

Ц Б К

Pulp

еллюлоза

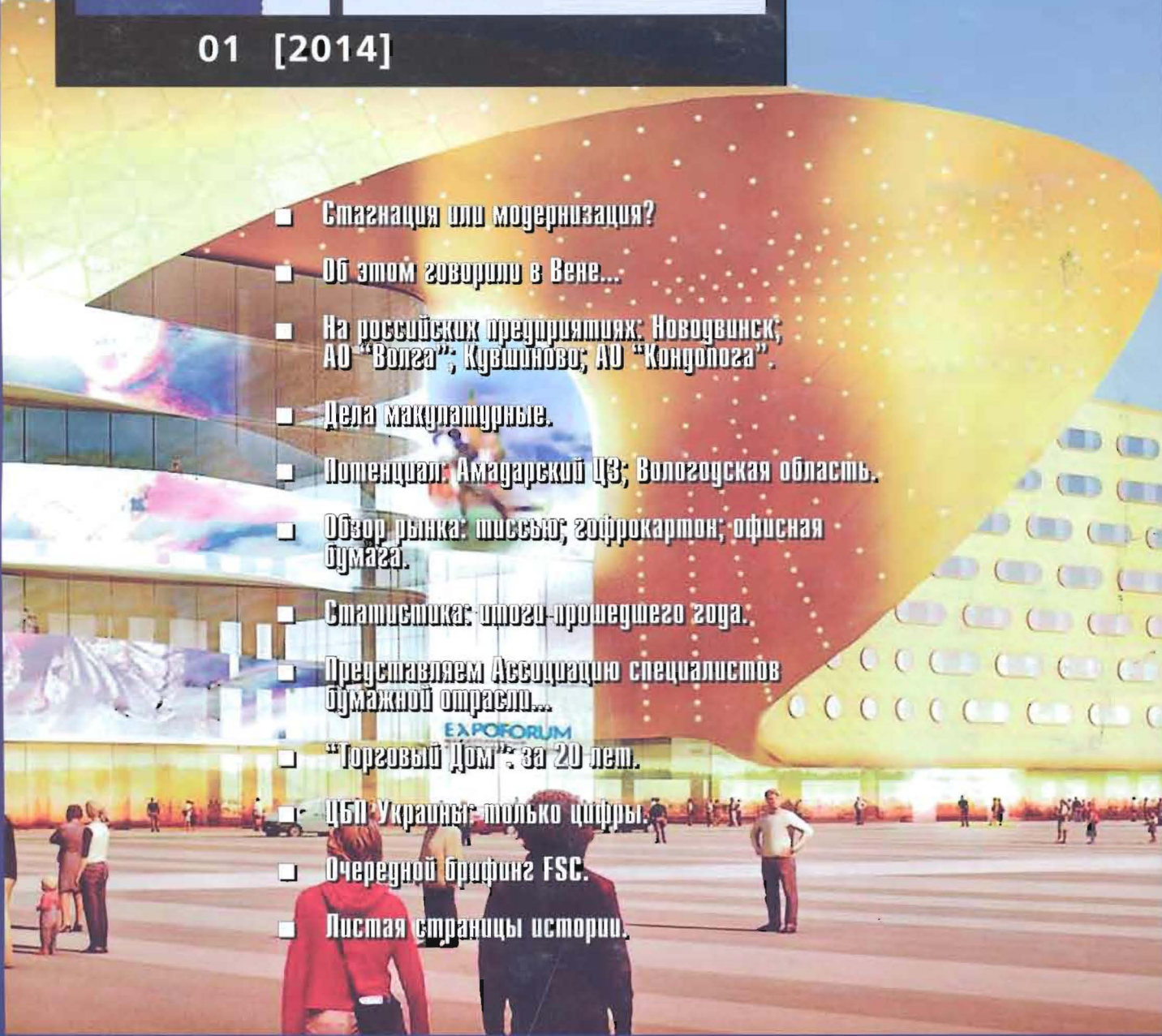
Paper

умага

Board

артон

01 [2014]

- 
- Стагнация или модернизация?
 - Об этом говорили в Вене...
 - На российских предприятиях: Нововинск; АО "Волга"; Кувшиново; АО "Кондопога".
 - Дела макулатурные.
 - Потенциал: Амадарский ЦЗ; Вологодская область.
 - Обзор рынка: тиссью; гофрокартон; офисная бумага.
 - Статистика: итоги прошлого года.
 - Представляем Ассоциацию специалистов бумажной отрасли...
 - "Торговый Дом": за 20 лет.
 - ЦБП Украины: только цифры.
 - Очередной брифинг FSC.
 - Листая страницы истории.

УДК 6 76.621.311.22.003.13 ББК 35.77

Повышение энергоэффективности целлюлозно-бумажного комплекса путем применения паротурбинных установок, работающих на пентане

Е. А. Логинова,
СПб ГТУ РП

В условиях быстрого роста цен на органическое топливо энергосбережение во всех отраслях промышленности остается важнейшим фактором снижения себестоимости производства продукции и повышения ее конкурентной способности. Основные направления энергосбережения:

- использование низкопотенциальной энергии промышленных предприятий;
- создание простых и надежных энергетических установок для производства тепловой и электрической энергии, работающих на местных видах топлива.

Важнейшим направлением Энергетической программы (до 2020 г.), принятой Правительством РФ в 2003 г., является энергосбережение во всех отраслях промышленности. Во-первых, энергосбережение предполагает внедрение новых технологических процессов, в основе которых заложена меньшая энергоемкость по сравнению с существующими технологиями. Во-вторых, – использование низкопотенциальной энергии, которая на современном уровне развития энергетики еще мало применяется. Кроме того,

сброс низкопотенциальной энергии вызывает экологическое загрязнение окружающей среды.

В целлюлозно-бумажной промышленности применяется оборудование, работа которого выверена и отлажена. Но есть оборудование, энергетический потенциал которого можно значительно повысить. В ЦБП используются противодавленческие турбины, имеющие минимальные габариты, простые в эксплуатации, дешевые и не требующие сложного сервиса. Основным недостатком противодавленческих турбин состоит в том, что они могут работать только при наличии тепловой нагрузки. Летом, когда тепловая нагрузка горячего водоснабжения составляет только 15 % от номинальной, турбина не сможет работать, если не будет дополнительной нагрузки, связанной с потреблением пара низких параметров на технологические нужды. В весенне-осенний период, когда температура наружного воздуха большую часть времени далека от расчетной отопительной, турбина несет неполную нагрузку. В результате коэффициент использования установленной мощности в среднем за год может составлять 0,5 и ниже.

В ЦБП утилизация сбросной теплоты с выработкой электрической энергии

на основе низкокипящих рабочих тел позволит снизить затраты предприятия на собственные нужды и улучшить экологическую обстановку.

Совместная работа парового и пентанового контуров может обеспечить коэффициент использования установленной мощности, равный 1, независимо от тепловой нагрузки. Применение пентана в качестве рабочего тела позволяет создать компактную малогабаритную турбину, так как объемный расход пара через последнюю ступень в случае применения пентана уменьшается почти на два порядка. В пентановом контуре отсутствует вакуумная система удаления воздуха из конденсатора со всеми ее эксплуатационными проблемами. Это позволяет создавать конструкции минимальных габаритов из обычных материалов (низкий уровень температур, минимальные окружные скорости и напряжения). Так, если исходить из общепринятых принципов проектирования, то для пропуска в конденсатор 30 тонн водяного пара при указанных выше параметрах потребуются длина рабочей лопатки последней ступени около 350 мм, в то же время для пропуска равного по тепловой мощности массового расхода пентанового пара необходима лопатка длиной менее 50 мм.

В российской энергетике ощущается недостаток опыта проектирования и разработок паротурбинных установок на экологически безопасных низкокипящих рабочих телах. Большая часть информации по проектированию энергоблоков является конфиденциальной по причине интересов компаний, занимающихся их продвижением.

Ниже приведена модель паротурбинной установки с контуром, работающим на низкокипящем рабочем теле (пентане).

Описание процесса. Пар от парового котла с естественной циркуляцией ТП-150 подается на турбину противодавления Р-12-35/5. Часть пара, расширяясь в турбине, поступает на собственные нужды станции и на теплового потребителя (горячее водоснабжение). Другая часть перегретого водяного пара, через охлаждающую установку, направляется в парогенератор пентана, где он является греющим теплоносителем.

Парогенератор состоит из экономайзера и испарителя пентана. В экономайзере пентан в состоянии жидкости подогревается до состояния соответствующего точке кипения посредством получения тепла от греющего теплоносителя. После экономайзера рабочее тело подогревается до состояния сухого насыщенного пара в испарителе.

Из испарителя сухой насыщенный пар пентана поступает через стопорные клапаны в турбину. В турбине пар совершает работу, которая преобразуется в электрическую энергию на зажимах генератора.

После процесса расширения, пар в перегретом состоянии, поступает для последующего охлаждения в регенератор, где подогревает НРТ, идущее в парогенератор. После рабочее тело направляется в воздушный конденсатор, отдавая свое тепло в процессе конденсации охлаждающему воздуху. В состоянии жидкости пентан, посредством сжатия в многоступенчатом насосе, через регенератор идет на вход в экономайзер парогенератора.

Описание тепловой схемы комбинированной установки (КЭУ)

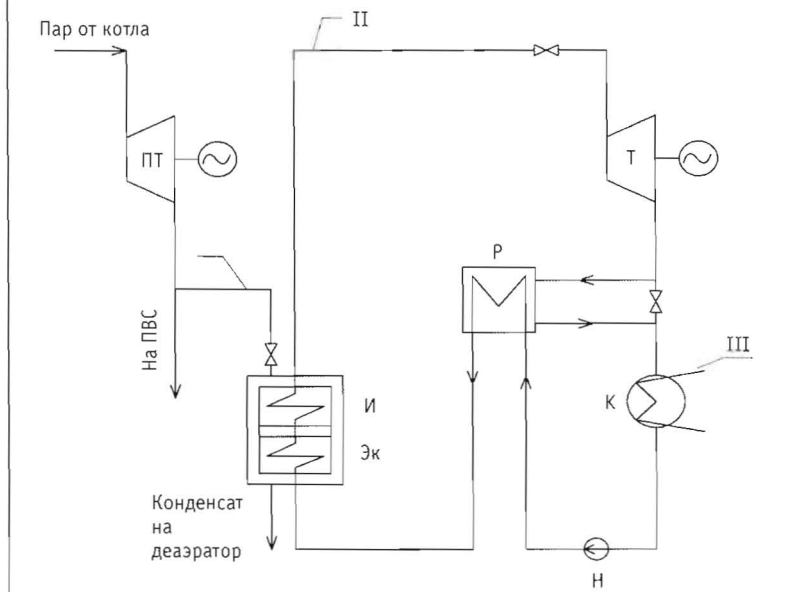


Рис. 1. Принципиальная тепловая схема с регенерацией тепла отработавшего в турбине пара: I — греющий пар с турбины противодавления; II — контур с рабочим телом (пентан); III — охлаждающая среда (воздух); И — испаритель; Эк — экономайзер; Т — пентановая турбина; К — конденсатор; Р — регенератор; Н — насос; ПТ — противодавленческая турбина

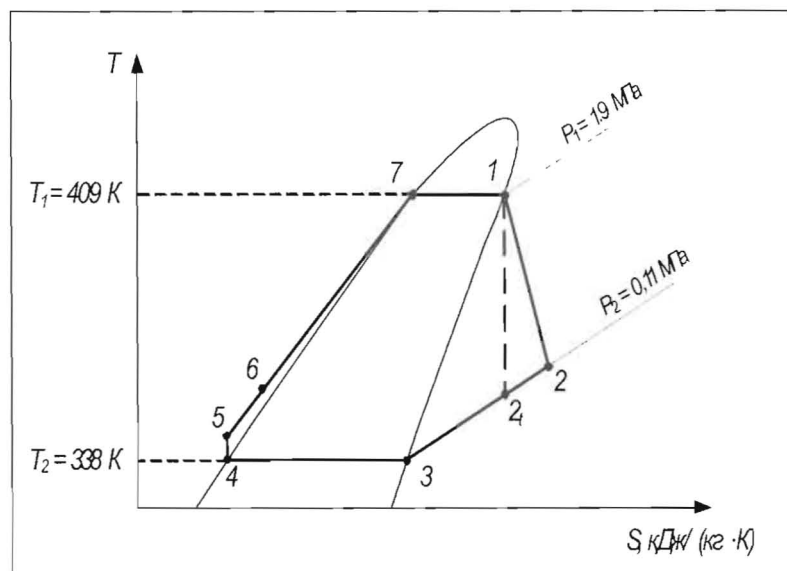


Рис. 2. Схема термодинамического цикла в TS-диаграмме.

Выходными параметрами данной модели являются следующие данные.

В ходе проделанной работы были поставлены и выполнены основные задачи:

1. Исследованы характеристики низкокипящих рабочих тел и создан алгоритм их выбора.

2. Изучен опыт создания и эксплуатации тепловых электрических станций с низкокипящим рабочим телом.

3. Разработаны рекомендации по выбору параметров тепловых циклов на низкокипящем рабочем теле.

4. Произведена оценка целесообразности применения различных тепловых схем.

5. Подтверждена техническая и экономическая целесообразность применения низкокипящего рабочего тела на тепловой электрической станции.

При создании комбинированной установки, состоящей из противоаварийной турбины и пентанового контура, годовая выработка электроэнергии увеличивается. Это происходит за счет того, что даже в периоды отсутствия тепловых нагрузок противоаварийная турбина работает на номинальной мощности, и, кроме того, в эти периоды электроэнергия дополнительно вырабатывается в пентановом контуре.

В статье использована информация из электронного журнала энергосервисной компании «**Экологические системы**» № 2, февраль 2006. **Гринман М. И.** к. т. н., **Фомин В. А.** к. т. н. ООО «Комтек-Инжиниринг».

Основные технико-экономические показатели

Показатели	Значение показателей по вариантам		Отклонения
	базовому	проектному	
Основные технические (теплоэнергетические) показатели			
Электрический КПД по отпуску электроэнергии, %	39,93	45,94	+ 4,24
Число годового времени использования установленной мощности, ч	2 403	2 994	+ 591
Годовой объем отпуска электроэнергии, тыс. кВт·ч/год	67 169,9	88 573,8	+ 21 403,9
Общая стоимость строительства (включая НДС), тыс. руб., в том числе	-	50 630,6	-
Оборудование, тыс. руб	-	26 163	-
СМР, тыс. руб.	-	10 988,5	-
Продолжительность строительства, мес	-	12	-
Полная инвестиционная стоимость проекта, включая минимальную потребность в оборотных средствах, тыс. руб.	-	55 693,7	-
Годовые эксплуатационные расходы, тыс. руб., из них в том числе:	-	11 746	-
расход топлива, тыс. м³	-	2 270	-
издержки на топливо, тыс. руб.	-	7 624,5	-
расход воды, тыс. м³	-	182	-
издержки на тех. воду, тыс. руб.	-	982	-
издержки на текущий ремонт, тыс. руб.	-	2 616,3	-
издержки на содержание и эксплуатацию оборудования	-	523,3	-
Экономический эффект проекта, тыс. руб./год	-	35 530,4	-
Чистая прибыль (значение на нормальный хозяйственный год , тыс. руб.	-	18 272,4	-
Простой срок окупаемости инвестиций (с момента начала инвестирования), лет	-	3,47	-
Рентабельность, %	-	40,51	-

Обесцвечивание макулатурной массы

Патентуется усовершенствованная технология производства обесцвеченной макулатурной массы из газетной и книжно-журнальной макулатуры.

Для эффективного удаления из массы частиц печатной краски и других загрязнений в нейтральной среде используются химикаты, которые содержат гидрофильные минеральные вещества, не ионные поверхностно-активные компоненты и жирные кислоты.

Обеспечено получение макулатурной массы с высокой белизной и сокращение расхода щелочи.

US Patent № 8287690 B2. 16.10.12.