



Рис. 3. Зависимость расхода топлива на сушку и снижение расхода топлива в котлоагрегате от конечной влажности топлива

Из рисунка видно, что линия расхода топлива на сушку (сплошная линия) является «границей эффективности» сушки. Сушка является эффективной в случае, когда снижение расхода топлива больше расхода топлива на сушку. Например, для тепловой нагрузки 4 МВт, целесообразно производить сушку древесного топлива до уровня примерно 23 %, для 3 МВт – 32 %. В то время как для тепловой нагрузки 1,6 МВт сушка вообще не целесообразна.

#### Список использованных источников:

1. Оценка теплотехнических характеристик отходов деревообрабатывающей промышленности в качестве энергетического топлива // Энергетики и металлургии настоящему и будущему России: материалы 16-й Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и специалистов / под общ. ред. Е. Б. Агапитова. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2015. С. 155-161.
2. Никитин Н. И. Химия древесины и целлюлозы, Москва-Ленинград, АН СССР, Институт высокомолекулярных соединений. 1962. 711 с.
3. Лыков А. В. Теория сушки. М. : Энергия, 1968. 472 с.

УДК 620.9

Федорова Ю. С., Турушкина Н. Ю., Микула В. А.  
Уральский федеральный университет  
julik10950@mail.ru

## МИНИ-ТЭС ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ И БЫТОВЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

**Аннотация.** В работе рассмотрены преимущества малой распределенной энергетики перед «большой» энергетикой – ТЭС. Так же были проанализированы тенденции развития производства тепловой энергии в России, перспективы

использования мини-ТЭС. Кроме того в тексте перечислены типы энергоустановок для мини-ТЭС с краткой характеристикой каждой.

В «большой» энергетике ТЭС (тепловые электрические станции) по электрической мощности подразделяются на: крупные – более 1000 МВт; средние – от 100 до 1000 МВт; мелкие – менее 100 МВт. В течение последних 10-лет растет спрос на мини-ТЭС, электрическая мощность ориентировочно менее 10 МВт, указанная ниша соответствует потребностям промышленного предприятия или системы ЖКХ небольшого города. Естественно, что данные объекты потребляют не только электрическую, но и тепловую энергию.

Производство тепловой и электрической энергии может производиться отдельно (тепловая энергия производится на котельных, а электрическая на ТЭС) и комбинированно (оба энергоресурса производятся на ТЭС), при втором способе суммарные затраты на топливо будут ниже, а эти затраты составляют ~70 % от общих затрат на производство. Таким образом, комбинированная выработка тепловой и электрической энергий является более эффективной, чем раздельная, приоритет комбинированной выработки предусматривает и закон № 190-ФЗ «О теплоснабжении».

Практика развития источников тепловой энергии в России за последние 25 лет показала противоположную тенденцию, отпуск тепловой энергии от ТЭС (объекта, где происходит комбинированная выработка) снизился на 260 млн. Гкал/год, произошло это, в основном, по двум причинам:

1. Снижение теплового потребления промышленными предприятиями (за счет сокращения площадей используемых производственных цехов и отказа от пара на технологические нужды).

2. Замещение тепловой нагрузки ТЭС котельными - «котельнизация». Происходил этот процесс за счет деления более крупной системы теплоснабжения (крупного промышленного предприятия) на более мелкие (новые предприятия, размещающиеся в отдельных цехах старого) и новые предприятия устанавливали собственные котельные.

Можно выделить следующие основные факторы вызвавшие «котельнизацию»:

1. Нерыночный механизм формирования тарифа на тепловую энергию.
2. Ограниченность средств на инвестиции.
3. Трудности по выполнению требований по согласованию работы электрогенерирующей установки с внешней электросетью.

Как известно, ТЭС с комбинированной выработкой тепловой и электрической энергий в первую очередь подбирается по тепловой мощности. Суммарное теплотребления складывается из потребления следующих систем: отопления, вентиляции, горячее водоснабжение (ГВС) и технологические нужды.

Потребление на нужды ГВС практически неизменно в течение всего года. Расход теплоты на нужды отопления и вентиляции осуществляется только в течение отопительного сезона (для Екатеринбурга – 230 дней в году, сейчас 221 день) и зависит от температуры наружного воздуха. Поэтому график теплотребления на эти нужды имеет пиковый характер с минимумом в начале и конце

отопительного сезона, а максимумом в наиболее холодную пятидневку (для Екатеринбурга при температуре наружного воздуха  $-35^{\circ}\text{C}$ , в настоящее время  $-35^{\circ}\text{C}$ ). Характер и уровень потребления на технологические нужды зависит от специфики конкретного предприятия.

Срок окупаемости мини-ТЭС будет зависеть от принятой доли максимального теплопотребления конкретного объекта энергообеспечения.

В «большой» энергетике приемлемым уровнем тепловой нагрузки покрываемой комбинированной выработкой считается  $\sim 60\%$  от максимального теплопотребления. Понятно, что при этом ухудшаются экономические показатели проекта, но можно покрывать больший объем потребностей объекта в электрической энергии от собственного источника и заместить большую долю тепловой энергии производимой котельными.

Для покрытия выбранной для объекта тепловой мощности можно использовать три типа энергоустановок для мини-ТЭС: паротурбинную установку (ПТУ), газотурбинную установку (ГТУ) и газопоршневую установку (ГПУ), краткие характеристики для них представлены в таблице.

Краткие характеристики энергоустановок

Показатель	ПТУ	ГТУ	ГПУ
1. Электрический коэффициент полезного действия, %	20-30	30-35	40-50
2. Удельные капитальные затраты, \$/кВт (установленной электрической мощности)	1200-1500	600-800	1500-1800
3. Срок эксплуатации, тыс.ч	250-400	100	60
4. Время выхода на стационарный режим	1-2 ч	5-20 мин	<1 мин.

Выбор оптимальной мини-ТЭС определяется всесторонними экономическими расчетами, но можно выделить наиболее вероятные сценарии выбора каждого типа энергоустановок.

ПТУ:

1. На предприятии требуется пар на технологические нужды.
2. Длительный срок использования энергоустановки – не менее 20 лет.
3. Стационарное расположение энергоустановки на весь срок эксплуатации.

ГТУ:

1. Ограниченность средств на инвестиции в проект. ГТУ имеет самые низкие удельные капитальные затраты.
2. Спрос на производимые энергоресурсы не менее  $\sim 10$  лет

ГПУ:

1. В потребностях предприятия преобладает электроэнергия над тепловой энергией. Поскольку ГПУ имеет наиболее высокий электрический КПД, то соотношение отпуска электрической и тепловой энергий будет  $\sim 2:1$ , а на ПТУ  $1:2$ .

2. Относительно низкая квалификация доступных трудовых ресурсов. Спрос на производимые энергоресурсы не менее  $\sim 5$  лет.

3. Наиболее жесткие требования к бесперебойности электроснабжения. ГПУ имеет минимальное время выхода на стационарный режим для некоторых объектов это очень важно, например, на одном из предприятий, где мы проводили обследование, прекращение электроснабжения на 2 часа привело к убыткам в десятки миллионов рублей (пришлось затратить продолжительное время для запуска дорогостоящего высокотехнологического оборудования).

#### Список использованных источников

1. Основы современной малой энергетики / Э. П. Гужулев Омск: Издательство ОмГТУ, 2006, 440 с.
2. Тепловые электрические станции / В. Д. Буров, Е. В. Дорохов, Д. П. Елизаров, М. : Издательский дом МЭИ, 2009. 466 с.
3. Неоцененная и непризнанная «малая» энергетика / А. А. Салихов, М. : Новости теплоснабжения. 2009. 176 с.

УДК 621.472

Хайретдинова Л. Р., Денисов К. С., Велькин В. И.  
Уральский федеральный университет  
liana\_haredinova@mail.ru

## **ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МАЛОМЕРНОГО ВОДНОГО ТРАНСПОРТА (НА ПРИМЕРЕ МОТОРНОЙ ЛОДКИ)**

**Аннотация.** В работе представлено описание фотоэлектрической системы для электроснабжения мотора на основе фотоэлектрической панели, выбрано основное и вспомогательное оборудование. Произведена компоновка системы и монтаж системы. Проведён технико-экономический анализ системы с целью обоснования выбранного состава оборудования.

Широкое использование органических видов топлив и загрязнение окружающей среды приводят к необходимости поиска новых способов энергоснабжения маломерного водного транспорта. С другой стороны, законодательство ужесточает требования по сокращению вредных выбросов с отработавшими газами.

Маломерный водный транспорт может решить проблемы, связанные с загрязнением воздуха, в частности, благодаря использованию инновационных систем привода. Новые способы энергоснабжения двигателей все более ориентированы на электрификацию, что позволяет снизить выбросы вредных веществ.

Электрические двигатели, по сравнению с бензиновыми, обладают целым рядом преимуществ, основными из которых являются:

- экологичность;
- отсутствие топлива, моторных масел;