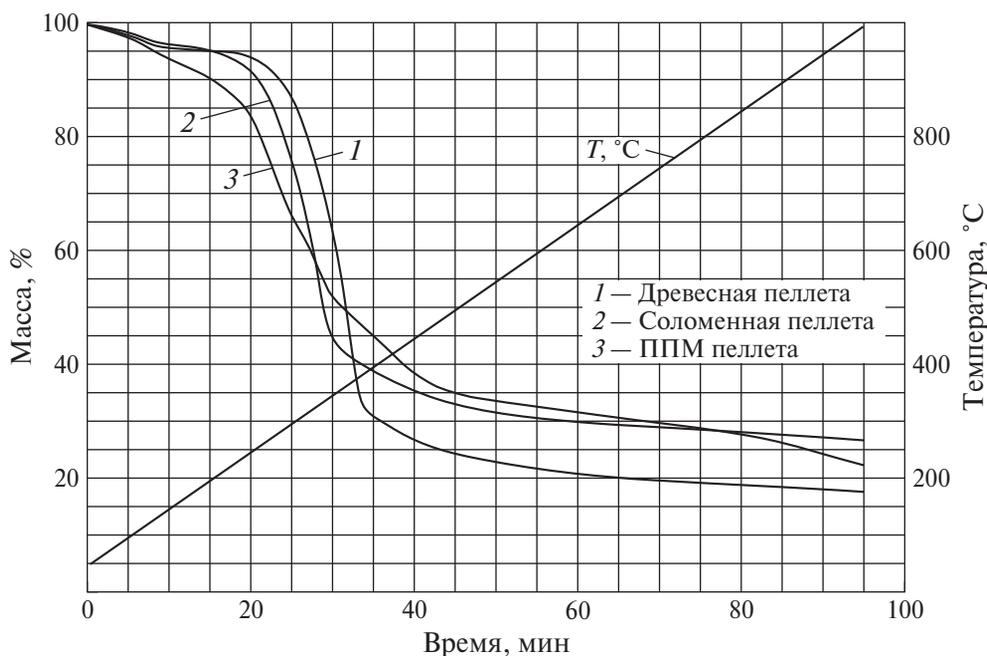


Рис. 1. Термогравиметрические кривые пиролиза различных отходов

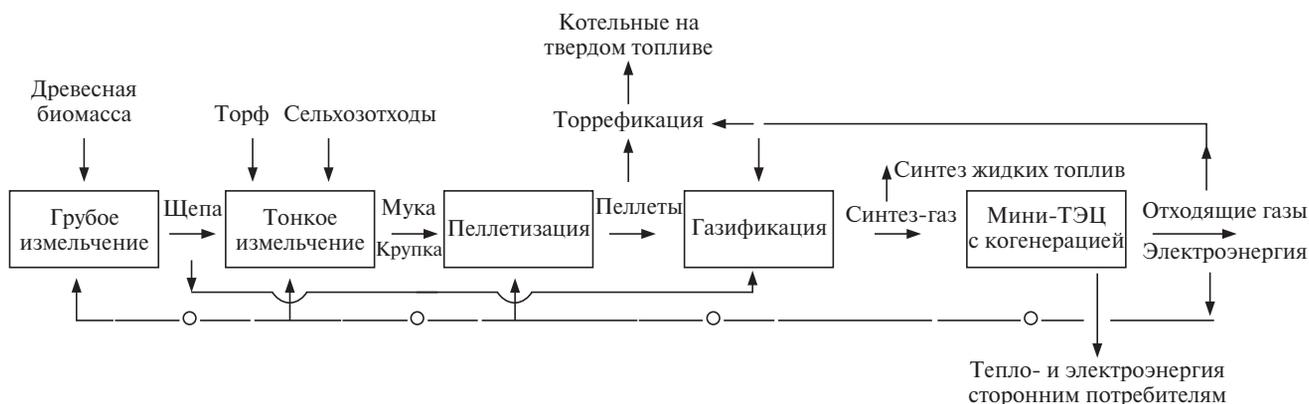


Рис. 2. Функциональная схема энерготехнологического комплекса

а) пиролитической газификации без использования внешних газифицирующих агентов. В этом случае можно получить газ с высокими теплотворной способностью и температурой горения. Однако степень конверсии чрезвычайно низка. Этот процесс может быть экономически эффективным в комплексных технологиях получения газообразного топлива и углеродных материалов с высокой рыночной стоимостью;

б) максимальной конверсии энергии и вещества исходного топлива с комбинированным внутренним и внешним подводом теплоты в объем газифицируемого топлива и к газифицирующим агентам. Коэффициент конверсии энергии может составлять 0,75 – 0,8. Экономическая эффективность особенно существенна при газификации пеллетизирован-

ного и торрефицированного топлива, имеющего значительную стоимость. Такая технология с получением синтез-газа и ее модификации разрабатываются в ОИВТ РАН [7, 8].

Для распределенной энергетики перспективно создание энерготехнологических комплексов, в которых объединены и взаимосвязаны новые энергетические технологии. Функциональная схема такого комплекса показана на рис. 2.

В заключение следует отметить, что в России существует объективная необходимость развития распределенной энергетики с использованием местных энергетических ресурсов. Это обусловлено наличием обширных территорий с неразвитой энергетической инфраструктурой, доступностью и равномерностью распределения местных ТЭР, экономической

и инвестиционной привлекательностью, высоким российским научным и технологическим потенциалом.

Для создания современной и технологически передовой распределенной энергетики необходимо разработать и утвердить на государственном уровне следующую программу действий с указанием сроков исполнения и ответственных исполнителей:

завершение НИОКР по созданию экологически чистых технологий газификации местных ТЭР и газопоршневых мини-ТЭЦ электрической мощностью 500, 1000, 1500 кВт;

оптимизация структуры энерготехнологических комплексов для конкретных регионов с учетом их особенностей;

создание машиностроительной базы для выпуска элементов новых современных технологий: аллотермических газификаторов, пеллетизеров, торрефикаторов, мини-ТЭЦ, котельных агрегатов с пеллетными топками.

Для координации и контроля выполнения работ целесообразно создать госкорпорацию “Распределенная энергетика России”.

Список литературы

1. **Бессмертных А. В., Зайченко В. М.** Развитие распределенной энергетики. — Вестник Российской академии наук, т. 82, 2012, № 9.
2. **Батенин В. М., Бессмертных А. В., Зайченко В. М.** Энергокомплекс на биомассе. — Тепловые процессы в технике, 2009, № 2.
3. **Зысин Л. В., Кошкин Н. Л.** Некоторые итоги применения растительной биомассы в энергетике развитых стран. — Теплоэнергетика, 1997, № 4.
4. **Bergman P. C. A.** Combined torrefaction and pelletisation — the TOP process. — ECN Report, ECN-C-05-073, 2005.
5. **Справочник по торфу** / Под ред. А. В. Лазарева и С. С. Корчунова. — М.: Недра, 1982.
6. **Химия и переработка угля** / В. Г. Липович, Г. А. Калабин, И. В. Калечис и др. — М.: Химия, 1988.
7. **Бессмертных А., Зайченко В., Майков И.** Биомасса как возобновляемый источник энергии и углеродных материалов. — LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012.
8. **Бессмертных А. В., Зайченко В. М., Коростина М. А.** Новые технологии конверсии твердых топлив в газ и углеродные материалы. — Тепловые процессы в технике, 2012, № 5.

anbessmer@rambler.ru