

ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МОДУЛЕЙ В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ

М. В. Куликова

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель В. В. Бахмутская

Республика Беларусь не располагает в достаточном количестве топливно-энергетическими ресурсами, потому проблема энергосбережения и использования энергоэффективного оборудования является первостепенной и актуальной [1].

Деревообработка – энергоемкая отрасль. Производство качественного пиломатериала требует глубокой переработки древесины и, что особенно важно, качественной сушки пиломатериалов. За всем за этим стоят энергоносители, рациональное использование которых становится все более актуальным в рыночных условиях. Дешевле всего обходится производство тепла с использованием такого биотоплива, как щепы (топливная составляющая 10–15 \$/Гкал), опилки, стружка, кусковая древесина [2].

В данной работе предлагается для выработки электроэнергии использование энергоэффективной установки по циклу Ренкина с органическим рабочим телом, позволяющей утилизировать излишки щепы и отходы деревообработки на заводе древесноволокнистых плит ОАО «Гомельдрев».

ORC-установка – это модульная конструкция, содержащая все необходимые для функционирования установки агрегаты (турбина, генератор, теплообменник, насос рабочего тела, трубопроводы, измерительные приборы, шкаф управления и автоматики и т. д.), смонтированные на общей раме. Модули более 800 кВт размещаются на нескольких рамах.

Цикл Ренкина – это термодинамический цикл преобразования тепла в работу с помощью двухфазного рабочего тела, включающий испарение и конденсацию [3].

Цикл Ренкина осуществляется по следующей схеме:

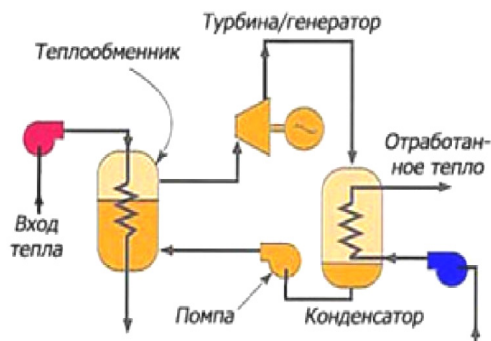


Рис. 1. Схема осуществления цикла Ренкина

Принцип работы цикла: источник тепла нагревает контур с термомаслом, которое, в свою очередь, отдает тепло рабочей жидкости. Органическая жидкость при прохождении по контуру ORC испаряется, заставляя турбину вращаться. Турбина, в свою очередь, соединена с электрогенератором. Тем временем отработанный пар органической жидкости охлаждается сетевой водой, конденсируется и попадает обратно в начало цепи, замыкая цикл.

Преимущества технологии ORC:

- высокий КПД турбины (до 85 %);
- низкая механическая нагрузка на турбину (вследствие малых оборотов);
- отсутствие редуктора между турбиной и генератором (вследствие низкой скорости турбины);
- отсутствие капельной эрозии лопаток турбины (вследствие отсутствия влаги в рабочем паре);
- длительный срок эксплуатации без обслуживания (до 50 тыс. ч).

Процесс-ORC подобен термодинамическому циклу обычной паровой турбины, с той лишь разницей, что в качестве рабочего тела для привода турбины используются органические вещества с высокой молекулярной массой (например, изобутан или силиконовое масло). Различные рабочие тела позволяют эффективно использовать низкотемпературные источники тепла в широком диапазоне мощностей (от нескольких киловатт до 5 МВт электрической мощности в одном модуле) и температур (от 90 до 300 градусов по Цельсию). Правильный выбор рабочего тела очень важен для оптимального функционирования ORC-установки.

Применение ORC-установки позволяет получить более низкие рабочие температуры и относительно высокие рабочие давления в цикле и, соответственно, меньшую частоту вращения турбины. При этом получают приемлемые с технологической точки зрения размеры рабочих колес, относительно высокие значения термического КПД цикла и изоэнтропийного КПД турбины.

Источники энергии (теплоизбытков) для ORC-установок:

1. Выхлоп дымовых газов турбин, дизельных электростанций, котельных станций.
2. Дымовые и технологические газы производственных (сушка, нагрев) процессов.
3. Горячая вода систем охлаждения энергетических установок.
4. Горячая вода геотермальных источников.
5. Биомасса (древесина, торф).
6. Прямое сжигание или пиролиз.
7. Тепло из местных источников топлива (уголь, шахтный метан).

Одним из основных достоинств энергетических установок на основе ORC-модулей является возможность использования низкопотенциальных выбросов промышленных установок (котельные, турбины, дизельные электростанции, печи и т. д.) для производства электроэнергии путем рекуперации тепла. Применение подобной системы на основе ORC-модулей позволяет производить электроэнергию в размере до 20 % от количества теплоты, содержащейся в выхлопных газах.

В зависимости от вида топлива (опил, кора, стружка, подсушенный навоз, лузга, солома, торф и т. д.) подбирается котел, работающий на биотопливе, который в свою очередь стыкуется с ORC-установкой, вырабатывающей электричество и низкопотенциальное тепло ($T = 80^\circ\text{C}$), применяемое для технологических процессов.

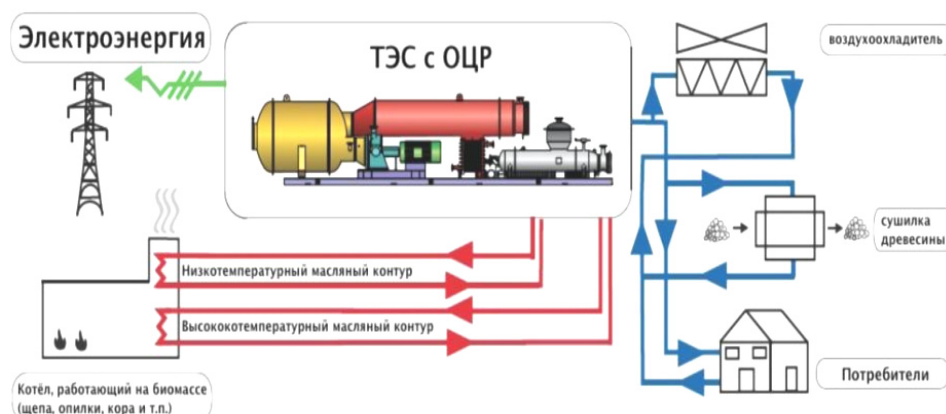


Рис. 2. Схема осуществления технологического процесса работы ТЭС с ОРС-установкой

На заводе МДФ ОАО «Гомельдрев» существует избыточная мощность, которую способна развить теплогенерирующая установка, в размере 14,9 МВт тепловой мощности при установке ОРС-источника установленной мощностью не менее 3,0 МВт.

Технико-экономические показатели внедрения ОРС-установки представлены в таблице.

Технико-экономические показатели внедрения ОРС-установки

Наименование показателей	Единица измерения	Расчет
1. Количество электроэнергии, вырабатываемой энергоустановкой в год	МВт · ч/год	29 · 304,000
2. Годовой расход электроэнергии заводом до реализации инвестиционного проекта	МВт · ч/год	42 · 672,000
3. Годовой расход электроэнергии заводом после реализации инвестиционного проекта	МВт · ч/год	42 · 700,950
4. Затраты на приобретение электроэнергии до реализации инвестиционного проекта (без НДС)	тыс. р.	6 · 789,115
5. Затраты на приобретение электроэнергии после реализации инвестиционного проекта (без НДС)	тыс. р.	4 · 177,316
6. Экономия денежных средств после реализации инвестиционного проекта	тыс. р.	2 · 611,799
7. Общая сметная стоимость строительства в текущих ценах на дату завершения строительства, в том числе:	тыс. р.	21 · 487,923
7.1. Строительно-монтажные работы	тыс. р.	364,789
7.2. Оборудование	тыс. р.	16 · 973,849
7.3. Прочие	тыс. р.	4 · 149,285
8. Расчетная стоимость строительства на 01.06.2019 г. (без учета прогнозных индексов цен в строительстве), в том числе:	тыс. р.	20 · 842,199
8.1. Строительно-монтажные работы	тыс. р.	364,789
8.2. Оборудование	тыс. р.	16 · 973,849

Окончание

Наименование показателей	Единица измерения	Расчет
8.3. Прочие	тыс. р.	3 · 503,561
9. Стоимость вновь вводимых основных производственных фондов в ценах на 01.06.2019 г., в том числе:	тыс. р.	17 · 369,783
9.1. Здания и сооружения	тыс. р.	364,699
9.2. Оборудование	тыс. р.	17 · 005,084
10. Площадь застройки	м ²	645,200
11. Строительный объем	м ³	4 · 452,800
12. Себестоимость выработки электроэнергии	тыс. р.	2 · 045,861
13. Экономия ТЭР	т у. т.	8 · 987,5

Применение на площадях предприятия данной установки позволит своевременно утилизировать излишки щепы, хранящейся на складах, и иметь собственный источник электроэнергии, работающий на собственные нужды. Поскольку данная технология будет осуществляться в рамках общей технологии (как утилизация), она не будет идти в разрез с принципами государственной программы по совершенствованию энергетики, в частности, строительства Белорусской АЭС.

Динамический срок окупаемости проекта составит 6,54 г. Простой срок окупаемости – 4,8 г. Таким образом, данное мероприятие по внедрению ОРС-установки является эффективным и экономически обоснованным.

Литература

1. Об энергосбережении : Закон Республики Беларусь № 239-3 от 08.01.2015 г.
2. Савко, М. Современные пути энергосбережения в деревообрабатывающей отрасли / М. Савко // Энергоэффективность. – 2016. – № 12. – С. 16–17.
3. Турбины органического цикла Ренкина. – 2019. – Режим доступа: <https://www.aquaecology.by/katalog/turbiny-organicheskogo-tsikla-renkina-orc-turbines/>. – Дата доступа: 11.03.2019.