

Влажность	35–55 %
Летучие	70–85 %
Карбонизированный уголь	13–30 %
Низшая теплота сгорания сухого вещества	18,5–22 МДж/кг
Низшая теплота сгорания с учетом влажности	11,5–7,5 МДж/кг
Плотность	
– кора	280–350 кг/м <sup>3</sup>
– опилки	250–320 кг/м <sup>3</sup>
– щепы	230–350 кг/м <sup>3</sup>
– лесные отходы	250–350 кг/м <sup>3</sup>
– фрезерный торф	280–350 кг/м <sup>3</sup>

Размер частиц для всех компонентов составляет 20–50 мм, при максимальном размере отдельных включений до 350 мм.

Состав топливной смеси:

Кора	0–100 объемных %
Опилки (влажные)	< 67 объемных %
Щепы	0–100 объемных %
Лесные отходы	0–100 объемных %
Фрезерный торф	0–67 объемных %

Влажность топливной смеси должна находиться в допустимом диапазоне.

Если использовать топливо, свойства которого выходят за пределы допустимых характеристик, его необходимо смешивать с основным топливом, чтобы обеспечить требуемые свойства.

Допустимые свойства топлива:

Cl	< 0,05 в %
Щелочной индекс	< 0,2 мг/кг сухого топлива

Допустимые свойства золы:

Алюминий	незначительное содержание
Точка деформации золы	> 1160 °С (восстановительная среда)

Теплотворная способность и расход топлива для полной нагрузки:

Теплотворная способность	8,3–10,5 МДж/кг (НТС)
Расход топлива	25–35 м <sup>3</sup> /ч

Таким образом, режимы работы мини-ТЭЦ следует подбирать в соответствии с диаграммой (рисунок 1), а приведенные свойства топлива или топливной смеси обеспечат работу установки в оптимальном режиме.

УДК 621.43.052

## ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЙ ТЕПЛОМАСЛО НАСОС

*Турлович Е.И.*

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор СЕДНИН В.А.

*История изобретения.* Впервые наддув придумал господин Готтлиб Вильгельм Даймлер (Gottlieb Wilhelm Daimler) ещё в 1885 г. Он догадался закачивать воздух в ци-

линдры с помощью нагнетателя. Швейцарский инженер-изобретатель Альфред Бюхи (Alfred J. Büchi) пошёл ещё дальше. В 1905 г. господин Бюхи запатентовал первое в мире устройство нагнетания, а именно он объединил турбину и компрессор на одном валу. Проще говоря, он придумал турбонаддув.

*Принцип работы.* Принцип работы основан на использовании отработавшего газа, который в обычном случае просто выбрасывается в атмосферу, без утилизации его энергии в полезную работу. Смысл наддува – улучшить наполнение рабочего объема воздушной смесью для повышения среднего эффективного давления цикла и, как следствие, мощности путем принудительного увеличения заряда воздуха, поступающего в цилиндры.

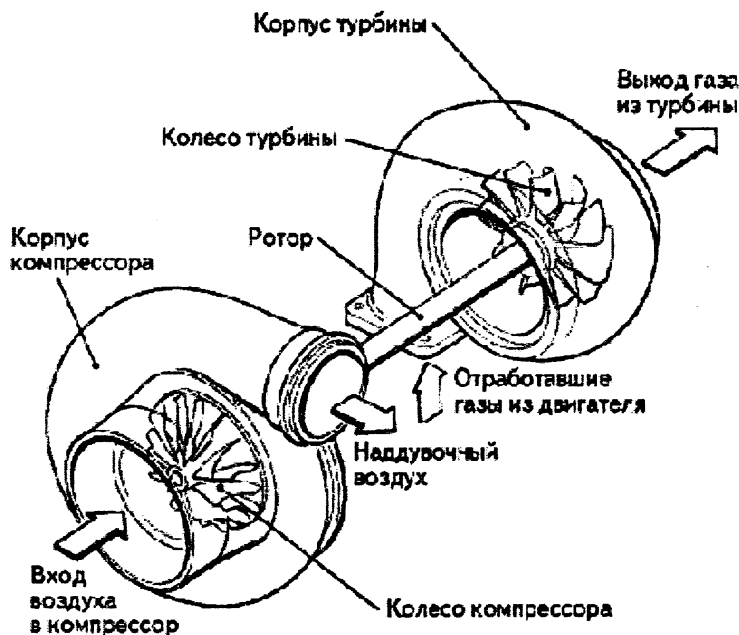


Рис. 1. Устройство турбокомпрессора

Колесо с лопатками называется ротором турбины и посажено на один вал с колесом компрессора. Условно турбонагнетатель можно разделить на две части – ротор и компрессор. Ротор получает вращение от отработавших газов, а соединённый с ним компрессор, нагнетает дополнительный воздух. Вся эта конструкция и называется турбокомпрессор (от латинских слов *turbo* – вихрь и *compressio* – сжатие) или турбонагнетатель.

Всасываемый атмосферный воздух, проходя через турбокомпрессор, сжимается. Вследствие увеличения сжимаемой массы воздуха температура в конце такта сжатия заметно увеличивается. Поэтому в системе предусмотрен промежуточный охладитель наддувочного воздуха (интеркулер), представляющий собой радиатор для охлаждения воздуха. Охлаждение воздуха производится водой, которая, нагретая до требуемой температуры, используется потребителем. Уменьшение температуры воздуха требуется для того, чтобы плотность его не снижалась вследствие нагрева от горячих частей турбины. иначе эффективность всей системы значительно упадёт. Чем больше газов попадет в турбину, тем быстрее она вращается и тем больше поступает дополнительного воздуха, тем выше мощность. Эффективность этого решения заключается в том, что на «обслуживание» наддува тратится немного энергии двигателя. Дело в том, что ротор турбины получает энергию от отработавших газов не за счёт их замедления, а за счёт их охлаждения – после турбины газы идут по-прежнему быстро, но более холодные. Кроме того, затрачиваемая на сжатие воздуха энергия с турбины повышает КПД

двигателя. Да и возможность снять с меньшего рабочего объема большую мощность означает меньшие потери на трение, меньший вес установки в целом.

Схема опытной установки представлена на рисунке 2.

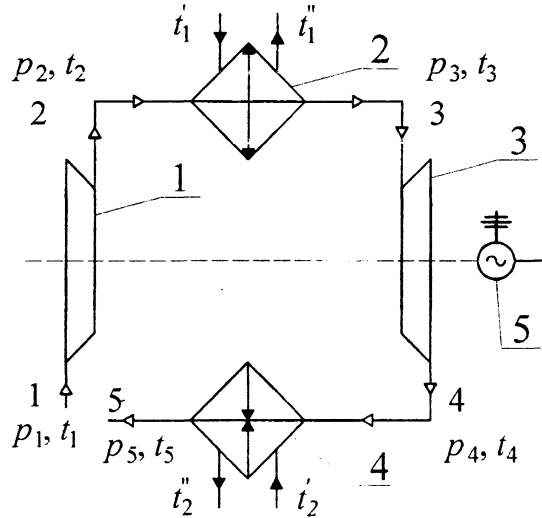


Рис. 2 Схема газодинамического теплового насоса: 1 – турбокомпрессор; 2 – теплообменник 1; 3 – турботурбина; 4 – теплообменник 2; 5 – генератор

Краткое описание процессов (рисунок 3):

- 1–2: Адиабатное сжатие воздуха в турбокомпрессоре от  $p_1, t_1$  до  $p_2, t_2$ ;
- 1–2д: Изоэнтальпное сжатие воздуха в турбокомпрессоре от  $p_1, t_1$  до  $p_2, t_{2д}$ ;
- 2–3: Изобарный процесс нагрева воды за счет охлаждения воздуха от  $p_2, t_2$  до  $p_3, t_3$ ;
- 2д–3: Изобарный процесс нагрева воды за счет охлаждения воздуха от  $p_2, t_{2д}$  до  $p_3, t_3$ ;
- 3–4: Адиабатный процесс расширения воздуха от  $p_3, t_3$  до  $p_4, t_4$ ;
- 3–4д: Изоэнтальпный процесс расширения воздуха от  $p_3, t_3$  до  $p_4, t_{4д}$ ;
- 4–5: Изобарный процесс охлаждения воды за счет нагрева воздуха от  $p_4, t_4$  до  $p_5, t_5$ ;

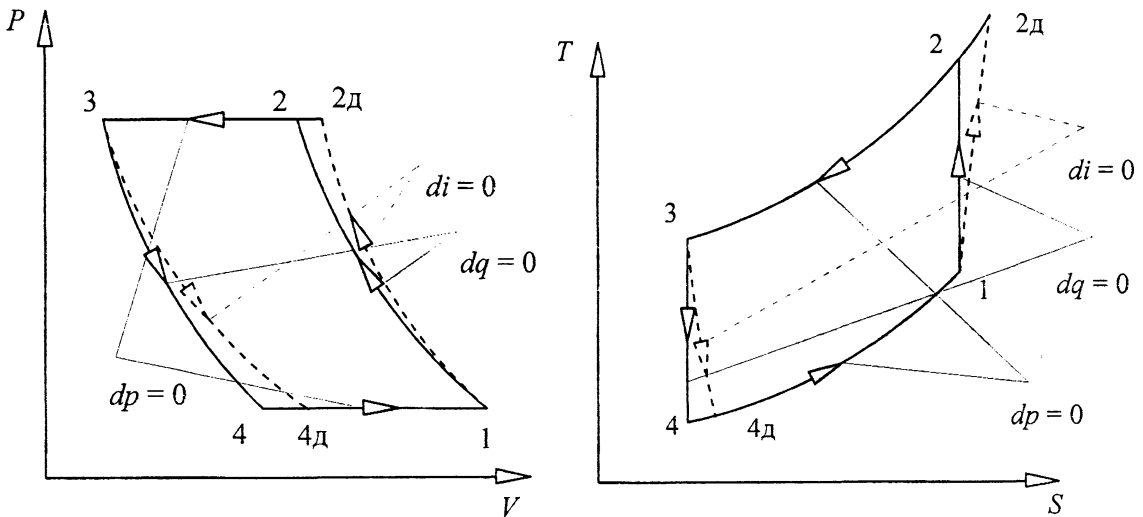


Рис. 3. Процессы, протекающие в установке

– 4д–5: Изобарный процесс охлаждения воды за счет нагрева воздуха от  $p_{4д}$ ,  $t_{4д}$  до  $p_5$ ,  $t_5$ .

Зависимость подведенной энергии и коэффициента использования электроэнергии от КПД турбокомпрессора представлена в таблице 1, а от степени увеличения давления в турбокомпрессоре – в таблице 2.

Таблица 1. Изменение параметров установки от КПД

КПД компрессора, %	60	65	70	75
Подведенная электроэнергия, кВт	108,11	96,81	87,12	78,73
КПД, %	69,35	77,44	86,05	95,23

Таблица 2. Изменение параметров установки от степени увеличения давления

Степень увеличения давления	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
Подведенная электроэнергия, кВт	42,86	71,22	96,81	120,08	141,44
КПД, %	30,19	65,62	77,44	82,83	85,69

### Литература

1. Дизели / Под ред. В.А. Ваншейдта, Н.Н. Иванченко, Л.К. Колеров. – Л.: Машиностроение, 1977.
2. Циннер К. Наддув двигателей внутреннего сгорания. – Л.: Машиностроение, 1978.
3. Хрусталеv Б.М., Несенчук А.П., Романюк В.Н. Техническая термодинамика. Ч. 1. – Минск: УП «Технопринт», 2004.

УДК 620.9

## ГЕНЕРАЦИЯ БИОГАЗА НА ПОЛИГОНАХ ТБО

*Плескач А.В.*

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент ЛОСЮК Ю.А.

Уже в ближайшие 2–3 года не менее 25 % вырабатываемой в стране энергии должно базироваться на местном сырье для обеспечения суверенитета и независимости РБ – задача, которую поставил перед республикой глава государства [1].

По данным Комитета по энергоэффективности Республика Беларусь располагает следующими видами топлива: нефть и попутный газ, торф, горючие сланцы, бурые угли, дрова и отходы древесины. Из возобновляемых источников энергии можно выделить: гидроэнергетические ресурсы, ветроэнергетический потенциал, биомассу, солнечную энергию, геотермальные ресурсы, твердые бытовые отходы [2].

Несомненно, что все источники энергии, которыми располагает республика, не должны оставаться без внимания. В этой связи актуален вопрос применения возобновляемых источников энергии. Без их применения реализация поставленной для государства задачи невыполнима. В Беларуси только начинается установка ветроагрегатов, применение биомассы как источника энергии. Хотелось бы остановить особое внимание на твердых бытовых отходах, т. к. опыт их переработки и применения в качестве источника энергии за рубежом уже велик, а в РБ совершенно не развит. Содержание органического вещества в бытовых отходах составляет 40–75 %, углерода – 35–40 %, зольность – 40–70 %, горючие компоненты в бытовых отходах составляют 50–88 %, теплота сгорания ТБО – 3360–8400 МДж/кг. Так чем же привлекательны ТБО как источник энергии? И что же заставляет мировую энергетику не обходить стороной бытовые отходы? Эффективность данного направления следует оценивать не только по выходу биогаза, но и по экологической составляющей, которая в данной проблеме будет основной.