

5. Тарасевич Б. Н., ИК-спектры основных классов органических соединений. Справочные материалы. М., МГУ имени М. В. Ломоносова, 2012 – 54 с..
6. Сильверстейн Р., Вебстерн Ф., Кимл Д., Спектрометрическая идентификация органических соединений. М, БИНОМ, лаборатория знаний, 2012 – 558с..
7. Kannay K. Decomposition of polyurethane foams by alkanolamines / K. Kanaya, S. Takahashi // Journal of Polymer Science. -1994. -V. 51- №4 – P. 675-682.
8. Xue S. Preparation of epoxy hardeners from waste rigid polyurethane foam and their application / S Xue, M. Omoto, T. Hidai, Y Imai // Journal of Polymer Science/ - 1995. – V. 56. -№2. –P. 127-134.
9. Mukaiyama T. On the thermal dissociation of organic compounds. XI. The effects of the substituents on the thermal dissociation of urethanes in amine solvent / T. Mukaiyama, M. Iwanami // J. Am. Chem. Soc. – 1957. –V. 79. -№1. – P. 73-76.
10. Zia K.M. Methods for polyurethane and polyurethane composites, recycling and recovery: A review / K.M. Zia, H.N. Bhatti, I.A. Bhatti // Reactive & Functional Polymers.- 2007.-V. 67.-№8.-P. 675-692.
11. Вторичная переработка пластмасс: Пер. с англ. под ред. Заикова Г.Е.-С.-П.: Профессия, 2006.-400 с.
12. Дис. Бакирова И.Н. Получение, свойства и применение продуктов химической деструкции сетчатых полиуретанов: дис. док. хим. наук: 02.00.06 : защищена и утверждена 2004 / Бакирова Индира Наильевна. Казань, 2004г – 311с.
13. Балакин В.М. Азотфосфорсодержащие огнезащитные составы на основе продуктов аминолиза полиуретанов /В.М. Балакин, Д.Ш. Гарифуллин, С.В. Ислентьев // М. Пожаровзрывобезопасность – 2011. – №8. с.13–15.

**УДК 614.8: 662.63 + 001.2**

**Гамрекели М.Н., Пургина П.С.**

*(УГЛТУ, г, Екатеринбург, РФ), gamrekely@mail.ru*

**ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И УСЛОВИЯ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ  
АВТОНОМНЫХ МИНИ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ (ТЭС)  
ДЛЯ ЛЕСНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

Выполнено сравнение показателей надежности и экологической безопасности оборудования для автономной мини теплоэлектростанций (ТЭС) на древесном топливе и сделан выбор оптимального варианта. Определены требования по организации безопасного обслуживания автономных мини ТЭС.

Основные топливные ресурсы сосредоточены на удаленных лесных территориях.

Проведение рубок ухода, очистка больших площадей от погибшего леса практически не осуществляется ввиду огромных затрат на осуществление этих мероприятий.

Экономическая целесообразность для выполнения этих работ может возникнуть в том случае, если низкосортную древесину использовать в качестве топлива на мобильных мини ТЭС, а производимую электроэнергию направлять в централизованные электрические сети.

Такой подход позволит помимо ожидаемого большого экономического эффекта за счет реализации дешевой электроэнергии одновременно восстанавливать лес, повышать его продуктивность.

### *1. Требование автономности, предъявляемые к источникам электроснабжения удаленных поселений на лесных территориях*

Для автономных ТЭС, расположенных вдали от потребителей тепловой энергии, используемое теплоэнергетическое оборудование, применяемое оборудование при получении теплоносителя для привода электрогенератора должно удовлетворять следующим требованиям:

1. В качестве топлива должна применяться низкосортная древесина (в том числе ветви, кора, пни, корни) с влажностью до 100%.

2. Работа ТЭС должна отвечать всем требованиям экологической безопасности, причем, образующиеся отходы при производстве теплоносителя для генератора не должны усложнять работу основного оборудования и создавать проблем для их утилизации.

3. Привод электрогенератора должен обладать высокой надежностью и максимальным коэффициентом полезного действия по превращению тепловой энергии в электрическую.

4. Оборудование мини ТЭС должно быть выполнено в виде транспортируемых модулей с возможностью быстрого демонтажа и перемещения на новую территорию.

5. Оборудование должно производиться на отечественных предприятиях и отвечать самым высоким мировым требованиям.

С этих позиций был выполнен анализ отечественного оборудования с использованием низкосортной влажной древесины в качестве топлива.

### *2. Сравнение показателей надежности и экологической безопасности оборудования для мини ТЭС и выбор оптимального варианта*

Автономные мини ТЭС, которые предназначены для утилизации низкосортной древесины при осуществлении рубок ухода на лесных массивах, на участках погибшего леса с передачей производимой электроэнергии в электрические сети, могут быть расположены на территориях, удаленных на несколько десятков и сотен километров от больших населенных пунктов.

Поэтому при выборе энергетического оборудования для автономных теплоэлектростанций следует руководствоваться, как требованиями максимального перевода энергии древесного топлива в электроэнергию, так и показателями надежности.

Существует несколько видов получения горючего газа методами газификации, которые используют пиролиз древесины. Их промышленная реализация представляет собой достаточно сложный дорогостоящий процесс с более сложной технологией и применяемым оборудованием. Необходимо также для поддержания процесса пиролиза иметь дополнительный источник тепла, для чего сжигают часть генерируемого газа, что усложняет газогенерирующую установку и снижает термический К.П.Д.

Кроме того, получаемый горючий газ содержит примеси и пиролизные смолы. Газ необходимо тщательно очищать при получении из него жидкого топлива или перед подачей в двигатель внутреннего сгорания (ДВС), который применяют в качестве привода электрогенератора.

Поэтому установки для получения пиролизного газа целесообразно применять с целью получения жидкого топлива или для привода ДВС.

Следует отметить также, что установки для получения пиролизного газа не соответствуют требованиям пунктов 1 и 2 требований автономности.

Применение низкосортной древесины приводит к увеличению образования смолистых отходов.

Поэтому для автономных ТЭС, расположенных на удаленных лесных территориях с тотальным использованием низкосортной древесины, этот фактор очень важен, поскольку отходы должны быть утилизированы экологически безопасным способом.

Наиболее целесообразно для автономных ТЭС применять простое сжигание с получением дымовых газов и древесной золы, которая является ценным удобрением и общепризнанным коммерческим продуктом

В таблице 1 приведена техническая характеристика отечественного теплогенерирующего оборудования с применением древесного топлива.

Таблица 1

Характеристика отечественного теплогенерирующего оборудования

Наименование, мощность установки и поставщик	Топливо	Состав установки	Технологические и конструктивные особенности процесса и установки
Газогенератор МГГ-1-500, поставщик ТЕХНОКОМПЛЕКС Тепловая мощность до 500 кВт	Отходы древесины, торф, птичий помёт. Влажность топлива до 45%	Газогенератор, шнековый питатель, бункер для сырья, охладитель, газодувка, воздуходувка, электрофильтр, скруббер, каплеуловитель, паросборник, отстойник, фильтр	Непрерывная подача сырья в аппарат. Автоматическое удаление золы через герметичный затвор. Утилизация тела за счет пароводяной рубашки
Дизель-генераторная установка (мини-ТЭС). «Дальневосточное агентство содействия инновациям» Мощность по заказу	Органические отходы	Газогенератор, охладитель газа, фильтр генераторного газа, дизель-генератор	Пиролиз, получение генераторного газа
Вихревые газогенераторы Поставщик ТЕРМОТЕХ Тепловая мощность 0,125 – 3,0 МВт	Чурки, стружка щепа, кора, опилки любой влажности	Газогенератор, бункер, система очистки	Выработки газа для дизеля мощностью 200 кВт. Температура процесса 1000-1200 °С. К.П.Д. газогенератора 0,9-0,95.
Газогенераторный реактор-ООО "Русский реактор" Мощность электрогенератора 22 – 60 кВт	Отходы древесины. Влажность до 50%	Измельчитель и сушилка щепы, газодувка с осушителем газа, газогенератор.	Предварительная сушка сырья от 50% до 10...12% отходящими газами ДВС и при сжигании части получаемого генераторного газа.
Топка КСОМОД Поставщик «Промышленная группа СТЭК» Мощность по заказу.	Разносортица: крупные куски, стружка, щепа, кора, опилки. Влажность до 100%	Топка с острым дутьем воздуха и аккумуляцией тепловой энергии топлива подсушки топлива	Температура в зоне горения выше 850 °С.

Поставщиками импортного газогенераторного оборудования в России являются также следующие компании «Weishaupt» (Германия), «Kunshar+Sluter», «Ariterm Oy» (Финляндия), ТОО «Энерготехнология» (Россия, г. Санкт-Петербург).

Из перечисленных в табл.1 установок хорошо зарекомендовала топка ТКСОМОД благодаря своей всеядности, надежной работе, полноте сгорания высоковлажного топлива и широкому диапазону генерируемой тепловой мощности.

«Промышленная группа СТЭК» может поставить оборудование для ТЭС с электрической мощностью 2 МВт и тепловой мощностью 0,5 МВт, укомплектованной отечественными паровыми котлами КЕ-6,5-14-390 и паровой турбиной PARSONS, выпускаемой по лицензии на отечественных предприятиях.

Турбина имеет очень высокие технико-экономические показатели. Для автономной ТЭС особо важно отметить, что турбина имеет неограниченный срок службы, а для ее запуска не требуется источник электрической энергии.

Таким образом, в представленной комплектации оборудование соответствует пунктам 3 и 4 требований автономности ТЭС.

### *3. Организация заготовки древесины и подготовки древесного топлива*

Бесперебойное снабжение ТЭС древесным топливом можно осуществлять двумя способами:

1. Поставкой древесины расположенными вблизи лесозаготовительными предприятиями.

2. Заготовкой древесины бригадой при ТЭС, которая занимается также подготовкой древесного топлива перед подачей в топку.

Для заготовки древесины и подготовки топливной щепы работниками ТЭС можно применить оборудование белорусских заводов:

– форвардер МЛ–131 или погрузочно-транспортную машину МПТ-461.1, самоходную передвижную барабанную рубильную машину НЕМ 561 R и автощеповоз МАЗ-543302-222 + САТ-105. Этот комплекс может обеспечить заготовку древесины и подготовку щепы в объеме до 30 тыс. м<sup>3</sup> в год для автономной ТЭС с общей мощностью по электрической и тепловой энергии 2,5 МВт.

Для организации заготовки древесины и подготовки топливной щепы для мини ТЭС разной мощности может быть использован и другие наборы машин [1].

### *4. Требования по безопасному обслуживанию автономных мини ТЭС*

В основу мер безопасной эксплуатации мини ТЭС положены нормативные требования [2], которые предусматривают использование комплекса организационных и профилактических мер, включая:

– приобретение обслуживающим персоналом профессиональных знаний и навыков;  
– соблюдение мер безопасности при выполнении грузоподъемных работ, штабелировании древесины и рубке щепы;

– соблюдение регламента обслуживания системы водоснабжения и подготовки воды для паровых котлов;

– выполнение общих требований по соблюдению мер безопасности;

– выполнение требований пожарной безопасности при подготовке топлива, эксплуатации и обслуживании оборудования мини ТЭС.

Для автономной ТЭС необходимо соблюдать следующие условия обеспечения пожарной безопасности объекта:

1. Месторасположение ТЭС и рельеф местности должны в максимальной мере

снизить риск распространения лесных пожаров на ее территорию.

2. Между ТЭС и лесными массивом необходимо создать разрывы, в достаточной степени препятствующие переброске огня.

3. Заготовленную древесину следует хранить в штабелях на специальной площадке, а щепу готовить непосредственно перед подачей в топку.

## Литература

1. Ледницкий А.В., Федоренчик А.С. Сравнительная экономическая эффективность способов подготовки топливной древесины для мини теплоэлектростанций в зависимости от их мощности и условий заготовки сырья // Сб. трудов VI международного евразийского симпозиума «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века» – г. Екатеринбург: УГЛТУ, 2011.– С.24-29.

2. Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей. РД 34.03.201-97 (издание с дополнениями и изменениями по состоянию на 03.04.2000 г.). Правила введены в действие с 15.10.97– М. Изд-во НЦ ЭНАС, 2003.

УДК 676.2.053:628.5172

**В.Н. Старжинский, А.В. Зинин, С.В. Совина**  
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) [vns@usfeu.ru](mailto:vns@usfeu.ru)

## К ВОПРОСУ ШУМООБРАЗОВАНИЯ ПРИ РАБОТЕ УЗЛА ПОПЕРЕЧНОГО ЛИНОВАНИЯ БУМАГИ В ТЕТРАДНЫХ АГРЕГАТАХ

*Получены результаты, позволяющие на стадии проектирования линий по производству тетрадей проанализировать ожидаемые уровни звуковой мощности, которые будут создаваться линовальными секциями, и предусматривать соответствующие акустические мероприятия по снижению шума на рабочих местах.*

На целлюлозно-бумажных предприятиях производство тетрадей является одним из наиболее шумных [1].

Уровни звука на рабочих местах превышают предельно допустимые уровни на 10-18 дБА.

Среди оборудования цехов по производству тетрадей наиболее шумными являются собственно линии по производству тетрадей. Самые высокие уровни звука зарегистрированы на рабочем месте оператора линовальной секции – 97...103 дБА. Фальцаппараты, узлы для подрезки тетрадей и лагенов создают на рабочих местах эквивалентный уровень 90 ... 94 дБА и уровень звуковых импульсов до 105 дБ.

В линовальной секции основными источниками шума являются [2]:

- узлы для поперечного линования бумаги,
- механизм поперечной резки бумаги,
- колебания бумажного полотна,
- привод,
- вентилятор для отсоса кромок бумажного полотна.