

СУШКА БИОТОПЛИВА КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Батенин В.М., Ковбасюк В.И., Попель О.С.

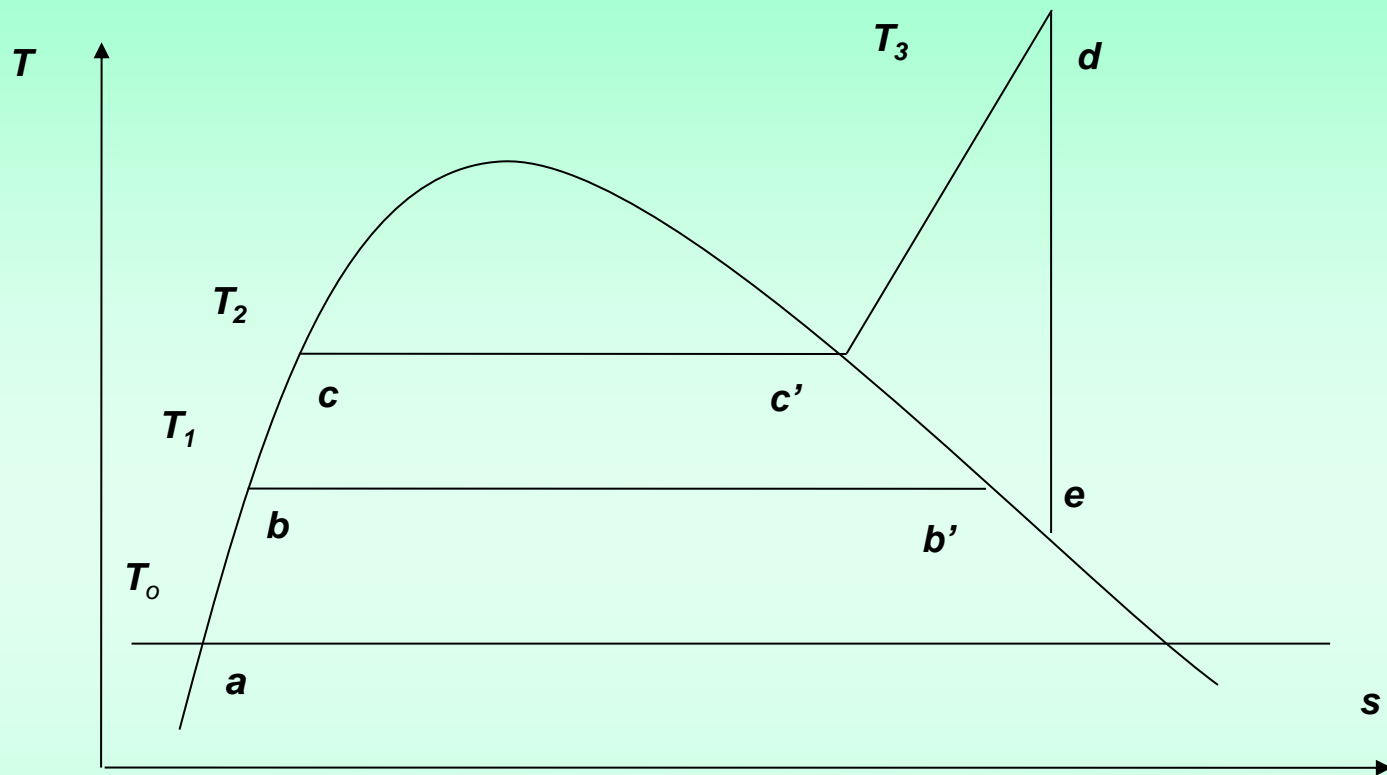
Объединенный институт высоких температур РАН, Москва, Российская Федерация

Ежегодно на нашей планете образуется около 200 млрд. т растительной целлюлозосодержащей биомассы, представляющей собой возобновляемый ресурс энергии.

Среди других возобновляемых источников энергии преимуществом биотоплива и отходов является значительно большая независимость от климатических и погодных факторов, т.е. их можно использовать при безветрии и в темное время суток, отключая за ненужностью для экономии.

Их ключевым недостатком является, как правило, высокая влажность, затрудняющая эффективное использование при сжигании и, особенно, при газификации. А именно газификация, как показывает мировой опыт исследований применения биотоплив, необходима для эффективного замещения ископаемого топлива на существующих тепловых электростанциях или для использования в перспективных энергетических установках с газовыми турбинами.

В ОИВТ РАН эти проблемы предложено решать за счет энергосберегающей сушки перегретым паром под давлением.



$T-s$ диаграмма рабочего процесса выпаривания влаги из сырья

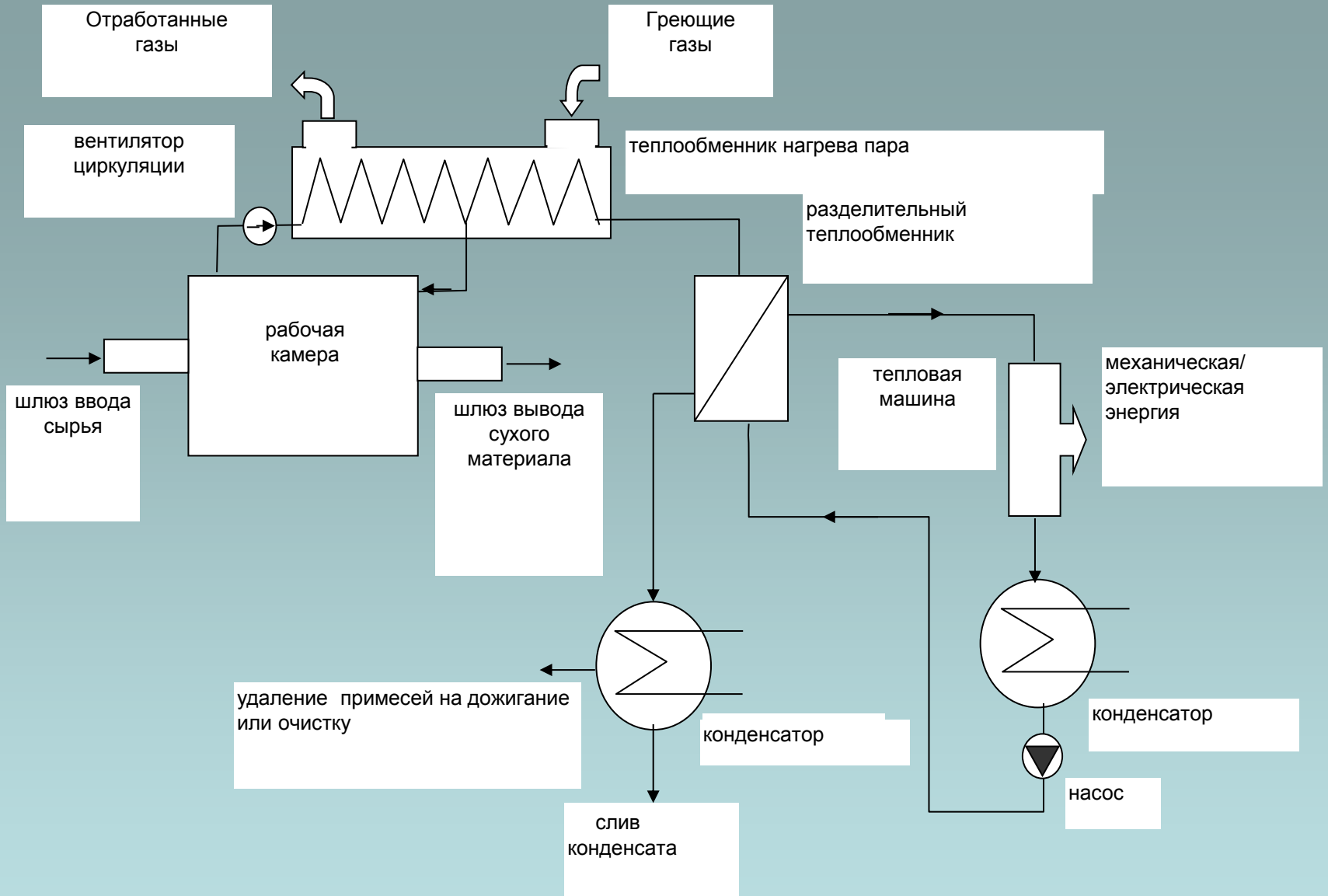


Схема устройства энергосберегающей суши с разделительным теплообменником

Пример сравнения эффективности сушки перегретым паром под давлением с традиционной сушкой

Параметры сравнения:

температура теплоносителя 300°C; давление в камере сушки 0,1 и 1,5 МПа; теплоносители - пар, воздух, продукты сгорания.

Оцениваем теплоотдачу при конвекции по критериальным соотношениям

$$Nu_{f,d} = f(Gr_{f,d}, Pr_f)$$

| Свободная конвекция среда | давление | $Nu_{f,d}$ | α [ккал/м ² час] | ΔT [°C] |
|--------------------------------|----------|------------|------------------------------------|-----------------|
| 1 пар | 1,5 МПа | 363 | 28 | 100 |
| 2 пар | 0,1 МПа | 55 | 4 | 200 |
| 3 воздух, продукты сгорания | 0,1 МПа | 51 | 4 | 200 |
| Обдув поверхности 4 пар | 1,5 МПа | 5489 | - | 100 |
| 5 пар | 0,1 МПа | 608 | - | 200 |
| 6 воздух, продукты сгорания | 0,1 МПа | 557 | - | 200 |

Отношение тепловых потоков для пара и традиционных теплоносителей

Свободная конвекция (1-3) **3,5 : 1 : 1** Обдув поверхности (4-6) **4,5:1:1**

Кратность циркуляции греющего пара по отношению к испаряемой влаге

(при разности температур на входе – выходе сушки 200 К.

Пар – **7:1** Газовые теплоносители – **14:1** Отношение равно **2**

Удельные объемы расхода теплоносителя в сравнении:

Пар 1,5 МПа или выше – другие теплоносители 0,1 МПа : **1:15 и менее**

Обобщенный показатель эффективности 3,5 x 2 x 15 или более

Сравнение энергетических показателей установок утилизации ТБО сжиганием

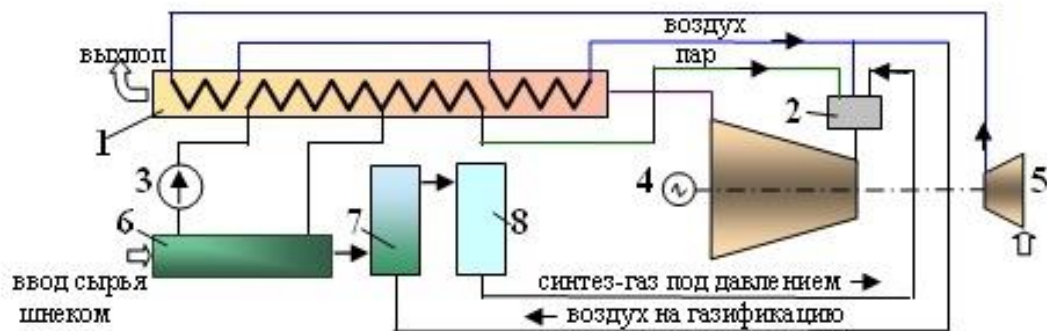
Исходные данные: ТБО влажностью 40%, калорийность 1480 ккал/кг
Современный МСЗ - кпд котла 0,65 ; 1,1 т пара 1,4 МПа на 1 т ТБО
Производство электроэнергии **157 кВтч** , в т.ч. на собственные нужды
Достижение норм Европейской комиссии 1100°C не гарантировано

Установка со сжиганием ТБО после энергосберегающей сушки

Удаление влаги 0,4т. Повышение калорийности до 2867 ккал/кг
Сжигание такого топлива к котле с кпд более 0,8 – 1376 Мкал
Расход тепла на сушку и перегрев пара влаги 0,4 т – 340 Мкал
Производство энергии паром влаги при кпд 25% - **100 кВт-ч**
Тепло для квалифицированного использования 1376-340=**1036 Мкал**
Возможно получить энергию в турбине с кпд более 0,3 = **360 кВт-ч**
ИТОГ суммарная выработка электроэнергии более **460 кВт-ч**,
втрое больше чем на современных **МСЗ**.

При квалифицированном сжигании гарантировано выполнение нормы Европейской комиссии по бездиоксиновому сжиганию ТБО.

ПАРОВАЯ УСТАНОВКА НА ПРОДУКТАХ ГАЗИФИКАЦИИ ВЛАЖНЫХ ТОПЛИВ



Обозначения

1. Теплообменник отбора тепла с выхода газовой турбины
2. Устройство контроля параметров вводимых сред в турбину
3. Побудитель циркуляции перегретого пара в устройстве сушки
4. Турбина с эжекцией пара (с электрогенератором)
5. Компрессор воздуха на газификацию и горение
6. Камера сушки сырья перегретым паром под давлением
7. Шахтный газификатор диспергированного топлива в потоке
8. Устройство пылеочистки с регенерацией тепла газа

Преимущества.

Сушка влажных топлив перегретым паром под давлением позволяет реализовать максимум эффективности газификации горючего органического вещества в синтез-газ, при том, что пар осушаемой массы топлива не балластирует среду газификатора, а под давлением поступает в эжектор газовой турбины для обеспечения парогазового режима работы, увеличивая расход рабочего тела и понижая температуру на входе до допустимого для турбины уровня. Никакая иная технология не позволяет использовать столь эффективно в самых современных аппаратах энергию такого рода возобновляемых источников дешевого и доступного местного сырья.

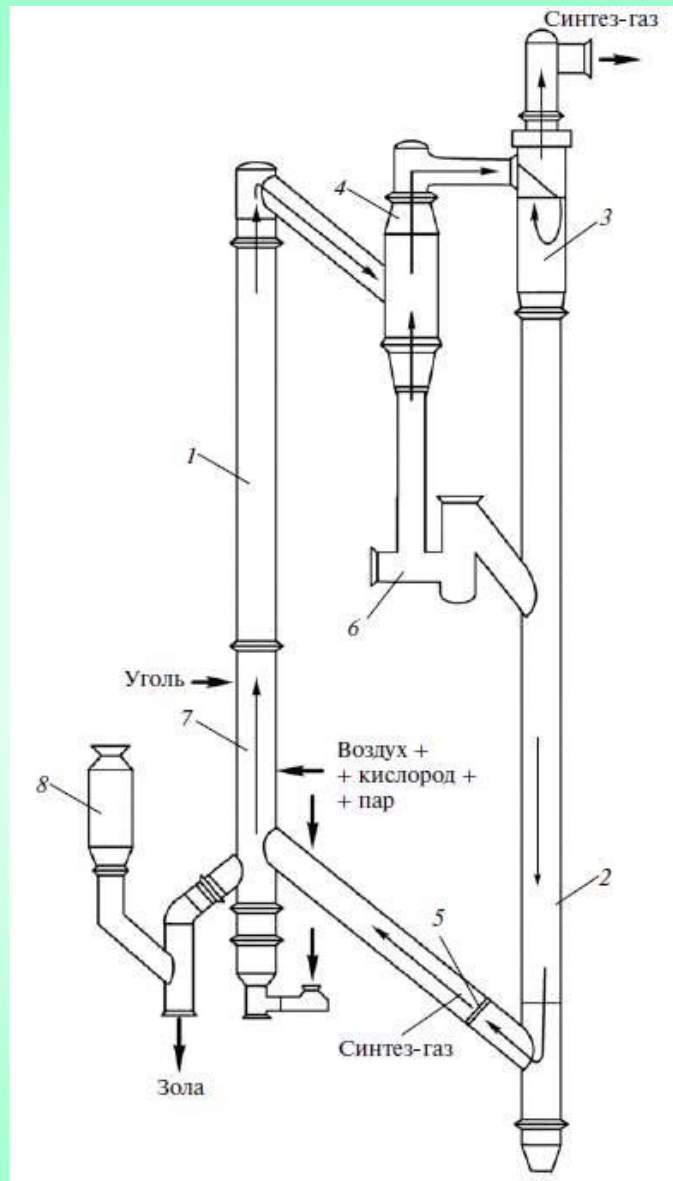


Схема пылеугольного
газификатора с восходящим
потокком

Окислитель – воздух, пар,
кислород

США, конференция по
газификации твердых
топлив, 2013

Развитие и перспективные применения энергосберегающей сушки

