



V МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
Минск, 20 октября 2011 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ



ЭКОЛОГИЯ ГОРОДА

КОМПЛЕКС УСЛУГ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ



ОДО «Экология города» предлагает услуги по вывозу промышленных и строительных отходов (вывоз коробками по 10 м³, возможна установка на территории предприятия), крупногабаритного мусора, изношенных шин, по сбору и передаче на переработку отработанных масел.



ПРОИЗВОДСТВО И ПРОДАЖА:

Контейнеры для сбора отходов 0,75 м³
Контейнеры для сбора вторичного сырья 1,1 м²
Урны, скамейки, оборудование для благоустройства
Детские игровые и спортивные комплексы
Биотуалеты, ящики металлические для песка
и другие малые архитектурные формы



www.ecocity.by

220024, г. Минск, ул. Бабушкина, 14
Тел./факс: (017) 291-80-18, 291-82-49
e-mail: Natalia.ecocity@mail.ru

Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь

Научно-исследовательское и проектно-производственное
республиканское унитарное предприятие «Институт НИИСМ»

Республиканское унитарное предприятие
«Редакция журнала «Архитектура и Строительство»



V Международная научно-техническая конференция

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ
ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
АЛЬТЕРНАТИВНЫХ
ВИДОВ ТОПЛИВА
В СТРОИТЕЛЬНОМ КОМПЛЕКСЕ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Сборник докладов

Минск
2011

Редакционная коллегия:

А.В. Вавилов, д-р техн. наук, проф. (научный редактор)
П.П. Ткачик
Е.Я. Подлuzский

Научно-технические проблемы использования альтернативных видов топлива в строительном комплексе Республики Беларусь: материалы V Международной научно-технической конференции / Минск, 20 октября 2011 г. / редкол.: А.В. Вавилов [научный редактор] [и др.]. – Минск, 2011. – 76 с.

В сборник включены материалы V научно-технической конференции «Научно-технические проблемы использования альтернативных видов топлива в строительном комплексе Республики Беларусь». Эти публикации отражают многообразные актуальные аспекты развития возобновляемой энергетики в строительном комплексе, использования альтернативных видов топлива, современных технологий и технических средств для их получения и представляют интерес как в теоретическом, так и практическом плане.

Предназначен для научных и инженерно-технических работников организаций строительной отрасли.

Перспективы развития законодательства в сфере энергосбережения Семашко С.А.	4
Энергосбережение в строительном комплексе Республики Беларусь Панкевич А.И.	7
Энергосертификация зданий и сооружений в Республике Беларусь: проблемы и перспективы Червинский В.Л.	14
Инновационный ресурснезависимый квартал «Дом Парк» Прус И.В.	16
Газотурбинные установки в технологии приготовления сырьевой муки на Белорусском цементном заводе Ложечников И.А.	21
О возможности расчета энергосберегающих режимов тепловлажностной обработки бетона Бибик М.С., Бабицкий В.В.	24
Система топливообеспечения МВТ котельных Минскоммунаутеплосетей для отопления жилых зданий г. Минска Вавилов А.В.	30
К методике определения эффективности работы комплектов машин для топливообеспечения энергетических установок строительного комплекса на биомассе Вавилов А.В., Нагорнов В.Н., Пашковский М.Н., Соколовский Ю.В.	37
Современные технические средства для получения топливной щепы из древесных отходов строительного комплекса Язубец Ю.Н.	42
Эффективные технические средства для доставки топлива (щепы и мусора) к энергетическим установкам Вальц В.А., Шелестовский А.С.	45
Эффективность добычи и приготовления местных ископаемых топлив к сжиганию в строительном комплексе Бокун И.А., Вавилов А.В.	48
Энергоэффективные котлы на местных видах топлива с топкой кипящего слоя Бородуля В.А., Добкин С.М.	52
Эффективные теплогенераторы Шедов О.П.	57
Солнечная энергетика: Эффективность и анализ. Технические решения Вавилов А.В., Саевич С.М.	58
О перспективах развития солнечной энергии в строительном комплексе Беларуси с учетом зарубежного опыта Рябцев М.Я.	60
Обоснование использования энергогенерирующего и компенсирующего тепловые потери оборудования в военном строительстве Вавилов А.В., Бартошевич А.В., Савлучинский В.В.	61
Альтернативное топливо из использованных автомобильных шин Журавский Г.И., Матвейчук А.С., Шаранда Н.С.	65
Энергетическая безопасность будущего – в возобновляемых источниках энергии Бычков Н.А.	67
Получение альтернативных видов топлива путем механико-биологической переработки коммунальных отходов и возможности его использования в энергетических установках при производстве строительных материалов Томас Бюхнер, Хартмут Гроткопп, Бородавко В.И., Хилько Д.Н.	71
Перспективы перевода цементных заводов Республики Беларусь на местные виды топлива Подлuzский Е.Я., Бильдюкевич В.Л.	72

Семашко С.А.,
председатель
Постоянной комиссии
по промышленности,
теплоэнергетическому
комплексу,
транспорту, связи
и предпринимательству
Палаты представителей
Национального собрания
Республики Беларусь

Перспективы развития законодательства в сфере энергосбережения

В современных условиях постоянного роста стоимости традиционных источников энергии, а также устойчивого увеличения энергопотребления как в производственной, так и в бытовых сферах стратегически важными для стран, не имеющих собственных энергоресурсов, становятся задачи по развитию энергосбережения, повышению энергоэффективности экономики, увеличению использования возобновляемых источников энергии и местных видов топлива.

В нашей стране этому вопросу уделяется повышенное внимание. Так, необходимость проведения системной работы в данных направлениях закреплена в Директиве Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 г. № 3 «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства». Подходы, заложенные в данном акте Главы государства, получили развитие в целом ряде основополагающих документов, направленных на обеспечение экономической и энергетической безопасности республики.

В частности, в соответствии с Программой социально-экономического развития Республики Беларусь на 2011–2015 годы, утвержденной Указом Президента Республики Беларусь от 11 апреля 2011 г. № 136, предусмотрена реализация комплекса мер по снижению потребления топливно-энергетических ресурсов, в том числе за счет увеличения использования энергетических источников, работающих на местных видах топлива и возобновляемых источниках энергии, а также энергосбережения.

Достижение значимых положительных результатов по этим направлениям признается одной из основных задач развития топливно-энергетического комплекса и экономики в целом. Кроме того, в республике действуют На-

циональная программа развития местных и возобновляемых энергоисточников на 2011–2015 годы, Республиканская программа энергосбережения на 2011–2015 годы, а также ряд других программных документов.

Такое большое государственное внимание, оказываемое вопросу повышения энергоэффективности национальной экономики, не оставляет сомнений в том, что в Беларуси будет продолжена работа по внедрению прогрессивных энерго- и ресурсосберегающих технологий, замене устаревшего оборудования на энергоэффективное, по модернизации сетей, а также более широкому использованию местных видов топлива и ВИЭ.

Одним из основополагающих условий достижения положительных результатов по указанным направлениям, безусловно, является совершенствование правовой базы.

На законодательном уровне важным шагом в деле создания правовой основы диверсификации используемых в республике ТЭР стало принятие закона Республики Беларусь от 27 декабря 2010 г. «О возобновляемых источниках энергии». Нормы, заложенные в нем, в первую очередь направлены на повышение уровня энергетической безопасности нашего государства посредством создания благоприятных условий для развития использования в республике возобновляемых источников энергии, внедрения эффективных технологий в этом сегменте энергетики.

Законом определяются основные направления государственного регулирования, а также закрепляются полномочия государственных органов в сфере использования возобновляемых источников энергии.

Определен правовой статус производителей энергии из возобновляемых источников,

процедура подтверждения происхождения энергии, производимой из возобновляемых источников, учета возобновляемых источников энергии и установок по использованию возобновляемых источников энергии.

Перспективной новацией данного закона является законодательное закрепление гарантий для производителей энергии по подключению их установок к государственным энергетическим сетям, а также по обязательному приобретению государственными энергоснабжающими организациями поставляемой ими электрической энергии.

Одним из ключевых положений закона стало закрепление нормы, обеспечивающей оплату произведенной из ВИЭ энергии по стимулирующим тарифам, дифференцированным в зависимости от вида используемого источника.

Кроме того, в законе определены пути решения ряда вопросов в области научно-технического, инновационного, информационного и кадрового обеспечения деятельности в сфере использования возобновляемых источников энергии, а также отражены основные принципы международного сотрудничества в данной сфере.

Следует отметить, принятие данного закона стало очень важным, но лишь одним из первых шагов в деле максимального вовлечения в энергетический баланс республики возобновляемых источников энергии.

Сейчас необходимо осуществить целый комплекс мероприятий, направленных на развитие его положений. Так, например, для увеличения инвестиционной привлекательности строительства в Республике Беларусь объектов использования возобновляемых источников энергии предусмотрено, что Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды должно осуществлять работу по выявлению площадок возможного размещения установок по использованию возобновляемых источников энергии с их последующим включением в государственный кадастр.

Сведения, содержащиеся в данном кадастре, будут находиться в свободном доступе и размещаться в глобальной компьютерной сети Интернет. Таким образом, потенциальный инвестор сможет получить доступ к информации о перспективных разведанных площадках, наиболее подходящих для строительства установок по использованию возобновляемых источников энергии.

Учитывая тот факт, что выявленные перспективные земельные участки, подходящие для расположения установок по использованию возобновляемых источников энер-

гии, могут относиться к различным категориям земель с соответствующими их основному целевому назначению правовыми режимами использования и охраны, в статье 15 закона местным исполнительным и распорядительным органам предоставлены полномочия на принятие решений об изъятии и предоставлении земельных участков, а также о переводе земель в иные категории и виды для размещения установок по использованию возобновляемых источников энергии.

Очевидно, что следующим шагом на пути повышения экономической привлекательности создания в республике установок по использованию возобновляемых источников энергии могло бы стать упрощение порядка предоставления организациям и индивидуальным предпринимателям, заинтересованным в создании объектов нетрадиционной энергетики, земельных участков, включенных в государственный кадастр возобновляемых источников энергии, а также закрепление на законодательном уровне обязанности приоритетного использования таких земельных участков именно для строительства объектов нетрадиционной энергетики.

Также необходимо пристально изучить возможность предоставления таких земельных участков организациям, расположенным территориально близко к ним, без проведения соответствующих аукционов в целях строительства объектов нетрадиционной энергетики для энергетического обеспечения собственных производственных нужд, а также закрепление льготного режима установления земельного сервитута на земельные участки, необходимые для создания инфраструктуры по обслуживанию установок по использованию возобновляемых источников энергии.

Реализация изложенных выше предложений по развитию земельного законодательства могла бы поспособствовать устранению административных барьеров для развития использования возобновляемых источников энергии, а также сокращению временного промежутка между принятием решения о создании установки по использованию возобновляемых источников энергии и вводе ее в эксплуатацию. Кроме того, такие шаги могли бы положительно сказаться на динамике развития в республике нетрадиционной энергетики, а также увеличить экономическую привлекательность инвестиций в данную сферу.

По моему глубокому убеждению, развитие национальной энергетики должно идти рука об руку с повышением энергоэффективности экономики и стимулированием энергосбережения.



Основным нормативным правовым актом, регламентирующим отношения в сфере энергосбережения, является закон Республики Беларусь «Об энергосбережении». Ни для кого не секрет, что данный закон в его текущем состоянии во многом утратил свою актуальность. Он переполнен положениями декларативного характера, отсылочными и бланкетными нормами и не отвечает требованиям и задачам, которые стоят перед республикой в настоящее время.

Выходом из сложившейся ситуации могла бы стать подготовка нового закона, а также корректировка иных актов законодательства в целях закрепления дополнительных мер по экономическому стимулированию энергосбережения посредством создания четкой системы преференций, обеспечения экономической привлекательности проведения мероприятий по энергосбережению, создания нормативной основы, делающей выгодной для субъектов хозяйствования организацию производства энергоэффективной продукции.

Перспективными в данной связи представляются следующие направления реформирования национального законодательства.

В первую очередь – **законодательное закрепление льгот по налогообложению**, в том числе снижение налогооблагаемой базы на величину сэкономленных в результате энергосбережения средств, введение ускоренной амортизации энергоэффективного оборудования и др.

Установление на уровне закона сбора за перерасход энергоресурсов и несоответствие требованиям по энергосбережению, а также законодательное развитие принципа льготного кредитования мероприятий по энергосбережению, может быть, даже за счет штрафных отчислений неэнергоэффективных субъектов хозяйствования.

Закрепление норм, направленных на увеличение создания энергетических установок, работающих с использованием технологии когенерации, а также установление высоких требований по КПД для вновь вводимых в строй энергетических установок.

Создание правовых механизмов, направленных на оптимизацию режимов производства и потребления энергии, а также совершенствование системы учета потребления топливно-энергетических ресурсов.

Определение на уровне закона **категорий оборудования и помещений**, использование которых в республике может осуществляться только при условии соответствия их характеристик определенному коэффициенту энергоэффективности.

Введение законодательного запрета на импорт и внедрение неэнергоэффективного оборудования.

Создание законодательных предпосылок для развития системы льготной оплаты тепловой энергии (коммунальных платежей), снижения арендных ставок для физических и юридических лиц, использующих для собственного энергетического обеспечения возобновляемые источники энергии и местные виды топлива.

Четкое отнесение действий субъектов хозяйствования по использованию возобновляемых источников энергии и местных видов топлива для обеспечения собственных нужд (без продажи электроэнергии в сеть) к мероприятиям по энергосбережению, а также обеспечение корреспонденции норм закона Республики Беларусь «О возобновляемых источниках энергии» с законом Республики Беларусь «Об энергосбережении».

Закрепление на законодательном уровне адекватной ответственности физических, юридических, а также должностных лиц за неэффективное использование ТЭР и невыполнение требований законодательства об энергосбережении.

Перспективными мероприятиями в сфере энергосбережения могли бы стать **обязательный переход к использованию системы поквартирного учета тепловой энергии**. Личная ответственность граждан за рациональное использование тепла в жилых помещениях и финансовая заинтересованность в этом способны, на мой взгляд, существенно снизить нагрузку на топливно-энергетический комплекс. Такой подход мог бы стать важным шагом в реализации энергосберегающей политики государства.

Кроме того, следует предпринять шаги, направленные на снижение энергопотребления в строительной отрасли.

Нужно последовательно идти в направлении **создания энергоэффективных домов**. Также следует рассмотреть вопрос о создании законодательных предпосылок для стимулирования собственников неэнергоэффективных зданий и сооружений проводить их реконструкцию и модернизацию.

Реализация хотя бы части озвученных предложений стала бы серьезным шагом в деле создания в республике современной и эффективной правовой базы, регулирующей отношения в области нетрадиционной энергетики и энергосбережения, способствовала бы повышению конкурентоспособности нашей экономики, послужила бы делу снижения энергетической зависимости и укреплению энергетической безопасности нашего государства.

Панкевич А.И.,
начальник отдела
энергоэффективности
Министерства архитектуры
и строительства
Республики Беларусь

Энергосбережение в строительном комплексе Республики Беларусь

Продолжающийся в мире рост цен на энергоносители, большую часть из которых нашей республике приходится импортировать, остро ставит вопрос их экономного расходования.

Основные пути решения данной проблемы определены в Директиве Президента Республики Беларусь от 14 июня 2007 г. № 3 «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности страны». В целях реализации этой приоритетной государственной, политической и экономической задачи в 2007 г. постановлением коллегии Министерства архитектуры и строительства от 03.08.2007 № 113 утвержден План мероприятий Минстройархитектуры по реализации Директивы № 3.

Национальный строительный комплекс объединяет более 4,5 тыс. организаций, функционирующих в области строительства и промышленности стройматериалов, научных и проектно-изыскательских предприятий всех форм собственности и ведомственной подчиненности, в которых работает более 330 тыс. человек, или 28% от промышленно-производственного персонала республики. В общем объеме ВВП продукция, работы и услуги строительного сектора экономики страны составляют более 14%.

Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь является многопрофильным потребителем энергоресурсов. В общем энергобалансе страны потребление промышленных предприятий министерства составляет 6,5%.

В себестоимости продукции министерства затраты топливно-энергетических ресурсов составляют в среднем около 12%, однако на некоторых предприятиях промышленности строительных материалов, выпускающих энергоемкую, но необходимую для строительства продукцию, доля ТЭР в себестоимости превы-

шает 40%. По удельному расходу энергоресурсов на единицу продукции предприятия строительной отрасли Беларуси пока еще превосходят аналогичный показатель стран ЕС.

Продолжающийся рост темпов и объемов жилищного строительства вызвал необходимость поиска резервов экономии энергоресурсов в строительном производстве, что является важнейшим направлением деятельности Минстройархитектуры.

Учитывая актуальность проблем энергетической безопасности страны на современном этапе, особое внимание сегодня уделяется мероприятиям, обеспечивающим снижение энергопотребления как в процессе производства строительных материалов и возведения строительных объектов, так и в процессе эксплуатации зданий и сооружений. К ним относятся:

- разработка и реализация комплекса мер по снижению расхода ТЭР при производстве строительных материалов и конструкций за счет более эффективных технологий при их изготовлении, совершенствования существующего технологического оборудования и внедрения нового, использования вторичного тепла с применением эффективных систем его утилизации, автоматизации производства;
- разработка и создание новых архитектурно-строительных, конструктивных и технологических решений при строительстве и реконструкции жилых домов, общественных и промышленных зданий, обеспечивающих резкое снижение энергопотребления;
- разработка и создание новых типов энергоэффективных зданий для массового строительства;
- разработка и реализация комплекса мер по тепловой модернизации существующего жилого фонда, зданий и сооружений;
- снижение энергоемкости строительной продукции;



- совершенствование нормативно-правовой базы энергопотребления при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений;
- разработка и внедрение энергоэффективного инженерного оборудования и систем жизнеобеспечения, современных приборов контроля и учета энергоресурсов;
- проведение энергетического аудита предприятий стройматериалов и стройиндустрии;
- разработка и внедрение конкретных мероприятий по экономии ТЭР на промышленных предприятиях и в организациях министерства;
- совершенствование системы разработки норм расхода ТЭР на производство единицы продукции (работ, услуг).

Производство предприятий Минстройархитектуры относится к наиболее энергоемкой. При этом около 80% потребляемых отраслью энергоносителей приходится на природный газ.

Потребление топливно-энергетических ресурсов организациями Минстройархитектуры в 2010 г. составило 1914,2 тыс. т у.т., или 6,5% от общего потребления по республике.

По-прежнему самыми энергоемкими в отрасли остаются цемент, известь, стекло и керамические изделия. Исходя из этого, сниже-

ние затрат топлива на их производство является приоритетной задачей для руководителей и специалистов промышленности строительных материалов.

В Минстройархитектуры постоянно ведется целенаправленная работа по снижению энергопотребления. Это позволило к началу 2011 г. обеспечить рост выпуска строительных материалов по сравнению с 2000 г. более чем вдвое (250,3%) при росте потребления топливно-энергетических ресурсов всего на 36,3%, снизив тем самым энергоемкость выпускаемой продукции на 46,6% (рис. 1).

Активно продолжалась такая работа в организациях министерства и в течение 2010 г. В установленном порядке разработана, согласована с Департаментом по энергоэффективности, прошла защиту в Совете Министров Республики Беларусь и утверждена отраслевая Программа энергосбережения Минстройархитектуры на 2011 г., которой предусмотрена экономия энергоресурсов в объеме 74,5 тыс. т у.т.

Реализация мероприятий этой программы энергосбережения за 2010 г. позволила получить экономию топливно-энергетических ресурсов в объеме 110,8 тыс. т у.т., а увеличение использования местных энергоресурсов составило 14,5 тыс. т у.т. при годовом задании



Рис. 1. Динамика потребления топливно-энергетических ресурсов, выпуска продукции и ее энергоемкости на предприятиях Минстройархитектуры (в процентах к 2000 г.)

9,4 тыс. т у.т., общий уровень использования МВТ достиг 54,0 тыс. т у.т., в т.ч. торфобрикета на цементных заводах – 12,5 тыс. т у.т.

В то же время доля энергопотребления цементных предприятий за 2010 г. возросла и составила уже 58,4% энергопотребления отрасли (в 2008 г. – 56,2%, в 2009 г. – 57,6%). При этом в общем объеме продукции их доля составляет всего 26,0–27,0%. А так как прирост выпуска цемента составил в 2010 г. 106,0% при темпах роста в целом по отрасли 112,4% (что определяется потребностями рынка), структура выпускаемой продукции изменилась в сторону увеличения доли ее энергоемкой части.

Как уже отмечалось, наиболее энергозатратными являются пять видов строительных материалов: цемент, известь, стекло, кирпич керамический и керамическая плитка. На их производство расходуется 67% всего объема потребления энергоресурсов. Указанные материалы имеют и самые высокие затраты топлива на производство единицы продукции, поэтому на экономию энергоресурсов именно в этих подотраслях уделяется особое внимание при планировании работ по энергосбережению.

Так, институтом УП «НИИСМ» завершена разработка и ведется внедрение технологии производства извести по сухому способу с использованием скоростных методов термической обработки материалов. Эта технология позволит снизить расход топлива на тонну извести примерно на 40–50%.

Новая технология производства извести по сухому способу с применением аппаратов скоростной термообработки позволяет ускорить процессы теплообмена при сушке и обжиге в сотни раз. Сушка и помол мела совмещены в одном агрегате – сушилке-дробилке. Сюда подаются отходящие газы из обжигового агрегата. Тонкоизмельченный мел подается в скоростной обжиговой агрегат, где обжигается на высокоактивную порошкообразную известь. Степень декарбонизации сырья обеспечивается на уровне 99% вместо 80–85% при существующем обжиге во вращающихся печах.

Максимальное количество испаряемой влаги, низкая температура отходящих газов, низкие потери тепла в окружающую среду в связи с герметичностью и хорошей теплоизоляцией неподвижных теплообменников и декарбонизатора позволяют получить низкий расход топлива на единицу продукции в пределах 190–200 кг у.т. на тонну вместо 320–340 кг у.т. для извести второго сорта по существующей технологии. Готовый продукт представляет собой тонкомолотую известь, при-

менение которой позволит упростить технологию на силикатных заводах, так как отпадает необходимость помола извести и снижаются энергозатраты. Строительство технологической линии по производству извести мощностью 120 тыс. т в год с применением аппаратов скоростной термообработки завершается в ОАО «Красносельскстройматериалы». В 2012 г. линия будет введена в эксплуатацию.

На двух цементных заводах уже внедрен процесс сжигания во вращающихся печах использованных автопокрышек, что позволило за 2008–2010 гг. снизить потребление импортируемого природного газа более чем на 39,8 тыс. т у.т. и одновременно осуществить их утилизацию.

Разработана энергосберегающая технология производства цемента по сухому способу, в которой применительно к свойствам местных влажных мелов малой прочности используются технические решения, основанные как на мировом опыте, так и на опыте эксплуатации Белорусского цементного завода. Реализация такой технологической схемы позволит снизить затраты топлива на обжиг клинкера на 25–30%.

В этой связи в республике принято решение о дальнейшем развитии производства цемента по сухому способу.

Работы ведутся на всех 3 цементных заводах в рамках следующих проектов:

- строительство второй технологической линии по производству цемента сухим способом и углеподготовительного отделения с переводом действующей технологической линии производства клинкера с природного газа на уголь на ПРУП «Белорусский цементный завод»;
- строительство технологической линии по производству клинкера сухим способом и углеподготовительного отделения с переводом существующего производства клинкера с природного газа на уголь в ОАО «Красносельскстройматериалы»;
- строительство новой технологической линии по производству цемента сухим способом на ПРУП «Кричевцементношифер».

Указанные проекты предусматривают одновременно переход от природного газа на пылеугольное топливо, что позволит снизить себестоимость выпуска цемента на 15–20%. Запуск и опробование пылеугольного отделения на ПРУП «Белорусский цементный завод» уже состоялись. Работы продолжаются.

Сроки реализации проектов установлены Указом Президента Республики Беларусь



от 30.09.2009 № 484 «О внесении изменений и дополнений в Указ Президента Республики Беларусь от 19 декабря 2008 г. № 691». Освоено более 1400,0 млрд руб. при стоимости проектов 2472,87 млрд руб.

Анализ энергопотребления в производстве керамического кирпича показывает, что одним из главных направлений снижения энергозатрат является массовое производство пустотелой поризованной керамики, которое позволяет снизить затраты топлива до 15%. Выпуск таких изделий организован в ОАО «Радшковичский керамический завод».

С 2009 г. работает технологическая линия по производству изделий из пустотелой поризованной керамики в ОАО «Минский завод стройматериалов».

Внедрение разработок по модернизации 11 стекловаренных печей на 6 стекольных заводах республики позволило снизить энергоемкость производства тарного стекла в целом по отрасли на 15%.

При тепловой изоляции печи суммарные потери тепла через ограждающие поверхности уменьшаются в среднем в 2,5–3 раза, тепловой КПД стекловаренных печей различной производительности увеличивается на 30–40%. Это позволяет сократить расход топлива на 15–20%.

В настоящее время модернизировано $\frac{2}{3}$ эксплуатируемых стекловаренных печей, в результате чего сэкономлено 72 тыс. т у.т. Работы будут продолжены до модернизации всего парка стекловаренных печей.

Разработан состав и технологические параметры получения теплоизоляционного материала на основе пенобетона и вспененных гранул полистирола – это позволит расширить ассортимент и область применения теплоизоляционных полистиролбетонных плит и уменьшить потребление тепловой и электрической энергии на их производство.

В рамках программы внедрения инновационных и инвестиционных мероприятий, определенных Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 22.12.2008 № 2005, предприятиями Минстройархитектуры выполнены следующие проекты:

- модернизация действующего формовочного отделения цеха керамических изделий с организацией выпуска пустотелых поризованных камней, блоков и кирпича в ОАО «Минский завод строительных материалов»;
- строительство технологической линии по производству блоков из ячеистого бетона мощностью 300 тыс. м³ в год в ОАО «Красносельскстройматериалы»;

- совершенствование технологии производства ячеистого бетона (строительство участка цеха № 1 по производству стеновых блоков) в ОАО «Минский комбинат силикатных изделий».

В 2010 г. завершен проект «Организация производства листового полированного стекла» в ОАО «Гомельстекло». Линия введена в эксплуатацию, в организации приступили к следующему этапу – модернизации первой линии по аналогичному проекту.

Все названные проекты позволяют не только расширить номенклатуру выпускаемой продукции, но и повысить эффективность использования материальных и топливно-энергетических ресурсов при производстве строительных материалов, а также снизить расходы потребителей на отопление за счет применения при строительстве зданий и сооружений изделий с улучшенными энергетическими характеристиками.

В 2010 г. введена в эксплуатацию вторая электрогенерирующая установка мощностью 16 МВт на ПРУП «Белорусский цементный завод».

В 2009–2010 гг. завершены работы по вводу в эксплуатацию аналогичного оборудования еще в двух организациях:

- в ОАО «Стеклозавод «Неман» – 1,0 МВт;
- в ОАО «Гродненский КСМ» – 0,5 МВт.

В соответствии с Планом мероприятий по выполнению в 2009 г. Государственной комплексной программы модернизации основных производственных фондов Белорусской энергетической системы, энергосбережения и увеличения использования в республике собственных топливно-энергетических ресурсов на период до 2011 г. задание для Минстройархитектуры по вводу электрогенерирующих мощностей на 2006–2010 гг. составляет 30,9–31,5 МВт. На 31.12.2010 фактически ввод электрогенерирующего оборудования составил 31,4 МВт.

Таким образом, суммарная мощность энерготехнологических комплексов достигла 47,3 МВт. Это позволяет уже сегодня около 25% электроэнергии потреблять от собственных энергоисточников, что также снижает энергоемкость и себестоимость строительных материалов.

Работы по увеличению мощностей электрогенерирующего оборудования в отрасли ведутся в 2011 и продолжатся в 2012 г. Завершается строительство энерготехнологического комплекса на базе газотурбинной установки 16,0 МВт в ОАО «Красносельскстройматериалы», начато строительство в ОАО «Минс-

кий комбинат силикатных изделий» – 3,5 МВт, на ПРУП «Новополоцкжелезобетон» – 0,6 МВт, ОАО «Березастройматериалы» – 1,9 МВт. Ведется разработка технико-экономического обоснования и выбор вариантов оборудования на ПРУП «Кричевцементношифер» – 4,2 МВт, ряде других предприятий отрасли. В результате, по предварительным оценкам, суммарная мощность электрогенерирующего оборудования в отрасли в течение 2011–2015 гг. может быть увеличена почти вдвое.

УП «НИИСМ» по заказу ОАО «Доломит» в 2009 г. разработало новую технологию и оборудование, технологический регламент и основные технические решения по модернизации производства доломитовой муки на этом предприятии.

Предусмотрены следующие основные технические решения:

1. Замена 6 устаревших технологических линий на основе мельниц сухого самоизмельчения (мельниц «Аэрофол») и мельниц домола (тангенциальных мельниц типа ММТ) суммарной мощностью 390 т доломитовой муки в час, или 2,7 млн т в год, двумя технологическими линиями производительностью по 190 т в час, годовой мощностью 2,6 млн т.

2. Применение современных экономичных вертикальных валковых мельниц, принцип работы которых наиболее подходит к физико-механическим свойствам сырья ОАО «Доломит».

3. Замена пневмотранспорта готовой продукции механическим, что существенно снижает расход электроэнергии.

4. Снижение «непрямого сжигания» природного газа за счет использования газотурбинных установок необходимой мощности.

В результате модернизации удельный расход топлива на производство одной тонны доломитовой муки снизится с 10,5 до 5,4 кг у.т./т, электроэнергии – с 27,7 до 11,1 кВт·ч/т.

Общая экономия приведенных энергоресурсов на объем 2,7 млн т доломитовой муки всех видов составит 26,5 тыс. т у.т. в год. Кроме того, на предприятии будет производиться до 100 млн кВт·ч дешевой электроэнергии для собственных нужд за счет использования газотурбинных установок.

Суммарная годовая экономия энергоресурсов и снижения затрат в связи с использованием электроэнергии собственного производства оценивается в 6–8 млн долл. США.

Наличие в составе базы стройиндустрии большого количества предприятий, использующих в качестве вяжущего цемент, обусловило необходимость внедрения энергосберегающих технологий производства сборного же-

лезобетона и выполнения монолитных бетонных работ с использованием высокоэффективных химических модификаторов бетона – гиперпластификаторов. Их применение наряду с существенным снижением энергоемкости производства позволит усовершенствовать технологию производства строительных изделий и конструкций, сократить сроки строительства зданий и сооружений, повысить их качество, а также решить задачу всепогодного строительства при возведении монолитных конструкций.

Министерством ведется разработка и организация выпуска в республике таких добавок. Это направление принято за основу при разработке программы развития производства и применения химических и минеральных добавок в бетоны и растворы с целью снижения расхода цемента, тепловой и электрической энергии.

В настоящее время малоэнергоемкая технология с применением использования отечественных гиперпластификаторов освоена на Барановичском комбинате железобетонных изделий и РУП «Новополоцкжелезобетон», в ОАО «Строительный трест № 3». Ведется активная подготовка к внедрению модификаторов в кассетном производстве в ОАО «Гродножилстрой».

В целом задание по энергосбережению, определенное для отрасли Концепцией по энергетической безопасности государства и Республиканской программой по энергосбережению на 2006–2010 гг. на уровне 435,0 тыс. т у.т., выполнено. Фактически экономия топливно-энергетических ресурсов за пять лет составила 507,6 тыс. т у.т.

В 2011 г. в отрасли продолжается целенаправленная работа по снижению энергоемкости выпускаемой продукции.

Так, при задании минус 4,0% выполнение целевого показателя по энергосбережению за 8 месяцев текущего года уже составило минус 4,0%.

При годовом задании 74,0 тыс. т у.т. экономия энергоресурсов за 1-й квартал составила 50,3 тыс. т у.т., или 56,8% от годового задания. Доля местных энергоресурсов в котельно-печном топливе при годовом задании 4,5% составила 4,4%. Для внедрения энергосберегающих мероприятий освоено 347,8 млрд руб.

Работа по энергосбережению в отрасли ведется в рамках отраслевой программы энергосбережения на 2011 г., в установленном порядке согласованной с Департаментом по энергоэффективности и утвержденной министерством 23 ноября 2010 г.



Во исполнение решений Президиума Совета Министров Республики Беларусь (протокол от 14 июня 2011 г. № 25), поручений Совета Министров Республики Беларусь от 13 июня 2011 г. № 03/312–185 и от 7 июня 2011 г. № 04/54, 129–83 в Минстройархитектуры разработана и 30.06.2011 утверждена Программа дополнительных мер по снижению энергоемкости выпускаемой организациями Минстройархитектуры продукции в 2011 г. Предусмотрена система ежемесячного контроля за ходом ее выполнения.

В настоящее время закончена разработка отраслевой программы энергосбережения Минстройархитектуры на 2012 г. Программа согласована с Департаментом по энергоэффективности и утверждена министерством 14 июля 2011 г. Все параметры программы ориентированы на выполнение заданий для отрасли на 2012 г., определенных Республиканской программой энергосбережения на 2011–2015 гг.

Основные из них:

- показатель по энергосбережению – минус 5,0%;
- экономия ТЭР – 110,0 тыс. т у.т.;
- доля местных энергоресурсов в котельно-печном топливе – 5,0%.

В соответствии с Республиканской программой энергосбережения на 2011–2015 гг., утвержденной Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 24.12.2010 г. № 1882, для Минстройархитектуры установлены следующие задания по экономии топливно-энергетических ресурсов в тыс. т у.т.:

2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	За 5 лет
74–83	110–135	120–148	60–94	50–100	414–560

Задание по увеличению объемов использования местных видов топливных энергоресурсов по Минстройархитектуры определено в количестве (доля в процентах от общего потребления КПТ):

2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
4,5	5,0	5,2	5,5	6,0

Основными потребителями местных видов топлива (МВТ) являются промышленно-производственные котельные производительностью до 0,5 Гкал/ч (88%) и отопительно-произ-

водственные котельные производительностью 10 Гкал/ч и выше (4,6%). Жидкие виды топлива (ПБТ, мазут, дизельное) в основном используются в отопительно-производственных котельных различной производительности. В целом на их долю приходится 94,6% от общего потребления жидких видов топлива. Установлено, что именно на отопительных и отопительно-производственных котельных производительностью до 10 Гкал/ч имеется резерв перевода котлов на сжигание МВТ.

Намечается реализация ряда дополнительных мероприятий по переводу отдельных котлов на сжигание отходов деревообработки, переводу отопления бытовок с электрообогрева на МВТ, установке котлов на МВТ. Планируются мероприятия по внедрению газопоршневых и газотурбинных установок с направлением отходящих газов на технологические нужды в ОАО «Керамин», «Гомельстройматериалы», «Березастройматериалы», «Гродненский стеклозавод». Будет продолжено расширение использования ВЭР за счет утилизации тепла отходящих газов топливосжигающих агрегатов.

Ожидаемый экономический эффект по данному направлению увеличения использования МВТ – 8–10 тыс. т у.т.

Однако наиболее существенное увеличение по использованию местных энергоресурсов открывается вследствие предстоящей реализации комплекса мероприятий по использованию сжигания торфобрикетов на предприятиях по производству цемента и извести. Прогнозируются следующие объемы использования торфобрикета для цементных и известковых производств Минстройархитектуры в 2011–2015 гг.:

- 2011 г. – 25 тыс. т у.т.;
- 2012 г. – 65 тыс. т у.т.;
- 2013 г. – 130 тыс. т у.т.;
- 2014 г. – 200 тыс. т у.т.;
- 2015 г. – 250 тыс. т у.т.

Это позволит к 2015 г. почти на 20% снизить использование природного газа для производства цемента и извести.

Потребление светлых нефтепродуктов (СНП) за 2010 г. составило 88,7 тыс. т. По сравнению с 2009 г. общее их потребление снизилось на 3,71%.

Структура потребления СНП по видам топлива представлена на рис. 2. Проводится мониторинг предприятий с наибольшим потреблением СНП.

За счет реализации мероприятий по экономии СНП в 2011 г. будет достигнуто снижение потребления на 3,5% к уровню 2010 г.

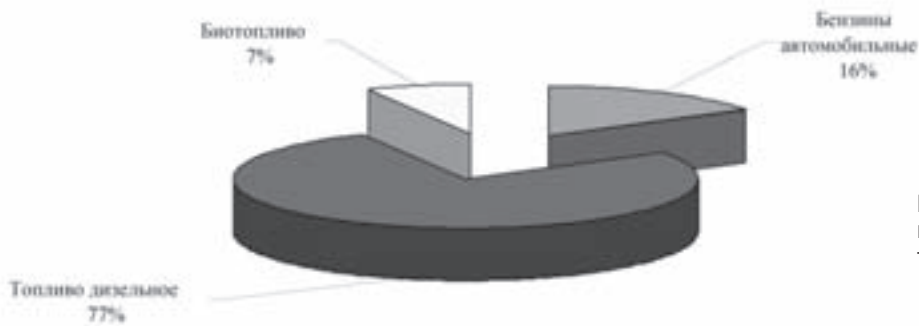


Рис. 2. Структура потребления СНП по видам топлива за 2010 г.

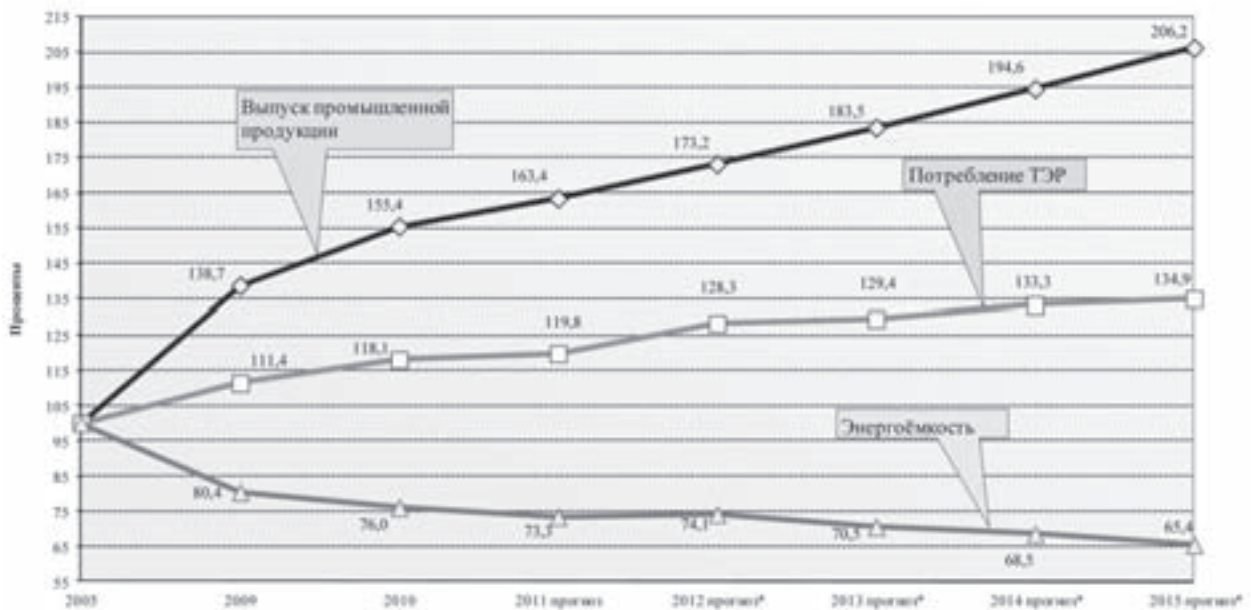


Рис. 3. Динамика выпуска промышленной продукции, ее энергоемкости и потребления ТЭР в 2011–2015 гг. (в % к 2005 г.)

Итоговая диаграмма, отражающая прогнозные взаимосвязанные показатели на 2011–2015 гг. (рост выпуска продукции, изменение потребления топливно-энергетических ресурсов и динамика энергоемкости продукции), представлена на рис. 3.

В заключение следует отметить, что Министерство архитектуры и строительства в последние годы значительно увеличило выделение средств из отраслевого инновационного

фонда на внедрение энергосберегающих мероприятий. Так, если в 2005 г. объем выделенных средств составил 12,3 млрд руб., то уже в 2006, 2007, 2008, 2009 и 2010 гг. размеры их составили 48,9; 71,8; 64,2; 45,6 и 39,5 млрд руб соответственно. Всего из различных источников за 5 лет в энергосбережение вложено 854,4 млрд руб. Это позволило получить ощутимый эффект по снижению энергоемкости строительных материалов и продукции отрасли в целом.



Червинский В.Л.,
канд. техн. наук, доцент
кафедры ЮНЕСКО
«Энергосбережение
и возобновляемые
источники энергии» БНТУ

Энергосертификация зданий и сооружений в Республике Беларусь: проблемы и перспективы

В Республике Беларусь отпуск тепловой энергии для нужд населения и коммунального хозяйства составляет около 57% от всей ее выработки. К сожалению, из-за больших тепловых потерь через ограждающие конструкции зданий и сооружений не менее 30% потребляемой тепловой энергии, идущей на отопление, приходится на потери.

В последнее время в Республике Беларусь, как и в Западной Европе, все большее внимание уделяется строительству домов с низким энергопотреблением. Причем в Западной Европе практически каждое жилое здание должно иметь так называемый **энергетический сертификат**. Зачем же нужен сертификат?

Данный документ определяет размер годовой потребности в энергии, необходимой для эксплуатации здания и сооружения, а именно энергии для отопления, подогрева воды, кондиционирования и вентиляции, освещении и т.д. Потребность в ней может изменяться исходя из назначения и типа здания, его этажности, оснащенности инженерными системами, заселенности здания и т.д.

Сертификат – это прежде всего стимул для инвесторов к постройке энергосберегающих и улучшению энергетической эффективности уже существующих зданий. Продавцов и покупателей энергетические сертификаты информируют об ожидаемой примерной стоимости, необходимой для эксплуатации здания, а значит, и об его оценочной стоимости. Это является важным фактором, от которого зависит привлекательность недвижимости для покупателей или аренды для нанимателей. Естественно, что ответственность за достоверность данных, на основании которых выдается сертифи-

кат, несет аудиторская организация. Предлагается также наряду с номером дома и названием улицы на стене дома наносить литеру, соответствующую его энергетической эффективности, – А, В, С, D, E, F и т.д.

Каковы перспективы энергосертификации зданий в Республике Беларусь?

Этой проблеме был посвящен круглый стол, организованный в конце мая 2011 г. в Минске международной общественной организацией «Экопроект» с участием представителей различных организаций Беларуси и Польши. В результате обмена мнениями была уточнена позиция, в каком направлении нужно двигаться для энергосертификации и какие особенности энергосертификации в Республике Беларусь.

Как известно, республиканская программа энергосбережения на 2011–2015 гг. предполагает достижение в 2015 г. строительства не менее 60% энергоэффективных жилых домов с удельным расходом тепловой энергии на отопление и вентиляцию не более 60 кВт·ч/м² для многоэтажных зданий и зданий средней этажности (от 4 до 9 этажей) и 90 кВт·ч/м² – для зданий малой этажности (от 1 до 3 этажей) от объемов строительства.

Учитывая актуальность энергосберегающих технологий для всех отраслей народного хозяйства Республики Беларусь, можно констатировать, что наиболее актуальным направлением энергосбережения в строительстве в настоящее время является снижение энергозатрат:

- при производстве строительных материалов;
- при самом процессе строительства;
- при эксплуатации зданий и сооружений.

Энергосертификацию зданий и сооружений можно рассматривать как конечный результат всего комплекса энергосберегающих мероприятий, применяемых для зданий и сооружений.

Представляется очень важным определить цель и роль энергосертификации в условиях Республики Беларусь.

Цель энергосертификации – проведение законодательно закрепленной энергооценки данного здания или сооружения для определения очередности термомодернизации зданий, а также для последующего учета при определении стоимости жилья. Для раскрытия этой цели необходимо решить комплекс проблем (задач): финансовых, технических и организационных.

Роль энергосертификации – повышение благосостояния населения Беларуси как социально ориентированного государства, поскольку это в дальнейшем приведет к снижению оплаты за эксплуатацию зданий и сооружений, повышению комфортности проживания.

Финансовая проблема (задача) состоит в том, что в настоящее время жилец – это в большей степени потребитель, а не участник процесса энергосертификации.

Нерешенным остается вопрос: кто будет платить за энергосертификацию? В решении этой задачи большую роль играют тарифы на тепловую и электрическую энергию, а также оснащение поквартирными приборами учета тепловой энергии. По мнению участников круглого стола, дифференциация оплаты за тепловую энергию для жильцов, чьи кварти-

ры оснащены приборами учета тепловой энергии и не оснащены, существенно поможет ускорению решения проблем энергосбережения в жилищном секторе.

Техническая задача: какие нормативы брать за основу энергосертификации? Существуют два разных подхода. *Первый* – учет общего коэффициента теплопередачи ограждающих конструкций. По нему была предложена методика и ТКП 45–2.04–196–2010, разработанные ГП «Институт НИПТИС им. Атаева С.С.», где дополнительно предложен нормативный подход к энергооценке по затратам энергии на отопление зданий. Для каждого типа зданий – жилых, общественных и т.д. – предусмотрены свои нормативы. Исходя из нормативного расхода, была предложена своя шкала энергоэффективности зданий, а также форма энергетического паспорта здания.

Второй подход – учет удельного энергопотребления зданием в кВт·ч/м² в год. Согласно ему, для присвоения зданию литеры энергооценки А, В, С, D и т.д. необходимо только определить диапазон значений кВт·ч/м² в год для каждой литеры энергооценки.

Организационная задача: кто и в какие сроки будет заниматься энергосертификацией? По всей видимости, это будут сертифицированные энергоаудиторские организации различных форм собственности.

Следует отметить, что в настоящее время в жилищном секторе Республики Беларусь имеется огромный потенциал энергосбережения, и в этом смысле энергосертификация может его быстрее реализовать.



Прус И.В.,
директор ЧУП «Дом Парк»

Инновационный ресурснезависимый квартал «Дом Парк»

Предприятие «Дом Парк» учреждено для разработки и внедрения новых технологий в альтернативной энергетике, энергонезависимом и энергоэффективном градостроительстве, обращении с использованными ресурсами и отходами, экономически независимом коммунальном жизнеобеспечении объектов.

Принципиальными характеристиками градостроительной концепции «Дом Парк» является самостоятельное, полное, экологически безопасное коммунальное обеспечение жилого комплекса энергетическими, сырьевыми и экономическими ресурсами с использованием альтернативных источников. Концепция включает дотации государства на строительство коммуникаций и коммунальное обслуживание жилого сектора.

Концепция «Дом Парк» нацелена на формирование принципиально новых экологически ориентированных канонів в градостроительстве, коммунальном жизнеобеспечении объектов, энергетике, обращении с отходами и организации жизненного пространства современ-

ного человека, с соблюдением высокой степени ресурсосбережения, безопасности и бесперебойного функционирования систем жизнеобеспечения.

Пилотные проекты по всем вышеобозначенным направлениям намечено реализовать в рамках единого проекта строительства инновационного ресурснезависимого квартала «Дом Парк» и научно-мониторингового центра (НМЦ) в микрорайоне Сокол г. Минска.

В инновационном проекте «Дом Парк» присутствуют более десяти изобретений, которые выводят квартал в ранг технопарка, формирующего принципиально новые каноны организации жизненного пространства человека.

В инновационном квартале «Дом Парк» планируется строительство следующих зданий и сооружений:

- три 10-этажных 4-корпусных жилых дома общей численностью 588 квартир, общей площадью 46 140 м², с надземными многоуровневыми пристроенными автостоянками на 588 машиномест;

Общий объем инвестиций в строительство объекта –	44 205 000 долл. США.
Общая площадь участка под строительство –	12,4 га.
Общая площадь помещений комплекса –	88 454 м ² .
Жилые дома состоят из одно-, двух-, трех- и четырехкомнатных квартир.	
Общая площадь жилых зданий, включая площади общего пользования и подвальные кладовые, –	56249,3 м ² .
Площадь одного машиноместа с учетом площади путей движения –	38 м ² .
Общая площадь стоянок –	22 344 м ² .
Размер одного 4-секционного жилого дома с пристроенной стоянкой в плане составляет 116,9x116,9 м.	
Общая площадь научно-мониторингового центра –	999 м ² .
Общая площадь технического центра обслуживания квартала –	966 м ² .
Общая площадь комплекса спелеоотдыха –	1470 м ² .
Ввод объекта в эксплуатацию –	IV квартал 2013 г. – II квартал 2014 г.

- экспериментальный промышленный образец энергетических систем «ПАРГУЭС» и «РЭЙАН»;
- научно-мониторинговый центр обслуживания квартала;
- технический центр обслуживания квартала (ТЦО) с пунктом диспетчеризации;
- комплекс спелеоотдыха и спортивно-игровых площадок (для занятий теннисом, футболом, хоккеем, волейболом, баскетболом), лыжероллерная трасса;
- элементы благоустройства (фонтан с каскадами, скверы с беседками, детские площадки).

Необходимо отметить, что инновационный проект «Дом Парк» занял первое место в Республиканском конкурсе инновационных проектов 2010 г., учрежденном по постановлению Совета Министров в преддверии принятия Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь на 2011–2015 гг. По распоряжению Совета Министров РБ проект прошел проверку заявленных инноваций на предмет их прикладного применения во всех компетентных министерствах и ведомствах, которые дали положительные заключения, и внесен в Программу инновационного развития Московского района г. Минска. Генеральный план проекта «Дом Парк», сводный план инженерных сетей и транспорта также прошли согласования и вошли в план детального планирования г. Минска.

Архитектурный проект разработан на 80%. В соответствии с Директивой Президента РБ № 4 он официально реализуется в рамках партнерства государства и бизнеса совместно с КУП УКС Октябрьского района г. Минска. Предприятие «Дом Парк» является заказчиком и разработчиком проекта, а УКС выступает в роли административного и технического надзора. Научное сопровождение проекту оказывает РУП «Институт «БелНИИС».

Проект «Дом Парк» основан на следующих идеях и новациях:

1. Разработка и внедрение в рамках квартала «Дом Парк» нового направления в энергетике – гравитационная энергетика. Гравитация Земли, энергия планетного притяжения, стабильно воздействующая на всё материальное, создает динамику круговорота океанов, атмосферы и гидросферы планеты. Человечество не замечает данный вид энергии и даже не рассматривает его в виде альтернативного энергетического потенциала жизнеобеспечения цивилизации, хотя гра-

витация – самый мощный и стабильный энергетический источник, способный обеспечивать цивилизацию дешевой энергией. Достичь этой цели позволяет техническое решение, которое искусственно воссоздает природные процессы динамики движения больших объемов газа и жидкости под воздействием притяжения Земли. Данное решение объединяет ветро- и гидроэнергетику, использует движение двух рабочих тел – воды и воздуха (газа и жидкости) – под воздействием силы земного притяжения. Система предназначена вырабатывать недорогую энергию экологически чистым способом на близком расстоянии к потребителю. В качестве пирамиды-статора (первая рабочая ступень станции, концентратор-генератор потоков), преобразующей кинетическую энергию воздушного потока в механическую, служит аэродинамическая форма многоэтажного жилого здания концепции «Дом Парк». Аэродинамический энергетический потенциал данного строения позволяет вырабатывать электрическую энергию в объеме, достаточном для собственного обеспечения, – излишки энергии будут реализовываться государству. Система призвана создать условия энергетической независимости объекта. Также в квартале будет осуществлено строительство отдельно стоящего промышленного экспериментального образца пирамидальной станции системы «ПАРГУЭС».

2. Разработка и внедрение в рамках квартала «Дом Парк» рентабельной и экологически безопасной системы утилизации твердых коммунальных отходов – системы «РЭЙАН». Она призвана создать высококультурные и санитарные условия сбора отходов, исключить затраты государства на обращение с ТКО, образующимися в процессе жизнедеятельности квартала, и их вывоз на полигоны захоронения, а также выбросы вредных веществ в окружающую среду. Система нацелена создать условия для рециклинга сырья и энергетической утилизации энергоемких отходов (путем беспламенной газификации ТКО, шин, отработки масла и т.д.). Полученный из отходов синтетический газ поступит на выработку экологически безопасным способом тепловой и электрической энергии с целью жизнеобеспечения квартала, снижения коммунальных затрат и создания условий энергетической независимости объекта.

3. Разработка и строительство новой градостроительной концепции, оптимально решающей проблемы организации



машиномест в многоэтажных жилых домах, – зданиях «Дом Парк». Особенность их заключается в способе присоединения надземной автостоянки к жилым домам и наличии поэтажного сообщения между объектами, которое позволяет жителям безбарьерно получить доступ к личному транспортному средству, при этом себестоимость строительства машиноместа намного ниже по сравнению с существующими другими видами стоянок. Стоянка серпантинного типа, въезд и выезд осуществляется по отдельным полосам движения, по внутреннему и внешнему кольцу, с мягким радиусом и углом наклона. Данный прием исключает движение транспорта задним ходом, предоставляет водителю обзорность территории и возможность двигаться при подъеме, парковке и спуске только передним ходом. Это в свою очередь исключает перекрестное движение транспорта и возникновение пробок в час пик, делает безопасной организацию движения. Создается экологически чистая и уютная среда проживания. Двор в домах не заставлен автомобилями, отведен под детские площадки, скверы, места отдыха и спорта.

4. Разработка и применение в строительстве жилого квартала «Дом Парк» современной энергоэффективной и ресурсосберегающей технологии возведения многоэтажных зданий с несущими стенами из керамических поризованных пустотелых пазогребневых крупноформатных блоков Минского завода строительных материалов (СТБ 1719–2007, КПППГ 510х250х219 М75 и КПППГ 380х250х219 М100) с их цепной укладкой на тонкослойный клеевой раствор с заполнением вертикального шва кладки. Такой метод ранее нигде не применялся, именно он позволяет значительно увеличить прочностные характеристики кладки и несущую способность стен из крупноформатных поризованных блоков. Между каждым этажом строения выполняется внешний монолитный керамзитобетонный опорный пояс (сечением 460х220), одновременно выполняющий роль перемычек над оконными проемами и платформы для опирания междуэтажного перекрытия, что улучшает теплотехнические и прочностные характеристики конструктивных элементов. Междуэтажное перекрытие из монолитного тяжелого бетона (сечением 160 мм) с четырехсторонним опиранием (на монолитный керамзитобетонный наружный пояс и на внутренние несущие стены из блоков КПППГ 380х250х219). Данная жесткая конструктивная схема здания снижает массу всего многоэтажного строения, на-

грузки на сопряженные узлы, что создает дополнительные условия для успешного применения поризованных крупноформатных блоков в качестве материала несущих стен многоэтажного строения. Мы считаем, что, разрабатывая многоэтажные здания с несущими стенами из крупноформатных поризованных блоков, следует в первую очередь руководствоваться принципом снижения материалоемкости несущих конструкций и междуэтажных перекрытий с целью снижения общей массы строения, себестоимости строительства и улучшения теплотехнических характеристик объекта. Например, если запроектировать наш объект с укладкой поризованных блоков на цементно-песчаный, а не на клеевой раствор, то разница в толщине шва составит 8–10 мм, а в массе только одного ряда одного корпуса в среднем 1,977 т, всех рядов одного этажа корпуса – 25,701 т, всего корпуса – 244,166 т. На объекте 12 корпусов, разница в массе составит 2 930 т, а это большие расходы на устройство и усиление фундамента, стен, доставку материалов, работы спецтехники и строительной рабочей силы, снижение теплотехнических характеристик, и как следствие – расходы на утепление. Объемно-планировочное решение нашей концепции исключает наличие выступающих бетонных элементов из наружных ограждающих конструкций (консолей, балконов) с целью недопущения абсорбции влаги внутри несущих конструкций в моменты атмосферных перепадов температуры, для создания условий долговечности и энергоэффективности здания. В качестве технологии устройства термической изоляции ограждающих конструкций на экспериментальном комплексе предполагается применение монолитной минеральной штукатурки ISOHEAT от дистрибьютора ООО «Трансмашавто». Данный материал обладает высокой степенью паропроницаемости, огнестойкости, выдерживает множественные циклы перепадов температур, долговечен, исключает мосты передачи температур, воздушные пробки, образование влажности во внутренних слоях стен, и что особенно важно – исключает воздействие агрессивной среды на несущие ограждающие конструкции, делая здание долговечным. Интегрированное применение указанных технологий и материалов формирует оптимальную, современную энергоэффективную систему долговечной несущей ограждающей конструкции многоэтажного строения, улучшающей потребительские качества жилья, снижающей его себестоимость и увеличивающей скорость строительства.

5. Разработка и применение в рамках квартала «Дом Парк» системы принудительной вентиляции жилых домов с энергетической всепогодной рекуперацией. Система предполагает осуществлять забор свежего воздуха с верхнего уровня здания на безопасном расстоянии от возможных источников загрязнения. В ней также будет использоваться активный растительный биологический фильтр очистки поступающего в жилые дома воздуха от механических примесей и болезнетворных бактерий с целью организации здорового микроклимата в квартирах независимо от экологического характера участка застройки. Система призвана вносить вклад в здравоохранение и сберегать энергию.

6. Разработка и применение в рамках жилого квартала «Дом Парк» системы утилизации геотермальной энергии воды, поступающей с собственного водозабора с температурой +6, +8 градусов и используемой для охлаждения воздуха, который поступает в жилые дома в летний период, с одновременным предварительным подогревом холодной воды, поступающей в систему горячего водоснабжения (ГВС) жилых домов. Система создает здоровые комфортные условия проживания (прохлада в жаркое время), сберегает энергию (в отличие от электрокондиционеров), снижает коммунальные затраты.

7. Разработка и применение в зданиях квартала «Дом Парк» новой концепции пассивной системы (без принудительного воздействия) притока свежего и рассредоточенного удаления отработанного воздуха из помещения стоянки, исключающей застой и абсорбцию вредных веществ в конструкциях и отделочных материалах как самой стоянки, так и жилых корпусов.

8. Разработка и применение в рамках квартала «Дом Парк» новой комплексной системы водоснабжения, водоотведения и противопожарного водопровода, исключающей использование пресной питьевой воды на смыв унитазов, мойку мусороприемных камер, обеспечение пожарного резервуара и водопровода, полив газонов и зеленых насаждений, работу фонтана и автомойки транспорта. Система предполагает строительство собственного узла водозабора и водоподготовки, в качестве дополнительного источника водного ресурса планируется использование вод атмосферных осадков. В квартале будут построены сооружения тонкой биоло-

гической и мембранной очистки хозяйственно-бытовых стоков и ливнево-стоков с последующей энергетической утилизацией твердой фракции стоков (термолизная газификация биомассы) порядка 350 т в год. Это исключит необходимость транспортировки хозяйственно-бытовых стоков к городским очистным сооружениям и их дальнейшую очистку. Система призвана исключить затраты государства на водообеспечение объекта и утилизацию хозяйственно-бытовых стоков, она будет сберегать водный ресурс и предоставлять энергетическое сырье для выработки энергии, что снизит затраты на коммунальное обслуживание объекта.

9. Разработка и строительство в рамках квартала «Дом Парк» новой оздоровительной модели – комплекса спелеотдыха, спортивно-игровых площадок и лыжероллерной трассы, наличие которого будет благотворно влиять на здоровье граждан, создание добрососедских отношений, формирование любви к дворовой территории, своему дому и своей стране. Вырученные средства от коммерческой эксплуатации данного комплекса будут направлены на работу Научно-мониторингового центра и Администрации социально-жилищного обеспечения квартала «Дом Парк» с целью создания условий экономической независимости жизнеобеспечения объекта.

10. Разработка и внедрение в рамках жилого квартала «Дом Парк» новой модели управления коммунальным хозяйством – Администрации социально-жилищного обеспечения квартала «Дом Парк». Данная структура благодаря альтернативным источникам ресурсов и ресурсосбережения выведет работу жилищно-эксплуатационных служб на положительный уровень рентабельности, исключит потребление энергетических, сырьевых и финансовых ресурсов от внешних источников, полностью исключит государственные дотации на коммунальное обеспечение жилья и реально снизит стоимость коммунальных услуг для жителей квартала. По скромным подсчетам, исключение дотаций на коммунальное обеспечение квартала «Дом Парк» за 25 лет его эксплуатации для государства составит экономию в 35 млн долл. США.

Экономическая модель коммунального жизнеобеспечения объекта построена на основе извлечения обслуживающей компанией прибыли от функционирования альтернативных и возобновляемых источников энергетических и сырьевых ресурсов, от ведения предпринимательской, научной и хозяйственной де-



тельности, а также от оказания услуг по коммунальному обеспечению объекта. Принцип концепции «Дом Парк» ориентирован на минимизацию расстояний от источника энергетических и сырьевых ресурсов до их потребителя с целью снижения расходов на транспортировку ресурсов. При низкой стоимости обеспечения объекта сырьевыми и энергетическими ресурсами, а также за счет снижения объемов их потребления, т.е. ресурсосбережения, объектом в целом, снизится стоимость коммунальных услуг для владельцев квартир жилого квартала «Дом Парк».

11. Разработка и внедрение в рамках жилого квартала «Дом Парк» новой модели организации финансирования научных изысканий, мониторинга жизненного пространства человека и инженерных систем его жизнеобеспечения – Научно-мониторингового центра. Данная модель создаст условия поступления финансов на совершенствование разработок, обосновывающих проект и выработку новых инновационных решений за счет средств от работы экологически безопасных систем альтернативной энергети-

ки «ПАРГУЭС» и «РЭЙАН», а также от хозяйственной эксплуатации объектов квартала. Научно-мониторинговый центр призван осуществлять научное сопровождение функционирования систем жизнеобеспечения ресурсонезависимого квартала «Дом Парк», обеспечивая тем самым основы создания индустрии альтернативной энергетики и строительства производственных предприятий по выпуску ее комплектующих элементов в микрорайоне Сокол.

Идеи инновационного проекта «Дом Парк» оригинальны, что подтверждено международными патентами на изобретения. Аналоги в мировой практике отсутствуют. Успешное воплощение проекта имеет важное значение для страны в целом. Предлагаемые технологии в будущем могут открыть путь их широкому применению, внесут вклад в энергетическую независимость и экологическую безопасность республики, реализацию Государственной программы инновационного развития и Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития до 2020 года.

Ложечников И.А.,
главный инженер
ПРУП «Белорусский
цементный завод»

Газотурбинные установки в технологии приготовления сырьевой муки на Белорусском цементном заводе

В Республике Беларусь природный газ является основным видом топлива. Его эффективное использование имеет первостепенное значение как с точки зрения устойчивого экономического развития страны, так и с позиции охраны окружающей среды. Производственное республиканское унитарное предприятие «Белорусский цементный завод» (ПРУП «БЦЗ») – одно из трех предприятий страны, производящих цемент. Завод введен в эксплуатацию в сентябре 1996 г. Производственная мощность составляет 1200 тыс. т цемента в год. Впервые в республике на предприятии внедрен сухой способ производства цемента из высоковлажных мелов. Постоянная модернизация производства ПРУП «БЦЗ» в части увеличения общей мощности и снижения энергопотребления является залогом устойчивого положения предприятия на рынке.

ПРУП «Белорусский цементный завод» потребляет три вида энергоресурсов: электроэнергию, тепловую энергию, топливо. К началу 2004 г. здесь впервые в цементной промышленности республики для снижения объема закупаемой электроэнергии была введена в эксплуатацию установка мощностью 16 МВт, позволяющая при сжигании газа вырабатывать электроэнергию, а тепло отходящих газов использовать в технологическом процессе для сушки сырья. Работы по созданию на БЦЗ когенерационной энерготехнологической установки осуществлялись согласно поручению Президента Республики Беларусь.

Основное производство ПРУП «БЦЗ» сейчас включает в себя две печи обжига клинкера и две параллельно работающие линии подготовки сырья для обжига, которые производят измельчение до требуемого фракционного состава и сушку полуфабриката в мельни-

цах самоизмельчения «Аэрофол» размером 8,7×2,6 м и в молотковых мельницах. Сырьевая мука после предварительной декарбонизации поступает на обжиг во вращающиеся печи. Изначально генерация сушильного агента для «Аэрофола» осуществлялась посредством сжигания топлива в топке и последующего разбавления полученных продуктов сгорания воздухом.

1-я энерготехнологическая газотурбинная установка (ГТУ1)

Энерготехнологическая газотурбинная установка была разработана государственным научно-производственным комплексом газотурбостроения «ЗОРЯ»-»МАШПРОЕКТ», Украина (рис. 1, 2). Ее официальное название по контракту с поставщиком – ГТЭ-15Ц (газотурбинная электростанция 15-я цементная). Главное преимущество ГТУ перед обычными тепло- и электростанциями состоит в том, что преобразование энергии здесь происходит с большей эффективностью. При работе такой ГТУ



Рис. 1. ГТУ в составе технологической линии





Рис. 2. Газотурбинный двигатель внутри укрывающего кожуха

реализуется принцип когенерации, т.е. высокоэффективное использование первичного источника энергии – природного газа – приводит к получению двух форм полезной энергии – электрической и тепловой. При этом энергия дымовых газов с температурой примерно 414 °С составляет около 32,0 МВт.

После ввода в строй энерготехнологического модуля ГТЭ-15Ц на базе ГТУ на 1-й технологической линии изменился способ генерации сушильного агента. Отработавшие в турбине ГТУ дымовые газы подаются в качестве сушильного агента непосредственно в «Аэрофол-1». Топка мельницы «Аэрофол-1», работающая на природном газе, при этом выводится из постоянной работы и эксплуатируется только частично – для технологической регулировки необходимых параметров сушильного агента. Сохранилась и возможность генерации сушильного агента по прежней схеме в случае останова газотурбинной установки. За время, прошедшее со дня ввода мощностей в действие, подтверждена принципиальная работоспособность технологической линии. Сушильно-помольный агрегат надежно обеспечивает получение цементно-сырьевой смеси с заданными показателями влажности и дисперсности. Клинкер на основе приготовленной смеси имеет высокую активность и позволяет получить высокомарочный цемент.

Общий коэффициент полезного действия ГТУ составляет от 85,0 до 89,3%. Заложенные в проекте решения высокотехнологичны, что подтверждается следующим фактом: за истекший с ввода в эксплуатацию период (2004–2010 гг.) установка отработала с номинальной мощностью в среднем ежегодно более 8 тыс. ч, и это превышает показатели, достигнутые при использовании подобных ГТУ в энергетике, более чем на тысячу часов.

Потребление электроэнергии на ПРУП «БЦЗ» за 2008 г. составило 197,9 млн кВт·ч, выработка

ГТУ – 118,8 млн кВт·ч, что равняется 60% от потребления завода. Это позволило предприятию снизить удельный вес энергоресурсов в себестоимости продукции с 56 до 46% и получить экономию порядка 13 тыс. т у.т. в год. Внедрение когенерационной энерготехнологической установки привело к снижению себестоимости цемента на 27%.

ГТУ № 2

Успешный опыт эксплуатации позволил заводу приступить к работам по созданию второй очереди энерготехнологического комплекса, в которой предусматривался ввод в строй еще одной подобной ГТУ для 2-й линии сушики сырья подготовительного отделения.

Номинальная электрическая мощность ГТУ № 2 – 16 МВт. Расчетная годовая выработка электроэнергии – 128,0 млн кВт·ч. Энергия дымовых газов – 32,1 МВт, температура дымовых газов при номинальном режиме – +432 °С. Тепловая и электрическая мощности не являются постоянными величинами и могут изменяться в зависимости от условий окружающей среды.

Основные технические решения энерготехнологической газотурбинной установки на 2-й линии заключаются в следующем (рис. 3).

Часть отработанных дымовых газов после ГТУ № 2 направляется в загрузочную шахту технологической линии № 2, оставшаяся часть в качестве окислителя – в топку «Аэрофол-2», где параллельно дожигается топливо для получения требуемых параметров сушильного агента. Сырье (шихта) поступает в шахту, куда подается из топки сушильный агент. При этом в сечении загрузки шихты происходит подсос воздуха. На подмес к дымовым газам топки направляется часть дымовых газов существующей печи обжига № 1. Если печь не работает, на подмес к сушильному агенту 2-й линии направляются дымовые газы из газового коллектора. Далее смесь дымовых газов вместе с сырьем направляются в «Аэрофол-2». Проектом предусматривается работа существующей топки «Аэрофол-2» как в автономном режиме (когда ГТУ № 2 находится в ремонте), так и в комбинированном (при параллельной работе с ГТУ № 2).

Для обеспечения надежной работы мельницы температура сушильного агента должна быть не более 500 °С. Измельченный и подсушенный в мельнице «Аэрофол-2» полуфабрикат поступает в инерционный сепаратор с молотковой мельницей, где окончательно измельчается до требуемого фракционного состава и высушивается до конечной влажности. В мельницу частично также поступают дымовые газы от печи № 1 и коллектора. Затем

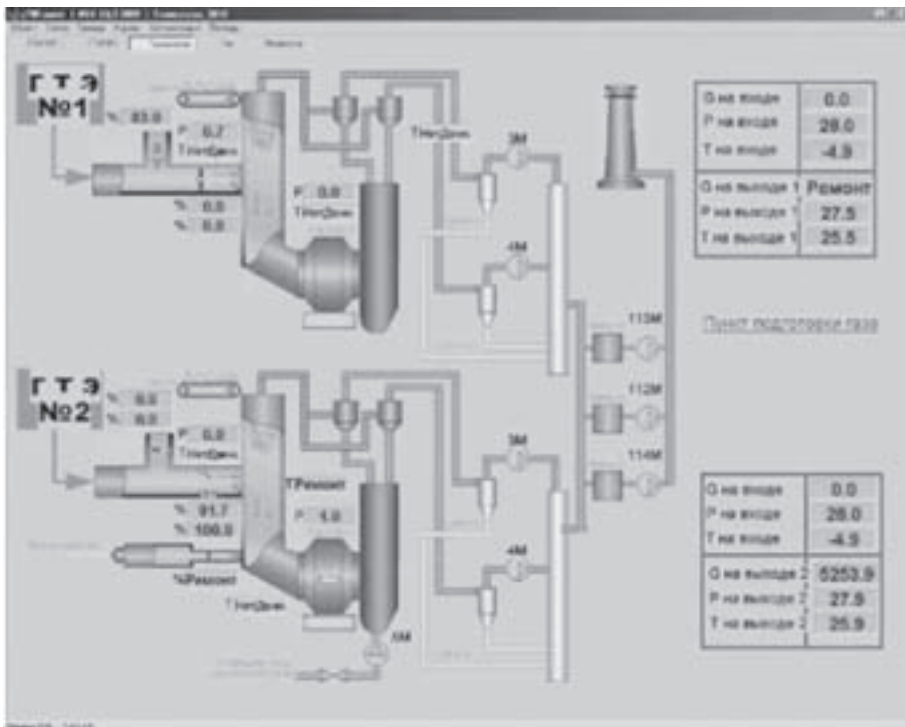


Рис. 3. Технологическая схема, отображаемая на дисплее центрального пульта управления

в разделителе фракций происходит выделение из потока крупной фракции (крупки), которая направляется на дополнительный домол в «Аэрофол-2» и далее по технологической цепочке, описанной выше.

Дальнейшая обработка потока сырья перед подачей его на обжиг связана с разделением отработанного сушильного агента и продукта. Перемещение газоздушного потока в газовый коллектор по тракту обеспечивается дымососами. Затем дымовые газы, проходя через электрофильтры посредством дымососов, сбрасываются в дымовую трубу высотой 105 м. В случае, когда «Аэрофол-2» не работает, предусмотрена подача дымовых газов от печи обжига в коллектор через колонны увлажнения.

Необходимо отметить, что при пусках и останове турбогенератора возможен сброс отработанных газов после турбогенератора в атмосферу через «байпасную» трубу высотой 20 м.

Работа энерготехнологической установки и, соответственно, выпуск продукции полностью осуществляются с помощью многоуровневой АСУТП. Исключение «человеческого фактора» из технологической производственной цепи, учет в технических решениях категоричности объектов энергоснабжения обеспечивают, с одной стороны, высокое качество продукции энерготехнологической установки, с другой – надежность снабжения потребителей.

Монтаж ГТУ № 2 осуществлен в феврале 2010 г. С вводом новой ГТУ в эксплуатацию значительно снизился расход природного газа на прямое сжигание топлива в топке

«Аэрофол-2» (около 4,0 тыс. т у.т./год), предприятие полностью обеспечило собственные потребности в электрической энергии (около 210,0 млн кВт·ч/год) и получило возможность отпускать в сеть РУП «Могилевэнерго» около 30,0 млн кВт·ч/год. Экономия по 2-й ГТУ составляет около 13 тыс. т у.т./год.

Стоимость строительства 2-й очереди составила 9980 тыс. белорусских рублей в ценах 1991 г. (\$11,81 млн). Высокая эффективность проекта подтверждена заключениями Минэкономики РБ и Главэкспертизы при Министерстве архитектуры и строительства. По оценке, чистый приведенный доход составляет 37 522 млн белорусских рублей, или \$23,75 млн, а срок возврата капитала – 4,5 года.

Годовая выработка электрической энергии по годам составила: ГТУ № 1: 2004 г. – 53,055 млн кВт·ч; 2005 – 92,887 млн кВт·ч; 2006 – 105,874 млн кВт·ч; 2007 – 118,912 млн кВт·ч; 2008 – 118,775 млн кВт·ч; 2009 – 125,807 млн кВт·ч; 2010 г. – 116,698 млн кВт·ч – ГТУ № 1 и 125,807 млн кВт·ч – ГТУ № 2. Расход природного газа – около 5100 нм³/ч. Электрический КПД равен 33,4%.

Существующая тенденция увеличения стоимости органического топлива приводит к повышению показателей эффективности использования инвестиционных ресурсов по проекту, что вытекает из структуры себестоимости производства электрической энергии и сушильного агента, где доля топливной составляющей является доминирующей. Ее и уменьшает комбинированная генерация указанных продуктов.



Бибик М.С.,
канд. техн. наук, директор
ОАО «Завод СЖБ № 1»

Бабицкий В.В.,
д-р техн. наук, профессор
кафедры «Технология
бетона и строительные
материалы» БНТУ

О возможности расчета энергосберегающих режимов тепловлажностной обработки бетона

Введение

Назначение тепловлажностной обработки бетона в технологии бетонных и железобетонных изделий – получение в кратчайшие сроки продукции, отвечающей заданным требованиям. Но чтобы ускорить процессы твердения бетона, его необходимо разогреть до определенной температуры.

Весь классический режим тепловлажностной обработки бетона распадается на последовательные этапы: предварительная выдержка (без внешней подачи теплоты), подъем температуры (затраты энергии на разогрев как бетона изделий, так и конструкций теплового агрегата, а также на потери теплоты в окружающую среду), изотермическая выдержка (потери теплоты в окружающую среду), охлаждение (массированный выброс теплоты в окружающую среду). Перечисленные статьи расхода теплоты неизбежны для любых режимов твердения и тепловых агрегатов.

Тогда закономерен вопрос: как же экономить энергию?

Задача решается по нескольким направлениям. Совершенствуются сами тепловые агрегаты, обычно посредством эффективной внутренней тепловой изоляции, в результате чего сокращаются затраты на разогрев конструкций камеры и на потери во внешнюю среду, создаются условия для сокращения периода изотермической выдержки или его полного отказа. Корректируются составы бетонной смеси с целью повышения темпа твердения цемента, например снижением водоцементного отношения (обычно посредством введения пластифицирующих добавок) и применением добавок ускорителей процессов твердения бетона. Совершенствуются методики расчета режимов тепловлажностной обработки бетона

посредством учета всего комплекса влияющих факторов, в том числе и тепловыделения цемента при твердении бетона.

Какие же направления экономии энергии обрабатываются на ОАО «Завод СЖБ № 1»?

Совершенствование тепловых агрегатов

На ОАО «Завод СЖБ № 1» достаточно смело реализуются новые веяния в технологии бетона. Здесь осуществляется не только обработка энергосберегающих режимов тепловлажностной обработки бетонных и железобетонных изделий, но и другие направления: дробление на месте железобетонных конструкций с последующим использованием стальной арматуры и крупного заполнителя, помол растворной части бетона с использованием продукта в качестве минеральной добавки в бетонные смеси, производство пустотных мелкоштучных блоков из арболита при утилизации собственных отходов деревообработки и пр. При этом все направления реализуются комплексно.

В частности, мелкоштучные блоки кроме своего прямого предназначения были использованы для совершенствования существующих ямных пропарочных камер. Часть пропарочных камер на заводе реконструирована (рис. 1) посредством утепления наружных ограждающих конструкций, традиционно выполненных из тяжелого бетона. Это реализовывалось путем кладки пустотелых блоков из арболита на всю высоту камер. Перегородки изолировались с использованием пеностекла. Во избежание намочения полученного термоизоляционного слоя вследствие контакта с паром и водой и повышения ввиду этого коэффициента теплопроводности кладка зашивалась металлическими листами.

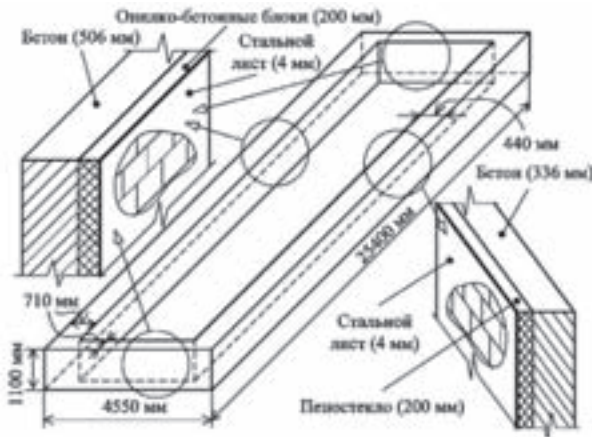


Рис. 1. Традиционные режимы тепловой обработки бетонных и железобетонных конструкций

Казалось бы, что может дать такая примитивная (на первый взгляд) термоизоляция в сравнении с широко рекламируемыми современными материалами? Как показали эксперименты, реконструированные камеры хорошо удерживают накопленную энергию и позволяют полностью отказаться от стадии изотермической выдержки изделий, т.е. полноценно реализовать энергосберегающие режимы тепловлажностной обработки бетона. Прикидочные расчеты свидетельствуют, что даже при такой теплоизоляции годовой экономический эффект от модернизации одной камеры может составить до \$1500 при стоимости 1 Гкал пара около \$25. И затраты на дополнительную тепловую изоляцию камеры окупаются уже за один-два года ее эксплуатации.

Назначение традиционного энергосберегающего режима тепловлажностной обработки бетона

Считается, что минимальная стоимость – у термосного режима тепловой обработки (рис. 2). Он предполагает разогрев бетона до определенной температуры, а затем отключение подачи теплоносителя. Стадия изотермической выдержки либо полностью отсутствует, либо минимальна.

Для реализации таких энергосберегающих режимов тепловой обработки инженеры-технологи пользуются рекомендациями, приведенными в [1], обобщенная схема расчета по которым представлена на рис. 3.

Включение в схему расчета упрощенного расчета теплового баланса позволило существенно повысить точность конечных результатов. А расчет коэффициента полезного использования тепловой энергии позволяет инженерам-технологам оценить эффективность различных вариантов тепловой изоляции камер. Показатель длительности остывания камеры «А», рассчитываемый по приведенной на рис. 3 формуле, характеризует инерционность пропарочной камеры. Он зависит от удельной теплоемкости ($c_b, c_m, c_{ок}$), плотности ($\rho_b, \rho_m, \rho_{ок}$) и объема ($V_b, V_m, V_{ок}$) бетона изделий, металла, ограждающих конструкций соответственно, а также от коэффициентов теплопередачи (K_1, K_2, K_3, K_4) и площади поверхности (F_1, F_2, F_3, F_4) наружных стен выше нулевой отметки пола, наружных стен ниже нулевой отметки пола, днища, крышек соответственно. Величины коэффициентов берутся из соответствующих таблиц в зависимости



Рис. 2. Энергосберегающий режим тепловлажностной обработки бетона



от конструктивных особенностей теплового агрегата.

Анализ представленной на рис. 3 модели расчета показывает ее некоторую ограниченность по следующим основным причинам:

- все факторы носят дискретный характер: классы бетона по прочности на сжатие С12/5, С16/20, С25/30 и С30/37; распалубочная прочность 50, 60 и 70%; показатель длительности остывания камеры «А» 10...40, 41...80 и 81...150 ч; оборачиваемость камер в сутки 1,0 и 1,5. Следовательно, возникает очевидная неопределенность при использовании других значений факторов. Яркий пример: как рассчитать (или назначить) режим тепловой обработки в выходные и праздничные дни?
- в числе факторов влияния отсутствует состав бетона (в первую очередь расход, вид и минералогический состав цемента, вид и количество химических добавок), из чего следует, что не учитываются темп твердения бетона и тепловыделения цемента, а это сказывается как на расходе теплоносителя,

так и длительности термосной выдержки;

- недостаточен учет теплофизических характеристик теплового агрегата, в котором осуществляется твердение изделий;
- нет связи режима тепловой обработки с внешними условиями. Пример – для идентичных тепловых агрегатов, расположенных в цехе и на полигоне (особенно зимой), режимы тепловой обработки должны быть различными;
- отсутствует основной критерий эффективности выбранного режима тепловой обработки – его стоимость. Именно минимальная цена затрат на тепловую обработку (естественно, при обеспечении всех требуемых характеристик твердеющего бетона) должна являться целью инженера-технолога.

Таким образом, следуя представленной на рис. 3 схеме, инженер-технолог фактически назначает (а не рассчитывает!) режим тепловой обработки бетона без учета всего многообразия влияющих факторов.



Рис. 3. Схема расчета термосных режимов тепловлажностной обработки тяжелого бетона по ТКП 45-5.03-13-2005

Расчет энергосберегающего режима тепловлажностной обработки бетона

Учитывая отмеченные недостатки анализируемой схемы (рис. 3), на наш взгляд представляется, что энергосберегающий режим тепловлажностной обработки бетонных и железобетонных изделий целесообразнее рассчитывать (проектировать), причем с обязательным условием его минимальной стоимости, для чего, естественно, необходимы соответствующие инструменты. К сожалению, разработанная ранее модель для полноценных классических режимов [2, 3] не позволяет автоматически рассчитывать и термосные режимы тепловой обработки. Для реализации последней задачи потребовалась существенная коррекция принципов расчета.

Проектирование энергосберегающих режимов тепловой обработки бетона предлагается по следующей схеме расчетов (рис. 4). Она базируется на том, что свойства бетона, формирующиеся в процессе твердения, определяются кинетикой изменения степени гидратации цемента, зависящей от свойств цемента,

та, состава бетонной смеси, температурно-влажностных условий и времени твердения, вида и дозировки химических добавок, особенностей технологии производства изделий.

Как оказалось, степень гидратации цемента на любой стадии твердения бетона можно с достаточной точностью рассчитывать, для чего разработана соответствующая математическая модель [4]. А это, в свою очередь, открывает возможность отслеживать кинетику тепловыделения цемента, изменение температуры в камере и бетоне на стадии термосной выдержки и, что весьма важно, физико-механические характеристики бетона [5]. Такая схема расчетов показала свою приемлемость при практической реализации модели применительно к монолитным конструкциям [6].

Естественно, возникла идея адаптировать уже отработанную математическую модель применительно к расчету (проектированию) энергосберегающих (критерий – минимальная стоимость) режимов тепловой обработки сборных бетонных и железобетонных конструкций.



Рис. 4. Схема проектирования энергосберегающих режимов тепловой обработки бетона



Для облегчения и повышения точности расчетов разработан программный продукт, основные окна которого представлены на рис. 5.

Рассмотрим последовательность расчетов. Вначале посредством любого известного метода проектируют состав бетона. Затем пе-

реходят к расчету термосного режима тепло-влажностной обработки бетона.

Окно «Конструкция камеры» предназначено для ввода общих характеристик ямной пропарочной камеры: длина, ширина, высота над полом, заглубление, масса металлических частей в камере, конструкция стенок, крышки

Термосное твердение бетона в ямной пропарочной камере

Файл Конструкция камеры Общие характеристики Расчет режима твердения

Техническая характеристика камеры

Внутренние размеры пропарочной камеры, м

высота над полом
заглубление
длина
ширина

длина м
ширина м
высота над полом м
заглубление м

Стенки (послойно)

№ слоя, начиная от изделий: 1 2 3 4 5 6 7

Толщина, мм

Материал (плотность, кг/м куб)

Крышка (послойно)

№ слоя, начиная от изделий: 1 2 3 4 5 6 7

Толщина, мм

Материал (плотность, кг/м куб)

Термосное твердение бетона в ямной пропарочной камере

Файл Конструкция камеры Общие характеристики Расчет режима твердения

Общие характеристики

Изделия:

Объем, м куб:
- изделия
- бетона в изделиях
Масса форм, кг
Количество форм

Цемент:

Группа эффективности при использовании: I B III

Марка: 300 400 500 550 600

портландцемент шлакопортландцемент

Состав бетона, кг/м куб:

Цемент
Песок
Щебень
Вода

Бетон:

Класс бетона Распалубочная прочность, % 50 60 70

Термосное твердение бетона в ямной пропарочной камере

Файл Конструкция камеры Общие характеристики Расчет режима твердения

Режим термосного выдерживания изделий

Период подъема температуры:		Период термосного выдерживания:	
Количество расходуемой теплоты, кДж:		Количество расходуемой теплоты, кДж:	
на нагрев бетона изделий	1410562	потери теплоты через стенки	95204
на нагрев металла форм	438149	потери теплоты через крышку	66997
на нагрев ограждающих конструкций	1731694	потери теплоты через дно	33046
на нагрев конструктивной крышки	113408	потери теплоты через гидрозащит	138688
на нагрев дна камеры	1318557	на испарение воды затворения	607739
на нагрев пароизоляционной среды	48906	Теплота экзотермии, кДж:	68236
потери теплоты через стенки	60583	Суммарные потери теплоты, кДж:	1165957
потери теплоты через крышку	46901		
потери теплоты через дно	23132		
потери теплоты через гидрозащит	48475		
потери теплоты с конденсатом	519146		
испарение воды затворения	303870		
Теплота экзотермии, кДж:	4767		
Суммарные потери теплоты, кДж:	7834629		
Идеальный расход теплоты, кДж/м куб	522367		
Идеальный расход пара, кг/м куб	222		
		Итого:	
		Идеальный расход теплоты, Гкал/м куб	.125
		Идеальный расход пара, кг/м куб	222
		Идеальная стоимость тепловой обработки, у.е./м куб	3.12

Коэффициент полезного действия камеры, % Предварительная выдержка, ч

Показатель длительности остывания камеры "А" Подъем температуры, ч

Температура разогрева бетона, град С Термосное выдерживание, ч

Рис. 5. Окна компьютерной программы для расчета энергосберегающих режимов тепло-влажностной обработки тяжелого бетона

и днища камеры (число слоев тепловой изоляции, толщина и материал каждого слоя). Виды теплоизоляции выбирают из имеющегося списка, а необходимые для расчета характеристики (коэффициент теплопроводности, плотность) вводятся автоматически.

Ввод исходных влияющих факторов продолжают в окне «Общие характеристики»: объем изделия, объем бетона в изделии, масса и количество форм в камере, начальная температура бетонной смеси, температура воздуха в цехе (или на полигоне), коэффициент потери теплоты и степень сухости пара, марка и вид цемента, группа активности цемента при пропаривании, состав бетона (включая добавки – ускорители твердения), оборачиваемость камеры и стоимость 1 Гкал пара.

Далее переходят к окну «Расчет режима твердения», где инженер-технолог получает необходимую для дальнейшего анализа информацию: тепловой баланс камеры, удельные расходы теплоты и пара, время предварительной выдержки, подъема температуры и термосного выдерживания, а также температура разогрева бетона. Кроме того, рассчитываются коэффициент полезного действия камеры и показатель длительности ее остывания «А». Для сравнения различных вариантов тепловой обработки выдается и ее удельная стоимость.

В настоящее время компьютерная программа проходит апробацию на ОАО «Завод СЖБ № 1» Республики Беларусь при расчетах термосных режимов тепловой обработки железобетонных изделий в ямных пропарочных камерах как в цехах, так и в полигонных условиях.

Выводы

1. Реализована система совершенствования ямных пропарочных камер посредством внутренней тепловой изоляции мелкоштучными блоками из арболита, позволяющая за один-два года окупить затраты на их модернизацию.

2. Предложена схема многофакторного проектирования энергосберегающих режимов тепловой обработки бетона, основывающаяся на расчете степени гидратации цемента, определяющей, в свою очередь, кинетику тепловыделения цемента и конечные физико-механические характеристики бетона.

3. Разработана компьютерная программа для расчета основных параметров тепловлажностной обработки бетона по термосным режимам, включая и стоимость. Программа проходит апробацию при расчетах режимов твердения бетонных и железобетонных изделий в ямных пропарочных камерах.

Литература

1. ТКП 45–5.03–13–2005. Изделия бетонные и железобетонные сборные. Правила тепловлажностной обработки. – Мн.: Стройтехнорм, 2006. – 59 с.

2. Бабицкий, В.В. Элементы проектирования режима тепловлажностной обработки бетона / В.В. Бабицкий, Н.В. Суходоева // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров Республики Беларусь: сб. трудов XV Междунар. научн.-метод. семинара. – Новополоцк, 2008. – С. 139–143.

3. Бибик, М.С. К возможности проектирования режима тепловой обработки бетона в ямных пропарочных камерах / М.С. Бибик, Н.В. Суходоева, В.В. Бабицкий // Строительная наука и техника. – 2009. – № 2. – С. 58–63.

4. Бабицкий, В.В. Прогнозирование степени гидратации цемента с химическими добавками / Бабицкий В.В. // Материалы, технологии, инструменты. – 2005. – № 1. – С. 76–79.

5. Суходоева, Н.В. Анализ формул для расчета прочности бетона на сжатие / Н.В. Суходоева, В.В. Бабицкий // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2009. – № 3. – С. 139–147.

6. Бабицкий, В.В. Прогнозирование характеристик твердеющего тяжелого бетона / В.В. Бабицкий, С.Д. Семенюк, М.С. Бибик // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Збірник наукових праць. Випуск 18. – Рівне, 2009. – С. 3–12.



Вавилов А.В.,
д-р техн. наук,
профессор, иностранный
член Российской
академии архитектуры
и строительных наук,
генеральный директор
БНОСТМ, заведующий
кафедрой «Строительные
и дорожные машины» БНТУ

Система топливообеспечения МВт котельных Минсккоммунтеплосетей для отопления жилых зданий г. Минска

В условиях постоянного подорожания традиционных импортируемых энергоносителей актуальным для Беларуси является вопрос перевода энергетических установок на использование местных видов топлива (МВТ). Неслучайно поэтому появление Постановления Совета Министров РБ № 1076 от 19.07.2010 г. «Об утверждении Государственной программы строительства энергоисточников на местных видах топлива в 2010–2015 годах», согласно которому намечается ввод в эксплуатацию энергоисточников, работающих на МВТ, энергетической мощностью 39,45–47,45 МВт и тепловой порядка 1025 МВт.

Однако надлежашей системы топливообеспечения таких энергоисточников в республике не создано. Это в полной мере относится и к УП «Минсккоммунтеплосети», где целесообразно создать эффективную систему, включающую в свою структуру техническое оснащение для производства топливной щепы и доставки ее на котельные предприятия.

Сегодня в системе «Минсккоммунтеплосети» на получение энергии из топливной щепы ориентирована котельная «Сокол» в г. Минске. На ней установлены 2 котла по 2,5 МВт мощностью каждый. Суточная потребность этой котельной в щепе в отопительный период достигает 100 м³, в летний – 25 м³. Тогда годовая потребность примерно равна:

$$100 \text{ м}^3/\text{сут} \times 203 \text{ сут} + 25 \text{ м}^3/\text{сут} \times 162 \text{ сут} = 24 \text{ 350 м}^3/\text{год}.$$

Щепа поступает в основном из Минского леспаркхоза, реже из Логойского и Узденского лесхозов, по цене примерно 70 тыс. руб.

за 1 плотный м³, влажностью на уровне 50%, фракционным составом 2х3 см, отдельные щепки достигают 5–7 см.

Намечен ввод в эксплуатацию котельной в пос. Сосны Минского р-на. На ней будут функционировать 2 котла на 3 МВт каждый, т.е. суммарной тепловой мощностью 6 МВт. Для такой котельной годовая потребность в щепе – примерно 30 000 м³/год. Тогда годовая потребность в щепе для Минсккоммунтеплосетей составит 54 350 м³/год. Это требует поиска новых поставщиков или, учитывая сложность решения задачи, нужно начинать производство щепы собственными силами.

Поскольку щепа сегодня поступает от поставщиков, относящихся к разным ведомствам, то у каждого из них принята своя технология и свой набор техники для ее производства. Из собственных специальных технических средств для заготовки щепы и подачи ее в топку в Минсккоммунтеплосетях имеется щеповоз на базе МАЗа вместимостью кузова для щепы 40 м³, а также одноковшовый фронтальный погрузчик «Амкодор 522» на базе шасси «Кесла». Щепа завозится и выгружается под навес-склад, обеспечивая 5-суточный запас. Из склада с помощью погрузчика она подается в бункера с подвижным полом, благодаря которому поступает на скребковые конвейеры, ведущие в одном случае к топке, а на пути ко 2-му котлу смонтирована сушилка для подсушки щепы, использующая собственный утилизируемый теплоноситель.

Принятая технология и технические средства заготовки щепы поставщиками (в основном лесхозами) малоэффективна, а порой и затратна. Повлиять на совершенствование

технологии производства щепы с целью снижения ее себестоимости, а соответственно цены, не представляется возможным, поэтому целесообразно на исследуемом предприятии иметь свою систему топливообеспечения на основе эффективных технологий и технических средств.

Поскольку сложившаяся система топливообеспечения котельных Минсккоммунтепловосетей себя не оправдывает, предлагается осуществить поиск организаций, которые совместно с уже известными могут полностью обеспечить котельные Минсккоммунтепловосетей топливной щепой и обосновать эффективную технологию и технические средства для заготовки щепы собственными силами.

Нами проведен поиск организаций, которые согласны продавать готовую топливную щепу Минсккоммунтепловосетям, и их адреса переданы предприятию. Поскольку цена на щепу этих организаций высока, а поставки могут быть нестабильными, целесообразно обосновать эффективную систему топливообеспечения собственными силами.

Щепу для энергетических установок сегодня чаще всего получают из дровяной древесины. Однако в последнее время в Минском регионе наблюдается нехватка дров, даже для населения.

Переговоры, проведенные с руководством Минского лесхоза, показали, что причиной нехватки дров является недостаточные людские ресурсы этого учреждения. Возможен вариант самозаготовки силами Минсккоммунтепловосетей через заключение договоров со спецпредприятиями или путем создания собственной лесозаготовительной бригады и оснащения ее бензопилами и трелевщиками. Тем более что сырьевой топливной базы в Минском регионе достаточно. За счет ежегодных ветровалов путем самозаготовки можно получать дрова и из близлежащих к поселку Сосны Червенского и Березинского лесхозов. Сложность вопроса в другом.

Щепу из дров многие предприятия заготавливают в лесу с помощью мобильных рубильных машин (сжигающих дизтопливо), у которых под нагрузкой простаивают щеповозы. Себестоимость заготовки получается высокой, что требует существенно усовершенствовать применяемую технологию и подобрать эффективные технические средства для ее реализации. Рассмотрим два возможных технологических варианта заготовки щепы из дров.

Вариант 1. Он широко применяется в республике, но известен как малоэффективный [1]. Дрова складываются в лесу, к ним подъез-

жает мобильная рубильная машина (чаще отечественная МР-40) и начинает производить щепу. Привод рабочего оборудования рубильной машины осуществляется от дизельного двигателя. Щепу тут же подается в ряд стоящий щеповоз, заполняя его кузов. Чем больше вместимость кузова, тем дольше он стоит под погрузкой. В межсезонье из-за распутицы доставка щепы из леса затрудняется, а заготовка ее впрямую влечет за собой трудности хранения.

Вариант 2. Согласно этому варианту, дрова из леса доставляются к котельной с помощью сортиментовозов, которые имеются в каждом лесхозе и недостаточно загружены. У котельной создается асфальтированная площадка, на ней из привезенных дров формируются штабеля для хранения и предварительной подсушки перед измельчением на щепу. Объем дров завозится с таким расчетом, чтобы в период бездорожья в лес сортиментовозы не посылать. Период бездорожья – не более 2 недель в марте–апреле, когда затрудняется перемещение сортиментовоза по лесной дороге. Рядом со штабелями дров предлагается монтировать стационарную рубильную машину мощностью 160 кВт, оснащенную полноповоротным манипулятором с захватом для дров.

Сегодня в Беларуси стационарная рубильная машина мощностью 160 кВт не выпускается. Вопрос ее производства решается на заводе МЗОР (г. Минск).

Хорошо зарекомендовала себя немецкая машина НЕМ-561 STA. Приводим ее краткие характеристики в базовой комплектации:

Тип – барабанная, многолезцовая.

Привод – электродвигатель 160 кВт.

Число ножей – 10 шт.

Производительность на дровах с двигателем 160 кВт – 70 нас. м³ в час.

Длина стола подачи – 3 м (конвейер 2 м + лоток 1 м).

Размер окна подачи – 560x1000 мм.

Максимальный диаметр древесины – 560 мм (мягкая), 420 мм (твердая).

Возможные размеры ячейки сита сепаратора – 33x35, 45x45, 60x60 мм (либо по заказу).

Точки смазки выведены на центральную панель.

Общий вес – около 10,5 т.

Цена с учетом шеф-монтажа и обучения обслуживающего персонала НЕМ-561 STA в базовой комплектации – 135 530 евро;

Опции:

ротор с двойным количеством ножей – 1 586 евро;



конвейер сбора под машиной (длина 4 м, ширина 1,0 м) – 11 020 евро;

выгрузной конвейер (длина 5 м, ширина 1,2 м) – 14 660 евро;

удлинение подающего конвейера на 1 м – 3350 евро;

удлинение выгрузного конвейера на 1 м – 1 830 евро;

доплата за электродвигатель 200 кВт – 3 760 евро;

автоматическая смазка – 4 690 евро;

канальное радиоуправление – 2 280 евро.

Опции могут быть включены в цену машины.

Срок поставки:

12–16 недель с даты получения авансового платежа.

Условия оплаты:

30% – авансовый платеж;

70% – перед отгрузкой с завода изготовителя.

Гарантийный срок: 24 месяца или 2000 моточасов (что наступит ранее).

На выходе из рубильной машины монтируется конвейер, который может непосредственно подавать получаемую щепу на склад котельной или в съемные контейнеры топливоза. Погрузка и выгрузка щепы осуществляется с помощью системы «мультилифт».

Техническая характеристика топливоза на базе автомобиля МАЗ-6501А3:

Технически допустимая общая масса автомобиля, кг 27500

Распределение технически допустимой общей массы, кг:

на переднюю ось, 7500

на ось ведущей тележки, 20000

Полная масса автомобиля с механизмом смены кузова (без кузова) в снаряженном состоянии, кг 12 900 (13 050)

Технически допустимая грузоподъемность, кг 14500

Объем платформы, м³ 35

Двигатель ЯМЗ–6562.10.V-8 (euro-3)

Мощность двигателя, л.с. 270

Коробка передач ЯМЗ–2361

или ЯМЗ–336

Число передач КП 5 или 6

Подвеска:

передняя малолистовая рессорная

задняя многолистовая

рессорно-балансирная

Передаточное отношение ведущих мостов 4,82; 5,08

Максимальная скорость, км/ч 90

Объем топливного бака, л 300

Для подвозки дров от удаленных штабелей в зону работы манипулятора рубильной машины предлагается использовать лесопогрузчик, оборудованный челюстным захватом.

Лесопогрузчик «Амкодор 352 Л». Оснащен челюстным захватом с выталкивателем и удлиненной стрелой. Имеет защиту снизу основных узлов. Выпускается с быстросъемным устройством и быстросъемными рабочими органами (ковш для щепы, вилы и др.).

Технические данные:

Грузоподъемность, кг 5000

Ширина захвата, мм 1220

Мин. диаметр охвата, мм 200

Макс. диаметр охвата, мм 1300

Макс. площадь охвата, м² 1,5

Высота разгрузки, мм:

при горизонтальном положении, лап 4445

при угле разгрузки 15°, мм 4000

при угле разгрузки 58°, мм 3055

Вылет, мм

при горизонтальном положении лап 2095

при угле разгрузки 15°, мм 2045

при угле разгрузки 58°, мм 1350

Мощность двигателя, кВт (л.с.) 109 (148)

Трансмиссия гидромеханическая

Скорость транспортная, км/ч до 33.5

Эксплуатационная масса, кг 14300

Длина, мм 8500

Ширина, мм 2450

Высота, мм 450

Дорожный просвет, мм 400

Этот же лесопогрузчик, но только оборудованный раскалывающим устройством, рекомендуется для раскалывания на куски толстых бревен, которые не пропускает подающее устройство рубильной машины [2].

Возможно навешивание раскалывающего устройства на манипулятор стационарной рубильной машины.

Схема предлагаемого узла для производства топливной щепы на базе стационарной рубильной машины представлена на рис. 1.

Проведены расчеты по определению себестоимости заготовки щепы из дров по 1-му и 2-му вариантам. Результаты приведены в таблицах 1, 2 и графически представлены на рис. 2.

Из таблиц и графиков следует, что производство щепы из дров на стационарной рубильной машине почти в 2 раза выгодней, чем в лесу. Главное преимущество этого варианта заключается в экономии затрат на доставку древесины от лесосеки к энергоисточнику и замене дорогого дизельного топлива, необ-

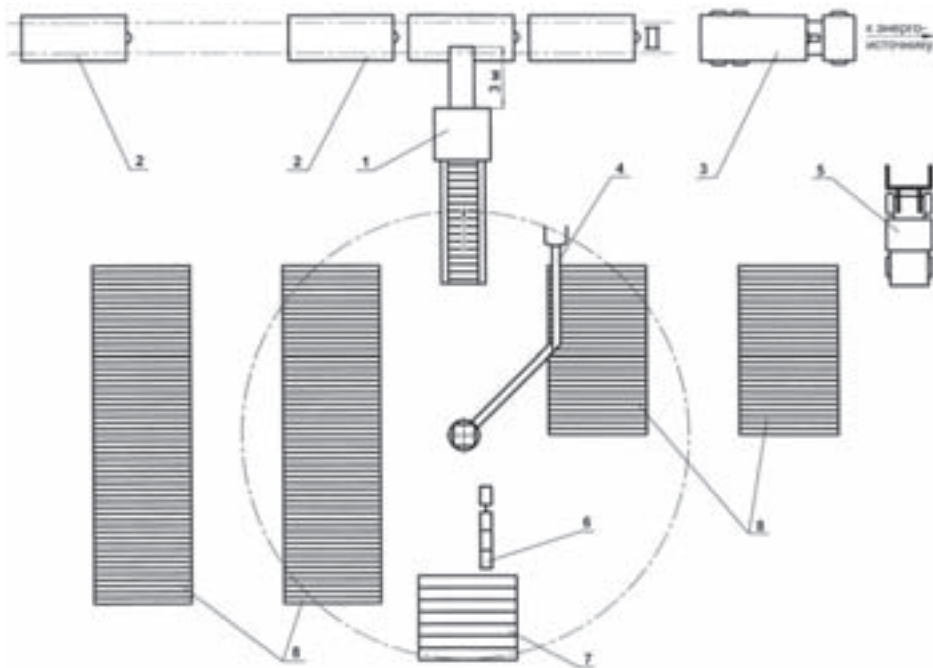


Рис. 1. Схема узла для производства топливной щепы.

1 – стационарная рубильная машина; 2 – съемные контейнеры; 3 – контейнерный топливозовоз с системой «мультилифт»; 4 – манипулятор; 5 – погрузчик с челюстным захватом; 6 – раскалывающее устройство; 7 – склад толстых бревен диаметром до 1 м и длиной до 6 м; 8 – штабеля дров

ходимого на привод мобильной рубильной машины, электроэнергией, зачастую генерируемой энергоисточником, сжигающим древесное топливо.

В представленных расчетах не учитывалась разница в стоимости затрат на топливо, расходуемое на привод рубильной машины. Ее можно определить как

$$U_m = (b_g \cdot \bar{C}_g - \bar{\Theta}_m \cdot \tau_{ээ}),$$

где b_g , $\bar{\Theta}_m$ – удельный расход дизельного топлива и электроэнергии на получение 1 м³ щепы;

\bar{C}_g , $\tau_{ээ}$ – цена дизельного топлива и тариф (себестоимость) на электроэнергию.

В практике Минскомунтеплосетей может возникнуть ситуация, когда на какой-то период дрова заготавливать станет невозможно, и будет предложено получать щепу из тонкомерных деревьев мягколиственных пород естественного лесовозобновления в лесных хозяйствах или при реконструкции лесополос вдоль дорог и расчистке полосы отвода [3].

По технологии производства щепы в таких случаях срезка маломерных деревьев и их укладка в кучи осуществляется валочно-пакетирующей машиной или с использованием бензопилы. Сбор тонкомерных деревьев, их вывозку к месту переработки на щепу и складирования в штабеля для предварительной подсушки производит подъемно-транспортная ма-

Таблица 1

Технико-экономические показатели применяемой технологии заготовки щепы из дровяной древесины

Показатели	Производство щепы на рубильной машине в лесу	Доставка щепы щеповозом на резервный склад или к мини-ТЭЦ	Погрузка щепы на резервном складе в транспортное средство	Вывозка щепы из резервного склада к энергоисточнику
Производительность в смену	110 м ³ /см	30,5 м ³ /см на 50 км	242,1 м ³ /см	114,4 м ³ /см
Стоимость машино-смены	1133990 руб./маш.-см.	463154 руб./маш.-см.	358712 руб./маш.-см.	199248 руб./маш.-см.
Себестоимость	10309 руб./м ³	15185 руб./м ³	1482 руб./м ³	1742 руб./м ³
Себестоимость в руб./т у.т.	39586 руб./т у.т.	58310 руб./т у.т.	5691 руб./т у.т.	6689 руб./т у.т.
Общая себестоимость в руб./т у.т.	50 км	Σ 110276 руб./т у.т.		
	25 км	Σ 55138 руб./т у.т.		



Технико-экономические показатели предлагаемой технологии заготовки щепы из дровяной древесины

Показатели	Вывозка дров из леса сортиментовозом на резервный склад	Доставка дров с резервного склада к стационарной рубильной машине	Переработка дров на щепу стационарной рубильной машиной и подача ее к энергоисточнику	Раскалывание крупномерной дровяной древесины
Производительность в смену	43,6 м ³ /см	114,4 м ³ /см	136 м ³ /см	133,5 м ³ /см
Стоимость машино-смены	510623 руб./маш.-см.	36036 руб./маш.-см.	464232 руб./маш.-см.	36752 руб./маш.-см.
Себестоимость	11712 руб./м ³	315 руб./м ³	3413 руб./м ³	275 руб./м ³
Себестоимость в руб./т у.т.	45046 руб./т у.т.	1212 руб./т у.т.	13127 руб./т у.т.	1058 руб./т у.т.
Общая себестоимость в руб./т у.т.	50 км	∑ 60443 руб./т у.т.		
	25 км	∑ 37920 руб./т у.т.		

шина типа Амкорд 2652 или МПТ-461, выпускаемая Мозырским машиностроительным заводом.

Переработка уложенных в штабеля тонкомерных деревьев и сложенных древесных отходов осуществляется мобильной рубильной машиной типа Беларусь МР-25, оборудованной бункером-перегрузчиком. При заполнении бункера машина транспортирует щепу на небольшие расстояния и перегружает ее в контейнер контейнерного щеповоза, который доставляет щепу на склад энергетической установки [4].

Произведен расчет по определению эффективности от применения топливовоза с системой «мультилифт» по сравнению с известными щеповозами. Сравнивались стоимости транспортировки топливной щепы автомобилем МАЗ-630305 с системой «мультилифт» и широко применяемым щеповозом ЛТ-7А (при среднем расстоянии вывозки щепы 50 км).

В расчете принят топливовоз с прицепом. Если плечо доставки щепы от объекта «Сосны» до объекта «Сокол» составляет око-

Таблица 3

Сравнение стоимости транспортировки топливной щепы

Применяемый щеповоз ЛТ-7А	Предлагаемый топливовоз с системой «мультилифт»
$P_3 = \frac{60V}{t_{\text{загр}} + t_{\text{тр}} + t_{\text{разгр}} + t_{\text{ох}}} = \frac{60 \cdot 37}{50 + 60 + 10 + 54} = 12,76 \text{ м}^3/\text{ч}$	$P_3 = \frac{60V}{t_{\text{загр}} + t_{\text{тр}} + t_{\text{разгр}} + t_{\text{ох}}} = \frac{60 \cdot 72}{20 + 60 + 24 + 54} = 27,34 \text{ м}^3/\text{ч}$
$C_{\text{тщ}} = \frac{C_{\text{м-ч}}}{P_3} = \frac{69846}{12,76} = 5473,8 \text{ руб./м}^3$	$C_{\text{тщ}} = \frac{C_{\text{м-ч}}}{P_3} = \frac{76040}{27,34} = 2781 \text{ руб./м}^3$

Здесь P_3 – эксплуатационная производительность транспортного средства, м³/ч;

V – вместимость транспортного средства, м³;

$t_{\text{загр}}$ – время загрузки, мин;

$t_{\text{тр}}$ – время транспортирования груза, мин;

$t_{\text{разгр}}$ – время разгрузки, мин;

$t_{\text{ох}}$ – время обратного хода, мин;

$C_{\text{тщ}}$ – себестоимость транспортировки топливной щепы, руб./м³;

$C_{\text{м-ч}}$ – себестоимость машиночаса транспортного средства, руб./м³.

Таблица 4

Технико-экономические показатели предлагаемой технологии заготовки щепы из лесосечных отходов

Показатели		Вывозка отходов с лесосеки на верхний склад транспортно-погрузочной машиной МТПЛ-5-11	Переработка лесосечных отходов на щепу рубильной машиной Беларус МР-25 с доставкой к контейнерам топливозова	Доставка щепы к мини-ТЭЦ топливозовом (МАЗ-630305-241)
Производительность в смену		17,3 м ³ /см	30,7 м ³ /см	46 м ³ /см
Стоимость машино-смены		245152 руб./маш.-см.	415904 руб./маш.-см.	463154 руб./маш.-см.
Себестоимость		14170 руб./м ³	13547 руб./м ³	10068 руб./м ³
Себестоимость в руб./т у.т.		54413 руб./т у.т.	52020 руб./т у.т.	38661 руб./т у.т.
Общая себестоимость в руб./т у.т.	50 км	Σ 145094 руб./т у.т.		
	25 км	Σ 125703 руб./т у.т.		

ло 20 км, эффективно использовать топливозов без прицепа с вместимостью контейнера 40 м³. Тогда время загрузки контейнера со щепой и ее выгрузки сокращается до 5 мин, а эксплуатационная производительность будет равна 19,35 м³/ч. Эта величина

на значительно выше эксплуатационной производительности традиционно применяемого щеповоза (12,76 м³/ч).

Проведен расчет по определению себестоимости заготовки топливной щепы из маломерных деревьев или древесных отходов. Результаты представлены в табл. 4 и на рис. 2.

Из табл. 4 видно, что предлагаемая технология заготовки топливной щепы из лесосечных отходов с применением отечественной мобильной рубильной машины МР-25 и съемных контейнеров топливозова, оборудованного системой «мультилифт», обеспечивает себестоимость заготовки щепы значительно ниже установленной на нее цены. Но если вывозку отходов с лесосеки на верхний склад (площадка у лесосеки, на которой может осуществляться погрузка древесины, переработка лесосечных отходов на щепу и т.д.) уже сделала лесозаготовительная бригада и на верхнем складе осуществляется только производство щепы для дальнейшей ее доставки к котельным, себестоимость заготовки значительно снижается. Это хорошо иллюстрируют графики 3 и 4 на рис. 2.

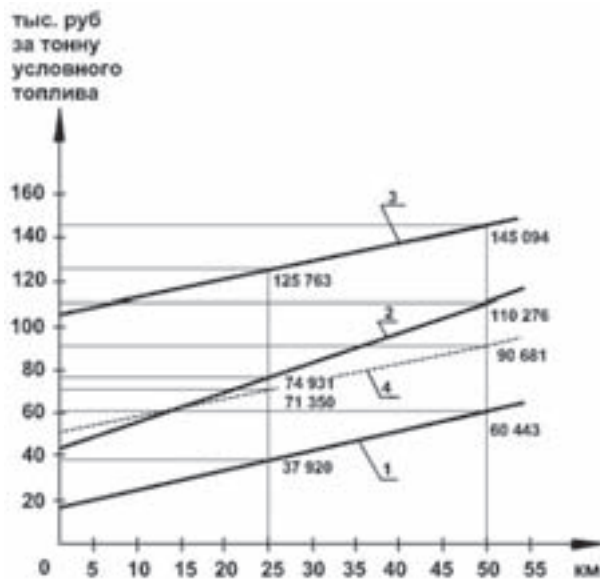


Рис. 2. График зависимости себестоимости заготовки топливной щепы по различным технологиям в зависимости от расстояния вывозки.

1 – производство щепы у мини-ТЭЦ на базе стационарной рубильной машины; 2 – производство щепы из лесосечных отходов на базе передвижной рубильной машины; 3 – производство щепы из лесосечных отходов на базе передвижной рубильной машины; 4 – производство щепы из лесосечных отходов, когда лесозаготовительные бригады формируют кучи отходов на верхнем складе

Таким образом, в итоге выполненного технико-экономического обоснования доказана эффективность заготовки топливной щепы из дровяной древесины с использованием стационарной рубильной машины, размещенной вблизи котельной. Здесь же целесообразно создать топливный склад из дровяных бревен. Это асфальтированная или бетонированная площадка со штабелями дров для их предварительной естественной подсушки (влажность должна стать менее 40%) перед измельчени-



ем. Дрова можно завозить на склад, используя сортиментовозы лесхоза. Негабаритные дровяные бревна рекомендуется предварительно раскалывать по длине на удобные для измельчения куски. Раздача щепы на различные котельные осуществляется с помощью съемных контейнеров топливовоза.

Обоснована также эффективность заготовки топливной щепы из древесных отходов (лесосечных, древесно-кустарниковой растительности или поросли из мягколиственных пород от лесного хозяйства, мелиорации, зеленого строительства и т.д.) путем их срезания, сбора, транспортировки, измельчения мобильной рубильной машиной МР-25, накопления щепы в собственном бункере для перегрузки в контейнеры топливовоза, доставляющего эту щепу на котельную.

Литература

1. Вавилов, А.В. Ресурсосберегающие технические средства для топливообеспечения энергетических установок на биомассе /А.В. Вавилов. – Мн.: НПООО «Стринко», 2006. – 180 с.
2. Вавилов, А.В. О повышении эффективности работы мини-ТЭЦ на биомассе / А.В. Вавилов, В.Н. Нагорнов, М.Н. Пашковский // Энергоэффективность. – 2011. – № 2. – С. 12–13.
3. Вавилов, А.В. Дополнительные резервы топливной древесины и пути их исследования в Беларуси /А.В. Вавилов // Энергоэффективность. – 2009. – № 5. С. 12–13.
4. Вавилов, А.В. Факторы, определяющие эффективность производства и использования в Беларуси конкретного вида древесного топлива /А.В. Вавилов // Энергоэффективность. – 2010. – № 5. – С. 8–9.

Вавилов А.В.,
д-р техн. наук, профессор,
генеральный директор
БНОСТМ, иностранный
член РААСН

Нагорнов В.Н.,
канд. техн. наук, доцент,
заведующий кафедрой
«Экономика и организация
энергетики» БНТУ

Пашковский М.Н.,
канд. техн. наук, БНТУ

Соколовский Ю.В.,
ассистент кафедры
«СДМ» БНТУ

К методике определения эффективности работы комплектов машин для топливообеспечения энергетических установок строительного комплекса на биомассе

В Республике Беларусь функционирует ряд мини-ТЭЦ и других энергоустановок, работающих на топливной щепе, в том числе и в строительном комплексе. До 2015 г. их количество должно возрасти в десятки раз. Однако эффективность работы таких энергоустановок снижается за счет больших затрат на топливообеспечение, т.е. на заготовку топливной щепы. Основной причиной является отсутствие обоснованного подхода к выбору технологии и подбору технических средств для заготовки топливной щепы из дровяной древесины и древесных отходов, особенно в жилищно-коммунальном хозяйстве и на предприятиях зеленого строительства.

Для устранения этих недостатков нами предлагается методика определения эффективности работы комплектов машин, с помощью которых можно заготавливать топливную щепу из дровяной древесины и древесных отходов. Внедрение данной методики в производство позволит выбирать наиболее эффективную технологию и комплект машин.

Предлагаемая методика разрабатывалась на основе двух возможных для применения в республике технологий для заготовки щепы из дровяной древесины и древесных отходов. Суть ее сводится к определению производительности машин, входящих в тот или иной комплект, определению стоимости машино-часа работы, а затем определению себестоимости заготовки топливной щепы, которую можно рассматривать как критерий наимень-

ших затрат. Себестоимость выполненных работ машиной можно в общем виде определить по формуле

$$C_{\text{ед}} = \frac{C_{\text{м-ч}}}{\Pi_{\text{э}}}, \text{ руб./м}^3, \quad (1)$$

где $C_{\text{м-ч}}$ – планово-расчетная цена 1 маш.-ч, (руб);
 $\Pi_{\text{э}}$ – эксплуатационная производительность машины, м³/ч.

Себестоимость единицы продукции комплексно-механизированных процессов определяются из учета стоимости эксплуатации машины в течение часа и часовой производительности ведущей машины по формуле

$$C_{\text{ед}} = \frac{K_1 \sum_{i=1}^n C_{\text{м-ч}} + K_2 \sum_{i=1}^k Z_{\text{ср}} + \frac{C_n}{T_o}}{\Pi_{\text{эк}}}, \quad (2)$$

где $C_{\text{м-ч}}$ – стоимость 1 маш.-ч эксплуатации i -й машины, руб;

$\Pi_{\text{эк}}$ – часовая эксплуатационная производительность комплекта машин, м³/ч;

n – количество машин, входящих в комплект;
 $Z_{\text{ср}}$ – средняя заработная плата рабочих, не связанных с эксплуатацией машин, руб;

T_o – продолжительность работы комплекта на объекте;

k – количество рабочих, не связанных с эксплуатацией машин;

C_n – стоимость подготовительно-заключительных работ на объекте, руб.;

K_1 и K_2 – коэффициенты накладных расходов на эксплуатацию машин и заработную плату.



В общем виде **стоимость машиночаса** определяется по формуле

$$C_{м-ч} = Z_a + Z_{зп} + Z_{эн} + Z_{то} + Z_{ос} + Z_{пб}, \quad (3)$$

где $C_{м-ч}$ – планово-расчетная цена 1 маш.-ч, руб.;

Z_a – амортизационные отчисления, руб.;

$Z_{зп}$ – заработная плата машинистов, руб.;

$Z_{эн}$ – затраты на энергоносители, смазочные материалы и гидравлическую жидкость, руб.;

$Z_{то}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб.;

$Z_{ос}$ – затраты на сменную оснастку, руб.;

$Z_{пб}$ – затраты на перебазировку техники, руб.

Амортизационные отчисления, приходящиеся на 1 маш.-ч эксплуатации, определяются по формуле

$$Z_a = \frac{C \cdot H_a}{T_{ч} \cdot 100\%} \cdot K_{ин}, \quad (4)$$

где C – балансовая стоимость определенной марки топливообеспечивающей техники, руб.;

H_a – норма амортизационных отчислений, %;

$T_{ч}$ – годовой режим работы техники, маш.-ч.

$K_{ин}$ – коэффициент изменения нормы амортизационных отчислений в зависимости от условий эксплуатации, режимов работы и других условий.

Затраты на оплату труда машинистов, управляющих топливообеспечивающей техникой, определяются исходя из сметных часовых тарифных ставок:

$$Z_{зп} = Z_{зп91} \cdot I_{зар} \cdot K_{пр}, \quad (5)$$

где $Z_{зп91}$ – заработная плата машиниста, руб./маш.-ч;

$I_{зар}$ – коэффициент роста заработной платы по отношению к 1991 г.;

$K_{пр}$ – коэффициент премиальных доплат (принимается в размере 1,5).

Затраты на энергоносители на 1 маш.-ч для машин, работающих на дизельном топливе, определяются по формуле

$$Z_э = \left[\left(\frac{2L N_d}{100 T_{раб}} + N_{зд} \right) \zeta_d + N_{зд} K_б \zeta_б \right] K_{общ}, \quad (6)$$

где N_d – линейная норма расхода дизельного топлива на 100 км пробега, л/100 км;

$N_{зд}$ – норма расхода дизельного топлива на 1 маш.-ч работы, л/маш.-ч;

$K_б$ – коэффициент, учитывающий расход бензина при запуске двигателя, работающего на дизельном топливе (принимается равным 0,03 – летнее время; 0,05 – зимнее время; для техники, не имеющей пускового двигателя, = 0);

$K_{общ}$ – суммарный коэффициент, учитывающий изменение норм расхода топлива;

$\zeta_б$ – цена дизельного топлива, руб./л.

Суммарный коэффициент, учитывающий изменение норм расхода топлива, определяется по формуле

$$K_{общ} = 1 + K_з + K_t + K_r + \dots + K_n, \quad (7)$$

где $K_з$ – коэффициент, учитывающий повышение расхода топлива в зимнее время (0,1);

K_t – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы (0,07);

K_r – коэффициент, учитывающий расход топлива в зависимости от численности населения (0,05);

K_n – другие коэффициенты, повышающие или понижающие расход топлива.

Затраты на смазочные и обтирочные материалы определяются по формуле

$$Z_{со} = Z_э \cdot K_{со}, \quad (8)$$

где $Z_э$ – затраты на смазочные и обтирочные материалы, руб.;

$K_{со}$ – коэффициент перехода от стоимости топлива к стоимости смазочных материалов.

Затраты на техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонт определяются по формуле

$$Z_{то} = K_{ц} (Z_{зп} \cdot T_{то} \cdot K_{пр} + Z_{зп} \cdot K_{мат} \cdot K_t + Z_{по} + Z_{мтп} + Z_{кр}) + Z_{пп}, \quad (9)$$

где $K_{ц}$ – коэффициент цеховых затрат при производстве технического обслуживания, текущего и капитального ремонтов (принимается равным 1,1);

$Z_{зп}$ – заработная плата рабочих, занятых техническим обслуживанием и текущим ремонтом, руб./ч;

$T_{то}$ – суммарная трудоемкость работ на текущий ремонт и обслуживание, чел/ч;

$K_{мат}$ – коэффициент перехода от основной заработной платы рабочих к стоимости запасных частей и ремонтных материалов (для бульдозеров, кранов на автомобильном, гусеничном и пневмоколесном ходу – 1,5; для остальных строительных и дорожных машин – 2);

$Z_{\text{но}}$ – затраты на сменную оснастку, руб./маш.-ч;

$Z_{\text{мтп}}$ – затраты на эксплуатацию машин технической помощи при проведении ТО и текущего ремонта на месте работы техники, руб./маш/ч;

$Z_{\text{кр}}$ – затраты на капитальный ремонт техники, руб./маш.-ч;

$Z_{\text{пп}}$ – затраты на ремонт и обслуживание ремонтных путей, руб/маш.-ч.

$$Z_{\text{зар}} = T_{\text{тор}} \cdot Z_{\text{зп91}} \cdot I_{\text{зар}} \cdot K_{\text{пр}}. \quad (10)$$

Трудоемкость технических обслуживаний ТО-1, ТО-2, Т и СО за рассматриваемый период времени на час планируемой наработки:

$$T_{\text{то}} = \frac{K_{\text{то1}} T_{\text{то1}} + K_{\text{то2}} T_{\text{то2}} + K_{\text{т}} T_{\text{т}} + K_{\text{со}} T_{\text{со}}}{H_{\text{пл}}}, \quad (11)$$

где $T_{\text{то1}}$, $T_{\text{то2}}$, $T_{\text{т}}$, $T_{\text{со}}$ – продолжительность соответственно одного технического обслуживания ТО-1, ТО-2, текущего ремонта, сезонного обслуживания, чел./ч;

$K_{\text{то1}}$, $K_{\text{то2}}$, $K_{\text{т}}$, $K_{\text{со}}$ – количество соответственно ТО-1, ТО-2, текущего ремонта, сезонного обслуживания;

$H_{\text{пл}}$ – плановая наработка, мото/ч.

Плановая наработка определяется по количеству часов рабочего времени машины в течение года и коэффициенту перехода от сменного рабочего времени к часам наработки:

$$H_{\text{пл}} = T_{\text{ч}} \cdot K_{\text{п}}, \quad (12)$$

где $T_{\text{ч}}$ – количество часов рабочего времени в году, ч;

$K_{\text{п}}$ – коэффициент перехода от сменного рабочего времени к часам наработки.

$$K_{\text{ТОиР}} = \frac{H_{\text{ф}} + H_{\text{пл}}}{T_{\text{ТОиР}}} - K_{\text{вп}}, \quad (13)$$

где $H_{\text{ф}}$ – фактическая наработка машины на начало планируемого года со времени последнего аналогичного ТО и ремонта Р, ч;

$T_{\text{ТОиР}}$ – периодичность выполнения соответствующего ремонта или ТО, ч;

$K_{\text{вп}}$ – количество ТО и Р более высокого порядка.

Затраты на запасные части и материалы определяются по формуле

$$Z_{\text{мат}} = Z_{\text{зар}} \cdot K_{\text{мат}} \cdot I_{\text{и}} \cdot K_{\text{т}} \quad (14)$$

где $K_{\text{мат}}$ – коэффициент от основной заработной платы к стоимости запасных частей и материалов;

$K_{\text{т}}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Затраты на машину технической помощи определяются по формуле

$$Z_{\text{мтп}} = \frac{Z_{\text{тп}}}{H_{\text{пл}}} \cdot \left[\frac{2L}{V_{\text{мтп}}} \cdot (K_{\text{то1}} + K_{\text{то2}} + K_{\text{т}}) + T_{\text{см}} \cdot (K_{\text{то1}} \cdot P_{\text{то1}} + K_{\text{то2}} \cdot P_{\text{то2}} + K_{\text{т}} \cdot P_{\text{т}}) \right], \quad (15)$$

где $P_{\text{то1}}$, $P_{\text{то2}}$, $P_{\text{т}}$ – продолжительность соответственно одного технического обслуживания ТО-1, ТО-2, текущего ремонта, дни;

$Z_{\text{тп}}$ – прямые затраты машины технической помощи, руб./маш.-ч;

$V_{\text{мтп}}$ – средняя скорость движения помощи, км/ч.

Затраты на сменную оснастку рассчитываются по каждому виду исходя из срока службы:

$$Z_{\text{со}} = \sum_i^n \frac{n_i \cdot C_{\text{ои}} \cdot (K_{\text{ос}} \cdot K_{\text{от}})}{T_{\text{ос}}}, \quad (16)$$

где n_i – количество сменной оснастки данного вида на машине;

$C_{\text{ои}}$ – цена соответствующей единицы сменной оснастки, руб;

$K_{\text{ос}}$ – коэффициент, учитывающий затраты на доставку сменной оснастки, принимается в размере 1,07;

$K_{\text{от}}$ – коэффициент, учитывающий затраты на установку сменной оснастки, принимается в размере 1,02;

$T_{\text{ос}}$ – нормативный срок службы сменной оснастки.

Определение стоимости машиночаса транспортных средств, задействованных для реализации рассматриваемых технологий (сортиментовозов и щеповозов), производится по специальной методике Минтранса. Поскольку в качестве базовых машин сортиментовозов и щеповозов задействованы в основном широко применяемые в республике автомобили семейства МАЗ, значения стоимостей машиночаса этих машин уже имеются практически во всех организациях. Определив стоимость машиночаса $C_{\text{м-ч}}$ по формуле (1), можно определить себестоимость выполненных работ $C_{\text{ед}}$, только определив эксплуатационную производительность $P_{\text{э}}$ каждой машины.



Рассмотрим технологические процессы заготовки топливной щепы из дровяной древесины и из лесосечных отходов, чтобы установить те машины, для которых необходимо определять их эксплуатационные производительности.

При заготовке щепы из дров переработку древесного сырья на топливную щепу можно производить стационарной рубильной машиной у склада энергетической установки либо мобильной машиной на объекте заготовки дров. Доставка дров на склад по первому варианту осуществляется сортиментовозом. Подача дров к стационарной рубильной машине для переработки в топливную щепу осуществляется погрузчиком, оборудованным челюстным захватом. Раскалывание бревен, диаметр которых превышает размеры патрона (загрузочного окна) рубильной машины, производится раскалывающим рабочим органом, навешиваемым на погрузчик, манипулятор или экскаваторное оборудование. Подача щепы от рубильной машины к буферному складу мини-ТЭЦ осуществляется транспортером.

По второму варианту дрова измельчаются на щепу на мобильной рубильной машине, которая грузится в щеповозы и отвозится на склад энергетической установки.

Эксплуатационная производительность сортиментовоза определяется по формуле

$$\Pi_3 = \frac{V k_n k_b}{T_c}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (17)$$

где V – объем дров, перевозимых сортиментовозом за 1 рабочий цикл, м^3 ;

k_n – коэффициент наполнения грузового отсека сортиментовоза;

k_b – коэффициент использования рабочего времени сортиментовозом;

T_c – время рабочего цикла сортиментовоза, ч.

Производительность челюстного погрузчика при погрузке дров определяется по формуле

$$\Pi_{пч} = \frac{3600 V_n k_r k_b}{T_c}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (18)$$

где V_n – объем пачки дров, захватываемой за 1 рабочий цикл, м^3 ;

k_r – коэффициент технического использования времени, ($=0,8-0,9$);

k_b – коэффициент использования машины по времени ($0,85-0,95$).

T_c – время рабочего цикла погрузчика, с.

Производительность сменного раскалывающего рабочего оборудования, навешиваемого на погрузчик, предлагается определять по формуле, аналогичной предыдущей для челюстного погрузчика.

Производительность стационарной рубильной машины, а также мобильной, измельчающей дрова, определяется по формуле

$$\Pi_{с.рм} = \frac{3600 \pi D_{ср}^2 v k_y k_b}{4}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (19)$$

где $D_{ср}$ – средний диаметр подаваемых дровяных бревен, м;

v – скорость подачи, м/с;

k_y – коэффициент, учитывающий условия работы ($0,85$);

k_b – коэффициент использования машины по времени ($0,85-0,95$).

Производительность скребкового конвейера при доставке щепы на склад энергетической установки можно определить по формуле

$$\Pi_k = 3600 v F \psi \gamma k_b, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (20)$$

где v – скорость скребков, м/с;

F – площадь поперечного сечения материала на конвейере, м^2 ;

ψ – коэффициент производительности конвейера;

γ – объемная масса древесного топлива, $\text{т}/\text{м}^3$.

Производительность щеповоза определяется по формуле

$$\Pi_{щ} = \frac{V k_{щ} k_n k_b}{T_c}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (21)$$

где V – объем кузова щеповоза, м^3 ;

$k_{щ}$ – коэффициент полндревесности щепы ($=0,36$);

T_c – время рабочего цикла щеповоза, ч.

По технологии производства щепы из древесных отходов срезка маломерных деревьев и их укладка в кучи осуществляется валочно-пакетирующей машиной. Сбор тонкомерных деревьев, их вывозку к месту переработки на щепу и складирования в штабеля для предварительной подсушки производит форвардер или машина лесная погрузочно-транспортная типа МТПЛ-5–11 или МПТ-461, выпускаемая Мозырским машиностроительным заводом. Переработка уложенных в штабеля тонкомер-

ных деревьев и сложенных древесных отходов осуществляется мобильной рубильной машиной типа Беларусь МР-25, оборудованной бункером-перегрузчиком. При заполнении бункера мобильная рубильная машина осуществляет транспортировку на небольшие расстояния и перегрузку топливной щепы в контейнер контейнерного щеповоза, который осуществляет доставку щепы на склад энергетической установки.

Производительность валочно-пакетирующей машины определяется по формуле

$$\Pi_{впм} = \frac{3600Vk_v}{T_{ц}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (22)$$

где V – объем древесины, срезаемой за 1 рабочий цикл, м^3 ;

$T_{ц}$ – время рабочего цикла валочно-пакетирующей машины, с.

Объем срезаемой древесины определяется как

$$V = V_d n, \text{ м}^3, \quad (23)$$

где V_d – средний объем одного срезанного дерева, м^3 ;

n – количество деревьев, захватываемых валочно-пакетирующим оборудованием за 1 рабочий цикл, шт.

Производительность форвардера при сборе и вывозке тонкомерных деревьев и древесных отходов определяется следующим образом:

$$\Pi_{ф} = \frac{\phi_1 \phi_2 V_n}{T_{ц}}, \quad (24)$$

где ϕ_1 – коэффициент использования рабочего времени;

ϕ_2 – коэффициент технической готовности;

V_n – объем трелюемой пачки, м^3 ;

$T_{ц}$ – время рабочего цикла погрузочно-транспортной машины, ч.

Производительность мобильной рубильной машины с бункером-перегрузчиком

$$\Pi_{м.рм} = \frac{Vk_{щ}k_{н}k_{в}}{T_{ц}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (25)$$

где V – объем бункера рубильной машины, м^3 ;

$k_{щ}$ – коэффициент полнодревесности щепы;

$k_{н}$ – коэффициент наполнения контейнера рубильной машины ($= 0,8-1,0$);

$T_{ц}$ – время рабочего цикла рубильной машины, ч.

Производительность контейнерного щеповоза (автопоезда-щеповоза) определяется по формуле

$$\Pi_{кщ} = \frac{Vnk_{н}k_{щ}k_{в}}{T_{ц}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (26)$$

где n – количество контейнеров, перевозимых контейнеровозом за одну езду.

С использованием вышеприведенных формул проводились расчеты по определению себестоимости производства работ по каждой из применяемых технологий топливообеспечения. Минимум себестоимости является критерием для выбора оптимального варианта. Было принято, что расстояние доставки топливной древесины на склад энергоисточника составляет 50 км.

Так, себестоимость вывозки щепы, получаемой из дровяной древесины на месте ее заготовки, щеповозом составила 15 185 руб./ м^3 , а вывозки дров сортиментовозом к стационарной рубильной машине – 11 712 руб./ м^3 (на 22,8% ниже). Себестоимость переработки дров на щепу мобильной рубильной машиной в месте их заготовки составила 10 309 руб./ м^3 , стационарной – 3413 руб./ м^3 (на 66,5% ниже).

Таким образом, проведя предварительные расчеты, можно выбрать оптимальный вариант топливообеспечения, а значит, повысить эффективность работы энергетических установок строительного комплекса на биомассе.



Язубец Ю.Н.,
директор предприятия
«Биоэнергетика»

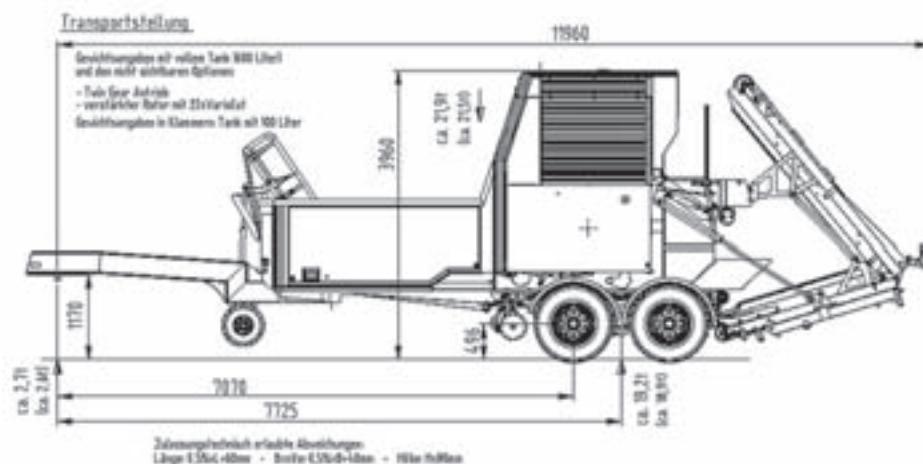
Современные технические средства для получения топливной щепы из древесных отходов строительного комплекса

Наше предприятие для организации переработки древесины, в том числе и загрязненной, а также древесных отходов (корней, пней и маломерных деревьев) в щепу поставляет универсальный измельчитель ВА 720 D производства фирмы JENZ GmbH (Германия), который может работать как в режиме дробилки, так и рубильной машины.

Технические характеристики измельчителя

Базовая комплектация машины (работает как дробилка):

- размеры окна подачи – 720×1500 мм;
 - длина подающего бункерного транспортера – 4 000 мм;
 - диаметр ротора – 1 040 мм;
 - число молотков – 38 шт.;
 - размеры сита (как дробильная машина) – 160×235 мм.;
- двигатель Mercedes OM 460 LA, мощность – 295 кВт (401 л.с.);
 - производительность на древесных отходах с возможным включением металла, камней, бетона и т.д. (работает как дробилка) – 140 м³/ч;
 - производительность на садовых отходах: ветки, кустарник, зеленая масса (работает как дробилка) – 170 м³/ч.
 - пульт с цветным дисплеем, на котором отображаются различные функции (также служит для диагностики машины);
 - система Vario-Flex – регулировка рабочих оборотов ротора в пределах 70–100% (от номинала), которая позволяет экономить топливо;
 - предварительная регулировка скорости подачи;
 - JES – функция сохранения (экономии) энергии (топлива), срабатывает при прекраще-



- нии загрузки подаваемого исходного материала;
- 14-канальный пульт радиоуправления (безопасное управление машиной);
- пластина с зубьями, расположенная под ротором, позволяет улучшить качество щепы (регулируется гидравлически);
- выгрузной конвейер: длина – 3 850 мм (высота 3 500–3 600 мм), ширина – 1 300 мм;
- система Clean Fix для двигателя Mercedes (система автоматической очистки (продувки) радиаторов двигателя) позволяет экономить до 3% топлива;
- гидропривод колес (беличье колесо) для прямолинейного движения по складу;
- освещение: 4 рабочих галогеновых прожектора;
- точки смазки, выведенные на центральную панель;
- DIP-функция – принудительное уплотнение подаваемого материала с помощью гидравлических цилиндров верхнего подающего ролика;
- IPS-функция – система противоударной защиты ротора;
- автоматика перегрузки – система автоматической регулировки подачи перерабатываемого материала в зависимости от оборотов ротора;
- противозаторная система – автоматическая система предотвращения заторов материала перед окном подачи;
- шасси – двухосное, для передвижения со скоростью до 80 км/ч, шины 385/65 R 22,5;
- вес базовой машины – 19 000 кг;

- консоль для установки манипулятора;
- специальная гидросистема для подключения гидроманипулятора;
- ЗИП.

Дополнительное оборудование Duo Cut (машина работает как рубилка):

- рама машины специально спроектирована и подготовлена для установки рубительного ротора вместо дробильного;
- Duo Cut включает дополнительный рубительный ротор (в комплекте с 30 ножами), специальный привод с комплектом подшипниковых узлов, дополнительный контр-нож, комплект сит сепаратора, а также специальную раму, позволяющую быструю замену дробильного ротора на рубительный, для переоборудования дробильной машины в полнофункциональную рубильную – аналог HEM 700 DL (качество получаемой щепы из чистой древесины может соответствовать стандартам G30, G50, G100);
- производительность на чистой древесине (работает как рубилка) – 160 м³/ч;
- вес BA 720 D в комплектации с Duo Cut – 20 250 кг.

Опции:

- удлиненный бункер подачи на 0,5 м;
- удлиненный подающий транспортер на 0,5 м;
- удлиненный выгрузной транспортер (складной) до 5 850 мм;
- система металлоудаления – магнитный транспортер над выгрузным конвейером;
- демонтаж вала молотков с помощью гидравлики.



Успешно применяется в Республике Беларусь рубильная машина НЕМ 420 D. На базе ее узлов Мозырским машиностроительным заводом выпускается машина МР-25, которую можно встретить в Минске на измельчении веток и поврежденных деревьев в топливную щепу.

НЕМ 420 D – передвижная рубильная машина барабанного типа с приводом от собственного дизельного двигателя. Размер щепы регулируется с помощью сит просеивающего сепаратора. Рубильная машина снабжена гидроманипулятором и подающим устройством конвейерного типа с противоперегрузочной автоматикой. Подающее устройство состоит из верхнего прижимного ролика и конвейера из стальных сегментов. Во время движения машины подающий стол поднимается в верхнее положение.

Подающее устройство имеет гидравлический привод. Рубильный ротор приводится в действие с помощью клиноременной переда-

чи. Труба выброса щепы и направляющая за-слонка позиционируются с помощью гидравлического привода.

Существует два исполнения машины в зависимости от расположения подающего устройства: DQ с поперечным расположением подающего стола, БЛ – с продольным.

По дополнительному заказу машина может комплектоваться:

- ротором с двойным количеством ножей;
- удлиненным подающим конвейером и удлиненной трубой выброса щепы;
- регулировкой рабочих оборотов рубильного ротора в пределах 70–100% от номинала;
- приводом на колеса для автономного прямолинейного перемещения по рабочей площадке;
- шинами 425/65 К 22.5, 445/65 К 22.5 или 600/50 22.5;
- выводом точек смазки на центральную панель или автоматической смазкой.

Технические данные	НЕМ 420 D
Приводной двигатель	Mercedes OM 906 LA 205 кВт
Производительность	до 100 м ³ /ч
Размер щепы	30–100 мм
Максимальный диаметр древесины:	
мягких пород	420 мм
твердых пород	300 мм
Диаметр ротора	620 мм
Размеры окна подачи	420x1000 мм
Количество ножей	10 (20) шт.
Вес	12 000 кг
Габариты:	
длина	8,10 м
ширина	2,55 м
высота	3,70 м
Типоразмер шин	385/65 К 22.5
Радиус действия манипулятора	6,6–8,1 м (по выбору)

Вальц В.А.,
Шелестовский А.С.,
ООО КВ-партнер»

Эффективные технические средства для доставки топлива (щепы и мусора) к энергетическим установкам

Во всем мире главными в энергетике считаются два показателя: надежность поставок энергии и максимально низкая себестоимость ее производства. Если говорить об эффективном использовании биотоплива, определяющую роль играет технология транспортировки от места производства до конечного потребителя. Несколько слов о накопленном опыте доставки топливной щепы с использованием систем «мультилифт» и в условиях Беларуси.

Лидерами в применении топливной щепы в мире являются Швеция и Финляндия. В этих странах рентабельным считается расстояние доставки щепы до 90 км. У нас же это расстояние в 2–2,5 раза меньше. Одна из проблем, с которой сталкиваются производители топливной щепы, – использование узкоспециализированной техники для доставки продукции, а сезонность работы приводит к простоям последней.

Избежать неэффективного использования техники призван механизм погрузочно-разгру-

зочный «мультилифт». Оборудование представляет собой устройство крюкового типа с гидравлическим приводом, которое монтируется на шасси автомобиля. Один автомобиль, оборудованный данным механизмом, может транспортировать сменные кузова различного назначения: бункер для перевозки щепы, контейнер для ТБО, грузовую платформу для перевозки техники, цистерну или бытовку. Все эти модули монтируются на универсальных подрамниках, позволяющих работать в комплексе с «мультилифтом». При этом простой в погрузочных пунктах автомобилей, эксплуатируемых с двумя-тремя оборотными съемными кузовами, отсутствует, т.к. кузов загружается при отсутствии автомобиля, который в это время транспортирует другие кузова с грузом.

На строительных предприятиях Беларуси (ОАО «Стройтрест № 25», ОАО «Стройтрест № 33») нашел применение «мультилифт», установленный на тракторный полуприцеп.



Рис. 1. МАЗ 6303А8 с механизмом погрузочно-разгрузочным МПР-1 и прицепом-бункеровозом



Такая система экономически оправдана при транспортировке грузов на небольшие расстояния (рис. 2).

МПР без помощи какой-либо другой грузоподъемной техники способен самостоятельно затаскивать на автомобиль (сгружать с автомобиля) бункер. Благодаря системе крюкового захвата выгрузка кузова может производиться и самосвальным способом с углом выгруз-

ки до 48 градусов. Применение системы сменных кузовов значительно сокращает затраты, связанные с эксплуатацией техники, привлечением дополнительных единиц грузовой техники, которые МПР успешно заменяет. Гидрофицированный привод позволяет устанавливать на автомобиль манипуляторы, что значительно расширяет сферу применения данных машин и повышает их универсальность.



Рис. 2. Трактор с полуприцепом



МАЗ 6501А5 с системой МПР-3 и бункером для щепы



МЗКТ 73011 с системой МПР-1 и грузовой платформой



МАЗ 6303А8 с системой МПР-1 и манипулятором ОМТЛ 97



Полуприцеп МАЗ 950600-030
(объем 40 м³)
23 600 \$

Тягач МАЗ 6422А8-330
56 000 \$
Фронтальный погрузчик Амкодор 332А
58 000 \$
ИТОГО:
137 600 \$



Щеповоз МАЗ-6501А5
(объем 2х35 м³)
63 500 \$

Прицеп МАЗ 857102
21 600 \$
Фронтальный погрузчик Амкодор 332А
58 000 \$
ИТОГО:
143 100 \$



Щеповоз МАЗ-6303А8
с системой МПП (объем 2х35 м³)
73 000 \$

Прицеп мультилифтовый
21 000 \$
Бункер БН 35 (4 шт.)
28 000 \$
ИТОГО:
122 000 \$

Такая система получает все большее распространение и в Беларуси. Для иллюстрации ее экономической эффективности проведем сравнительный анализ стоимости специальных автомобилей (см. рисунки).

Сегодня, когда экономическая составляющая ставится во главу угла, иметь в парке несколько съемных кузовов и одну машину с универсальным подрамником – не дань времени, а грамотный расчет. Практически во всех сферах экономической деятельности автомобиль, оснащенный системой «мультилифт», может активно функционировать и прино-

сить реальный экономический эффект даже в узкоспециализированных отраслях.

Практикой доказано, что использование многоцелевых автомобилей с крюковой гидравлической системой позволяет снизить затраты на приобретение дополнительной техники, уменьшить эксплуатационные расходы, свести до минимума простои во время погрузки-выгрузки и обеспечить взаимозаменяемость машин. Одна машина, оборудованная МПП (система сменных кузовов), может выполнить функции целого парка автомобилей со стационарными кузовами и работать 24 часа в сутки.



Бокун И.А.,
д-р техн. наук,
профессор БНТУ

Вавилов А.В.,
д-р техн. наук,
профессор БНТУ

Эффективность добычи и приготовления местных ископаемых топлив к сжиганию в строительном комплексе

С целью обеспечения энергетической безопасности в топливно-энергетический баланс Республики Беларусь целесообразно включить низкосортные местные ископаемые топлива (НМИТ): бурый уголь, общие запасы которого составляют 1,5 млрд т; горючие сланцы – 8,83 млрд т; торф – около 5 млрд т. Для использования этих топлив в производстве тепловой и электрической энергии может быть применен способ сжигания в кипящем слое, который комплексно решает проблемы снижения вредных выбросов в окружающую среду, не требует тонкого пылеприготовления – достаточно лишь мелкого дробления, тем самым обеспечивается снижение расхода электроэнергии на собственные нужды.

Эффективность энергетического использования местного ископаемого топлива зависит от ряда факторов. Необходимо проведение таких операций, как транспорт топлива, приемка, хранение, подготовка топлива к сжиганию (включая транспорт со склада в приемные бункеры, дробление, грохочение, подача в бункера котельной).

Для энергоснабжения предприятий промышленного и гражданского строительства может использоваться местное твердое топливо: торф, уголь, древесные отходы и др. Эти виды топлива можно применять для производства тепловой и электрической энергии в мобильных мини-ТЭЦ при прямом сжигании в котлах с кипящим слоем.

Более современной технологией эффективного использования местных топлив может быть их газификация в мобильных газогенераторах с кипящим слоем и создание на их основе мобильных мини-ПГУ ТЭЦ.

Следует отметить, что транспортные газогенераторы на твердом топливе появились почти одновременно с автомобилем. В начале Первой мировой войны во Франции был организован первый пробег грузового автомобиля с газогенераторной установкой.

Задолго до появления первых работоспособных двигателей внутреннего сгорания многими изобретателями были разработаны конструкции двигателей, в которых в качестве топлива предлагалось использовать генераторный каменноугольный газ.

При строительстве транспортных газогенераторов использованы традиции стационарной техники, а именно теория процесса и методика теплового расчета, оптимальные соотношения основных размеров газогенераторов, способы охлаждения и очистки газов, которые полностью перенесены на новые машины и надолго определили характер их развития.

В настоящее время сочетание скоростной газификации с новыми, более современными методами очистки и охлаждения газов позволяет сократить вес и габариты энергогенерирующих установок, которые используют в качестве топлива генераторный газ, полученный из местных топлив.

Применение генераторного газа на строительных объектах решает следующие задачи:

- энергетическую – повышается энергетическая безопасность;
- экономическую – газ, получаемый в мобильных газогенераторах, дешевле природного газа, цены на который постоянно меняются;
- экологическую – снижаются вредные выбросы в окружающую среду.

Мобильные энергогенерирующие установки мини-ТЭЦ и мини-ПГУ ТЭЦ, работающие

на местных топливах, могут найти широкое применение не только на объектах промышленного и гражданского строительства, но также на предприятиях дорожного строительства, сельскохозяйственного производства и др.

В структуру затрат при использовании местных видов топлива в энергетике входят затраты на добычу топлива, транспортировку его к энергетическому потребителю, подготовку топлива к сжиганию, сжигание топлива. Поэтому необходима оценка затрат как на добычу низкосортных местных ископаемых топлив, так и их приготовление к сжиганию.

Таким образом, общие затраты можно представить в виде

$$S = S_d + S_{тр} + S_{пр} + S_c, \quad (1)$$

где S_d – затраты на добычу 1 т НМИТ франковагон у места добычи, долл./т;

$S_{тр}$ – затраты на транспорт 1 т НМИТ до потребителя, долл./т;

$S_{пр}$ – затраты, связанные с приготовлением НМИТ к сжиганию, долл./т;

S_c – затраты по сжиганию НМИТ у потребителя, долл./т.

Затраты на добычу НМИТ, формирующие их себестоимость, включают:

- вспомогательные материалы – 0,97%;
- электроэнергию – 13,0%;
- заработную плату с отчислениями – 19,9%;
- амортизационные отчисления – 16,0%;
- расходы по содержанию и эксплуатации оборудования – 16,3%;
- прочие затраты – 1,13%.

Себестоимость добычи НМПТ может составить 5–9 долл.

Себестоимость добычи торфа включает затраты:

- топливо – 3%;
- основная заработная плата – 0,51%;
- начисления на заработную плату – 1,02%;
- погашение площадей – 9,75%;
- амортизация – 16,54%;

- текущий ремонт оборудования – 10,04%;
- содержание полей – 18,51%;
- рекультивация – 11,35%;
- общезаводские расходы – 7,6%.

Структура расходов по переработке 1 т бурого угля составляет:

- затраты на электроэнергию – 37%;
- затраты на заработную плату – 5,8%;
- затраты на металл, смазку и др. – 24,6%;
- амортизационные отчисления – 22,2%;
- затраты на текущий ремонт – 10,4%.

Низкосортные местные ископаемые топлива потребителю могут доставляться железнодорожным, водным, автомобильным или конвейерным транспортом. Прежде чем отправить местные топлива на строительный объект, их следует заранее подготовить для применения на топливном складе. Хранение топлива может осуществляться как на открытых, так и на закрытых складах.

Склад топлива должен располагаться на площадке, не подвергающейся затоплению паводковыми водами или защищенной от них. Территорию склада необходимо снабдить дренажными устройствами и спланировать с уклоном не менее 0,005.

По назначению склады топлива делятся на расходные, резервные, базисные. **Расходный склад** предназначается для систематического выравнивания расхождения в количествах прибывшего и подаваемого в данный момент в бункеры котлов топлива. **Резервный склад** организуется для планового длительного хранения топлива (более 2 мес.) в целях обеспечения потребления топлива при длительных задержках его поставки. **Базисные склады** предназначены для хранения запасов топлива, необходимого для нескольких потребителей. Вместимость складов угля и сланцев, как правило, равняется 30-суточному расходу топлива.

Потери топлива при складировании и хранении не должны превышать установленных норм (см. таблицу).

Нормы естественной убыли угля и сланцев, %

Топливо	Сорт топлива	На разгрузке	На складе	При хранении в течение года
Каменный уголь, антрацит	Рядовой, смеси рядового с отсевом (мелким)	0,075	0,15	0,17
Каменный уголь, антрацит	Отсев (мелкий)	0,075	0,2	0,25
Каменный уголь, антрацит	Промежуточный продукт и шлам	0,25	0,2	0,4
Бурый уголь и сланцы	Рядовой и отсев	0,12	0,2	0,35



Со складов топливо подается в дробильное отделение с помощью ленточных конвейеров.

Дробильные установки служат для измельчения топлива перед подачей его в бункеры котлов и включают в себя дробилки, грохоты, пересыпные точки. Дробление топлива может осуществляться в несколько стадий (стадия грубого дробления, стадия мелкого дробления). Дробилки грубого дробления устанавливаются в начале тракта топливоподачи в приемно-разгрузочном устройстве, а дробилки мелкого дробления – перед подачей топлива в главный корпус электростанции.

Выбор дробилок осуществляется в зависимости от производительности системы топливоподачи. При этом необходимо учитывать такие их показатели, как кратность дробления, удельный расход энергии на дробление.

Кратность дробления – это отношение средневзвешенных размеров кусков в исходном топливе $D_{\text{ср}}^I$ (дробления) и в дробленном продукте $D_{\text{ср}}^{II}$:

$$e = \frac{D_{\text{ср}}^I}{D_{\text{ср}}^{II}}. \quad (2)$$

Средневзвешенный размер кусков исходного топлива определяется по формуле

$$D_{\text{ср}}^I = \frac{\beta_1 d_{\text{ср}1} + \beta_2 d_{\text{ср}2} + \dots + \beta_m d_{\text{ср}m}}{\beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_m} = \frac{\sum_{i=1}^m \beta_i d_i}{100}, \quad (3)$$

где $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$ – выход кусков каждого из классов крупности, % ($\beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_m = 100\%$);

$d_{\text{ср}1}, d_{\text{ср}2}, \dots, d_{\text{ср}m}$ – средний размер кусков в каждом из классов крупности.

Подобным образом определяется средневзвешенный размер кусков дробленого топлива $D_{\text{ср}}^{II}$. Средний размер кусков (зерен) $d_{\text{ср}i}$ в каждом из классов определяют по формуле

$$d_{\text{ср}i} = \frac{d_i - d_i^{\min}}{2}, \quad (4)$$

где d_i – размер наибольших кусков (зерен) в данном классе крупности или размер ячеек сита, через которое прошли куски этого класса;

d_i^{\min} – размер наименьших кусков (зерен) в данном классе крупности или размер ячеек сита, на котором задержались куски этого класса.

Процесс дробления может быть осуществлен с помощью различных типов машин, в которых используются различные принципы из-

мельчения: удара, истирания, раскалывания, разрыва. К дробилкам обычно относятся машины, применяемые для измельчения крупнозернистого материала с кратностью дробления в пределах 1–20. Мельницы – это агрегаты, предназначенные для получения зернистого материала с размером частиц около 0,5 мм и менее.

Для грубого дробления топлива используют зубчатые валковые дробилки, а для тонкого дробления – молотковые дробилки. Производительность зубчатых валковых дробилок при крупности дробленого материала 200 мм составляет 650 т/ч, а при крупности 300 мм – 1000 т/ч.

Мощность электродвигателя зубчатой валковой дробилки N , кВт, определяется по формуле

$$N = KL \frac{\pi D n}{60}, \quad (5)$$

где L – длина валков;

n – число оборотов ротора;

D – диаметр ротора;

K – коэффициент, равный 0,85.

При мощности электродвигателя 320 кВт удельный расход электроэнергии составит 0,15–0,3 кВт·ч/т.

Молотковые дробилки измельчают материал ударами молотков (бил).

Мощность электродвигателя для молотковой дробилки N , кВт, определяется по формуле

$$N = 0,15 D^2 L n, \quad (6)$$

где L – длина рабочей части ротора;

n – число оборотов ротора;

D – диаметр ротора.

Удельный расход электроэнергии для дробилок $\Theta_{\text{др}}$, кВт·ч/т, может вычисляться по формуле В.П. Ромадина:

$$\Theta_{\text{др}} = \frac{1,4}{K_{\text{ло}}} \left(\ln \frac{100}{R_5^{\text{к}}} - \ln \frac{100}{R_5^{\text{н}}} \right) \Pi_{\text{хх}}, \quad (7)$$

где $R_5^{\text{к}}$ и $R_5^{\text{н}}$ – конечный и начальный остатки на сите с отверстиями размером 5×5;

$\Pi_{\text{хх}}$ – потери на холостой ход;

$K_{\text{ло}}$ – опытный коэффициент размолоспособности.

Удельный расход электроэнергии для молотковой дробилки составляет 1–2 кВт·ч/т.

Для разделения зернистых материалов по размеру используются следующие виды классификации:

грохочение – механическая классификация на ситах;

гидравлическая классификация – разделение смеси на фракции, обладающие одинаковой скоростью падения в воде;

воздушная сепарация – разделение смеси на фракции, обладающие одинаковой скоростью падения в воздухе.

Грохочение – наиболее универсальный способ классификации, применяемый для разделения материалов различной крупности (от 250 до 1 мм).

Мощность электродвигателя, потребляемая барабанным грохотом N , кВт, определяется по формуле

$$N = \frac{Rn(G_b + 13G_m)}{29300}, \quad (8)$$

где R – радиус барабана, м;

n – число оборотов барабана;

G_b – масса барабана, кг;

G_m – масса загружаемого материала, кг.

Все вышесказанное говорит о том, что местные твердые топлива могут эффективно использоваться в мобильных энергогенерирующих установках на предприятиях промышленного и гражданского строительства.

Литература

1. Энергия: экология, технология, экономика. – М., 2006. – № 4. – С. 21–24.
2. Бабкин, Р.Л. Хранение угля и торфа на электростанциях. – М.: Энергоиздат, 1982.
3. Назмеев, Ю.Г., Мингалеева, Г.Р. Система топливопередачи и пылеприготовления ТЭС: справочное пособие. – М.: МЭИ издательский дом, 2005. – 479 с.
4. Ромадин, В.П. Пылеприготовление. – М.: Госэнергоиздат, 1953. – 518 с.
5. Плановский, А.Н., Рамм, В.М., Каган, С.З. Процессы и аппараты химической технологии. – М.: Госхимиздат, 1962. – 847 с.



Бородуля В.А.,
ГНУ «Институт тепло-
и массообмена
им. А.В. Лыкова
НАН Беларуси»,

Добкин С.М.,
ОАО «Головное
специализированное
конструкторское
бюро», г. Брест

Энергоэффективные котлы на местных видах топлива с топкой кипящего слоя

В настоящее время в условиях непрерывного повышения цен на топливо и электроэнергию в Республике Беларусь первостепенное значение приобретают работы по энергосбережению и рациональному использованию всех видов топливно-энергетических ресурсов, в том числе увеличению доли местных видов топлива (МВТ) в котельно-печном топливе.

Согласно имеющейся отчетности, в 2010 г. доля МВТ в котельно-печном топливе республики составила 20,7%, в 2012 г. должна составить 25,0%, а в 2015 г. вырасти до 28–30% [1]. В этом плане важным условием успешного выполнения данных прогнозов является внедрение на объектах народного хозяйства современных эффективных котлоагрегатов, работающих на всех видах местного топлива.

Сегодня около 30 предприятий в республике выпускают котельное оборудование на местных видах топлива мощностью от 12,5 кВт до 1 МВт с ручной топливоподачей. Четыре из них (СООО «Комконт», г. Гомель; НПП «Белкотломаш», г.п. Бешенковичи Витебской области; РУПП «Белоозерский энергомеханический завод»; ОАО «ГСКБ», г. Брест) производят котлоагрегаты с механической подачей топлива мощностью в диапазоне от 0,32 МВт до 5,0 МВт.

Производственные мощности указанных предприятий позволяют выпускать подобное оборудование в количествах, достаточных для покрытия потребностей в теплоснабжении небольших промышленных предприятий, объектов жилищно-коммунального хозяйства и других отраслей народного хозяйства республики. Однако теплотехнические характеристики некоторых из них не всегда отвечают современным требованиям.

Так, проведенная по поручению Совета Министров от 04.09.2004 г. за № 03/313–112 экспертиза эксплуатационных характеристик некоторых выпускаемых водогрейных котлов, работающих на местных видах топлива, с теплопроизводительностью до 1 МВт показала, что при переводе на сжигание местных видов топлива происходит снижение их тепловой производительности по сравнению с декларируемой величиной. В отдельных случаях это снижение может достигать значительных величин, что говорит о необходимости внесения существенных изменений в конструкцию котла и организацию топочного процесса.

Кроме того, как показывает имеющийся опыт, эффективность применения местных видов топлива существенно зависит и от его качественных характеристик. В первую очередь необходима своевременная заготовка топлива, чтобы обеспечить, например, влажность сжигаемых дров не более 25–30%, а древесных отходов – не более 40%. В то же время повышение влажности древесины с 15 до 70% приводит:

- к снижению КПД котла на 10%;
- уменьшению теплоты сгорания древесины в 1,5 раза;
- увеличению расхода топлива в два раза;
- падению номинальной мощности котла на 24–25%.

Кроме качества топлива, на стоимостные показатели значительно влияет режим работы котлоагрегата, обусловленный его мощностью и видом топлива. Здесь есть единственный путь сокращения затрат и повышения эффективности – применение механизированных комплексов подачи топлива и автоматизации процесса его сжигания, включая разработку микропроцессорной системы общекотельной

автоматики для последующей замены старой аналоговой и релейной.

Немаловажной задачей является также необходимость уменьшения удельной массы отечественного котельного оборудования, приходящейся на 1 кВт полезной мощности.

Все это, разумеется, влечет за собой значительный рост себестоимости одной гигакалории тепловой энергии, которая не должна быть выше средней стоимости ее выработки на природном газе.

Хотя ежегодный экономически доступный потенциал древесного топлива предприятий лесного комплекса составляет в настоящее время около 6,8 млн м³ и увеличится к 2015 г. на 55%, потребуются вовлечение в топливно-энергетический баланс дополнительных ресурсов древесного топлива (дровяной и ветровой древесины, отходов от рубок главного и промежуточного пользования, естественно-го отпада и др.), чтобы в перспективе покрыть до 10% потребностей республики в котельно-печном топливе [2]. Таким образом, в недалекой перспективе он будет практически исчерпан, что потребует создания «всеядных топок» и универсальных по топливу котлов с кипящим слоем.

Следует отметить, что наиболее широко применяемое в настоящее время древесное топливо не является столь дешевым, как это зачастую представляется горячим сторонникам его использования. Главная причина этого – сравнительно низкая производительность труда при его заготовке и отсутствие обоснованного подхода к выбору технологии и подбору технических средств для приготовления топливной щепы. Так, только себестоимость заготовки щепы из дров по существующей технологии составляет 28 718 руб./м³ [3].

Кроме древесного топлива в недрах Республики Беларусь имеются значительные ресурсы торфа, освоение которых может оказать заметное влияние на экономику страны. Общая площадь торфяного фонда составляет 2,4 млн га с геологическими запасами торфа около 4,2 млрд т. Из всех видов твердых горючих ископаемых торфяные ресурсы являются наиболее изученными и востребованными, прежде всего в топливно-энергетическом комплексе и сельском хозяйстве. Они активно разрабатываются уже многие десятилетия.

Для оперативного увеличения объемов добычи торфа для нужд энергетики и коммунально-бытового топлива, сельского хозяйства разработана государственная программа «Торф». Предусматривается, что в общем объеме котельно-печного топлива доля торфа в 2012 г.

должна составить 1,2 млн т у.т., а в перспективе к 2020 г. возрасти до 1,5 млн т у.т. [4, 5].

Таким образом, значительная переориентация топливного баланса республики на использование местных топлив требует не только увеличения количества традиционно выпускаемого котельного оборудования, повышения эффективности его работы, но и разработки новых высокоэффективных технологий, создания высокоэффективного котельно-топочного оборудования, использующего нетрадиционные виды местного топлива.

Сегодня общепризнано, что одной из перспективных технологий, позволяющих их эффективное использование, является бурно развивающаяся в последние 25 лет технология прямого сжигания низкосортных твердых топлив в кипящем слое, которая дает возможность использовать древесину, бурые угли и сланцы любой калорийности [6]. Указом Президента Республики Беларусь от 6 июля 2005 г. № 315 научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, направленные на разработку и обеспечение сжигания и газификации биомассы, в том числе в кипящем слое, были отнесены к перспективным и приоритетным макротехнологиям в научно-технической деятельности Республики Беларусь на 2006–2010 гг.

Основные особенности кипящего слоя (КС), чрезвычайно важные для его использования в топочной технике:

- интенсивное перемешивание частиц под воздействием оживающего воздуха позволяет избежать появления в слое существенных температурных перекосов даже при неравномерном по объему тепловыделении и теплосъеме;
- высокая теплоотдача от кипящего слоя к омываемым им стенам или погруженным трубам. При этом частицы твердого материала, охлаждаясь у теплообменной поверхности, из-за различия плотностей отдают на три порядка больше теплоты, чем такие же по объему частицы газа, охлаждающиеся до той же температуры. Вследствие этого коэффициент теплоотдачи к погруженным в кипящий слой трубам или стенкам топочной камеры составляет в современных топках около 250 Вт/(м²·К);
- процессы горения осуществляются в слое при температурах около 800–900 °С, практически одинаковых во всем пространстве топочного устройства. При таких температурах не образуются оксиды азота из азота воздуха и создаются благоприятные условия для связывания диоксида серы имею-



щимися в составе золы или добавляемыми в слой кальцийсодержащими материалами;

- достаточно длительное пребывание частиц сжигаемого материала в слое позволяет сжигать топливо с повышенной зольностью и влажностью, а также различные отходы производства.

Следует также отметить, что в топках с кипящим слоем количество горючего материала обычно составляет незначительную долю от массы всего слоя (проценты), а основой слоя является инертный материал (кварцевый песок или зола сжигаемых высокозольных твердых топлив). Это позволяет выводить золу из любой точки слоя с минимальными потерями от механического недожога.

Институтом тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси совместно с ОАО «ГСКБ» (г. Брест) в течение ряда лет проводятся исследования по разработке и совершенствованию перспективных технологий сжигания местных видов топлива применительно к водогрейным и паровым котлам тепловой мощностью 0,12–5,0 МВт, в том числе с топками кипящего слоя на низкосортных углях, биомассе и фрезерном торфе. Они отличаются от имеющихся аналогов более широкими возможностями сжигать различные твердые топлива, в том числе с повышенной влажностью, а при необходимости работать на растопочном жидком или газообразном топливе с использованием пусковых горелок.

КПД котлов – 80–82%. Котлы стальные, вертикальные, жаротрубные с топкой кипящего слоя, в которой грубодробленое твердое топливо горит в среде инертного наполнителя – песка, золы, сорбента серы (например, доломита).

Нижняя циркуляция и регенерация материала слоя позволяют работать на топливе различной зольности при относительно больших размерах частиц и малых скоростях газов в топке. Система автоматики и управления поддерживает температуру в топке на заданном уровне, при этом регулирование температуры слоя осуществляется с помощью рециркуляции дымовых газов. Для изменения теплопроизводительности установки изменяется расход воздуха и уровень кипящего слоя, который поддерживается датчиком уровня слоя при заданном значении мощности установки.

Решением межведомственного экспертного совета Департамента по энергоэффективности от 07.04.09 № 2 они включены в перечень высокоэффективного котельного оборудования отечественного производства, рекомендо-

ванного для получения тепловой энергии при сжигании местных видов топлива.

ОАО «ГСКБ» в настоящее время осуществляет выпуск промышленных водогрейных и паровых котлов с топками кипящего слоя различной мощности: водогрейные котлы с топкой кипящего слоя КВ-Ф-0,5, КВ-Ф-1,25, КВ-Ф-3,0Т и КВ-Ф-4,0Т тепловой мощностью 0,5, 1,25, 3,0 и 4,0 МВт соответственно и паровой котел КП-Ф-1,25 паропроизводительностью 1,85 т/ч и давлением пара 0,9 МПа [7].

Выпускаемое котельное оборудование обеспечивает высокоэффективное использование различных низкосортных топлив, сжигание которых традиционными методами невозможно или малоэффективно: максимальная влажность используемого топлива до 63% при содержании золы в пересчете на сухую массу 30%. При более низкой влажности содержание золы может составлять 40% и выше.

Преимущества котлов с топками КС производства ОАО «ГСКБ»:

- устойчивая работа на высоковлажном и высокозольном топливе без «подсветки»;
- контролируемая и регулируемая температура во всей зоне горения;
- полное отсутствие спеканий золы;
- автоматический (программный) подбор подачи топлива при разной насыпной плотности и калорийности топлива;
- автоматическая регенерация слоя, не требует приобретения нового инертного материала;
- низкие выбросы окиси углерода и окислов азота;
- отсутствие традиционных теплообменных поверхностей для отвода тепла и последующего нагрева воды в топке и непосредственно в слое. Это принципиально новое техническое решение играет важную роль в повышении уровня безопасности, а также в снижении себестоимости, габаритов и удельной материалоемкости оборудования.

Высокая эффективность выпускаемого оборудования обеспечивается также его комплексной автоматизацией, где управляющим контроллером всех протекающих топочных процессов является специально скомбинированный блок, состоящий из процессоров «Siemens» и регуляторов «Овен». Программное обеспечение и алгоритм работы позволяют автоматически управлять всеми рабочими процессами и контролировать параметры безопасности. Отображение показателей работы котла вы-

водится на монитор компьютера. Обслуживающему персоналу не требуется глубоких специальных знаний: котел прост в эксплуатации, все параметры функционирования в виде текущих значений и графиков выводятся на монитор компьютера.

Первая котельная с котлами кипящего слоя тепловой мощностью 1,25 МВт на фрезерном торфе была внедрена в Литве, где с 2004 г. отапливает пансионат «Seneliu Globos Namai» под Каунасом. После этого в 2006 г. литов-

ской фирмой ОАО «Маргауза» с технической помощью ОАО «ГСКБ» и финансовой помощью Евросоюза была спроектирована и построена в г. Россяйняй (в 80 км от Каунаса) отопительная котельная тепловой мощностью 10 МВт, состоящая из двух водогрейных котлов (3 и 7 МВт), реализующих принцип сжигания фрезерного торфа в кипящем слое.

В 2009 г. по инициативе управления жилищно-коммунального хозяйства Гродненского облисполкома на котельной № 1 РУП ЖКХ в квартале Строителей г. Ошмяны Гроднен-

ПАРОВЫЕ И ВОДОГРЕЙНЫЕ КОТЛЫ С ТОПКОЙ КИПЯЩЕГО СЛОЯ



Технология низкотемпературного (температура в топке не превышает 850 °С) сжигания в кипящем слое позволяет использовать низкосортные топлива и горючие отходы, сжигание которых традиционными методами малоэффективно или вообще не возможно. При этом:

- ⌘ увеличивается КПД до 85%
- ⌘ снижаются выбросы в окружающую среду окислов серы и азота
- ⌘ расширяется возможность утилизации образующейся золы.

Котлы этого типа позволяют практически без проблем переходить с одного вида топлива на другой, например, чередовать сжигание угля и древесины или использовать их смеси.

Технические характеристики

Наименование, размерность		Марка котла			
		КВ-Ф-0,5	КВ-Ф-1,25	КВ-Ф-3,0Т	
Номинальная теплопроизводительность	МВт	0,5	1,25	3,0	
Вид топлива		Уголь, включая коксошлак с размером куски до 13мм, влажность не более 30%, содержание мелочи (менее 1мм) не более 10%, фрезерный торф, древесные отходы для розжига топлива лещен бытового ТУ 38.101656-96, диметил ГОСТ 305-82		Торф фрезерный влажность до 80%	
Расход условного топлива ($Q_{\text{н}}^* = 7000$ ккал/кг)	кг/ч	75	189	427	
Масса, не более	кг	3700	6600	14000	
Габаритные размеры, не более:	длина (с бункером)	мм	3275	4300	6900
	ширина (без вентиляторов)	мм	2200	2750	4100
	высота (с бункером)	мм	2720	3500	5300
КПД	%	82			
		КП-Ф-1,25			
Номинальная паропроизводительность	т/ч	1,25*			
Вид топлива		Уголь, включая коксошлак с размером куски до 13мм, влажность не более 30%, содержанием мелочи (менее 1мм) не более 10%, фрезерный торф, древесные отходы для розжига топлива лещен бытового ТУ 38.101656-96, диметил ГОСТ 305-82			
Расход условного топлива ($Q_{\text{н}}^* = 7000$ ккал/кг)	кг/ч	178			
Масса, не более	кг	6700			
Габаритные размеры, не более:	длина (с бункером)	мм	8250		
	ширина (без вентиляторов)	мм	2380		
	высота (с бункером)	мм	4235		
КПД	%	85			

* имеется исполнение котла с номинальной паропроизводительностью 1,85 т/ч и расчётным давлением пара 0,9 МПа



ской обл. был пущен в опытную эксплуатацию первый отечественный полностью автоматизированный водогрейный котел тепловой мощностью 3,0 МВт с топкой кипящего слоя, предназначенный для сжигания фрезерного торфа с влажностью (W^p) до 65% при содержании в нем золы (A^c) до 30% и выше [8].

Эксплуатация котла и всего комплекса оборудования в течение 2009–2010 гг. показала его достаточно высокую надежность и экономическую эффективность. Так, по данным Ошмянского РУП «ЖКХ», в течение 2009/2010 г. котел КВ-Ф-3,0Т отработал 9591 час, было выработано 10 903 Гкал тепла и при этом сэкономлено 1 млн 421 тыс. м³ природного газа. За счет разности в стоимости торфа и газа получен экономический эффект в размере 581 млн бел. руб. или около 190 тыс. долл. США по курсу 2010 г. Себестоимость одной выработанной Гкал в 2009 г. составила 134 894 руб., в 2010 г. – 149 927 руб., что гораздо ниже по сравнению с другими видами топлива [9, 10].

Следует также отметить, что совместные разработки ИТМО НАНБ и ОАО «ГСКБ» находят все более широкое применение как на внутреннем, так и на внешних рынках.

Учитывая эффективность данной котельной установки, Ошмянским РУП «ЖКХ» заключен с ОАО «ГСКБ» следующий договор на разработку проекта по дальнейшей реконструкции котельной с размещением на ней двух дополнительных водогрейных котлов с кипящим слоем на фрезерном торфе мощностью 4 МВт каждый. Кроме того, в реализации находится договор ОАО «ГСКБ» с УП «Минкоммунтепелсет» на разработку проекта мини-ТЭЦ с органическим циклом Ренкина на базе котла тепловой мощностью 4 МВт, сжигающего биомассу в кипящем слое.

Заключение

Применение технологии сжигания различных видов местного топлива в кипящем слое в котлах тепловой мощностью 1,25–3,0 МВт на объектах коммунальной энергетики показало, на наш взгляд, ее надежность и экономическую эффективность.

Использование технологии сжигания в кипящем слое позволяет:

- заменить высококачественное топливо не использовавшимися ранее отходами;

- повысить эффективность использования топлива;
- обеспечить снижение уровня токсичных выбросов до ПДК;
- снизить себестоимость вырабатываемой теплоты и электроэнергии.

Литература

1. Шенец, Л.В. Энергоэффективность как фактор устойчивого развития экономики в современных условиях // Презентация на пленарном заседании Белорусского промышленного форума 18.05.2011 г.
2. Федоренчик, А.С., Ледницкий, А.В. Состояние и анализ обеспечения древесным топливом энергетических объектов в Республике Беларусь // Энергоэффективность. – 2008. – № 3. С. 13–16.
3. Вавилов, А.В., Нагорнов, В.Н., Пашковский, М.Н. О повышении эффективности работы мини-ТЭЦ на биомассе // Энергоэффективность. – 2011. – № 2. – С. 12–13.
4. Государственная программа «Торф» на 2008–2010 годы и на период до 2020 года / Утверждена Постановлением Совета Министров РБ от 23.01.2008 года № 94.
5. Лиштван, И.И. Торфяные ресурсы Беларуси // Веды. – № 28 (2340). – 11.07.2011.
6. Borodulya, V.A. Fluidized bed combustion is the universal technology of firing fossil fuels and various types of wastes // *Advanced Combustion and Aerothermal Technologies/Environmental Protection and Pollution Reductions*. N. Syred and A. Chalatorv (eds), 2007 Springer. – P. 103–112.
7. Котлы с топкой кипящего слоя. Каталог ОАО «ГСКБ» // <http://www.gskb.by>.
8. Ситько, З.С. Внедрение котла на фрезерном торфе в Ошмянском РУП ЖКХ Гродненской области // Энергоэффективность. – 2010. – № 4. – С. 4–5.
9. Бородуля, В.А., Добкин, С.М., Галуза, С.А., Лосовский, И.Г. Опыт разработки и внедрения технологии сжигания фрезерного торфа в кипящем слое в котлах отечественного производства // Белорусский промышленный форум / Семинар «Энергосбережение – инновационный путь развития»: Сб. матер. форума. Минск, 17–20 мая 2011 г. – С. 119–120.
10. Бородуля, В.А., Добкин, С.М. Опыт разработки и внедрения технологии сжигания фрезерного торфа в кипящем слое на объектах коммунальной теплоэнергетики // Тезисы VII Международной конференции «Проблемы промышленной теплотехники». Киев, Украина, 23–27 мая 2011 г. – С. 13–14.

Шедов О.П.,
директор предприятия
«Теплотех»

Эффективные теплогенераторы

Предприятие «Теплотех» (г. Узда) на протяжении ряда лет выпускает теплогенераторы ТГ-40. В основу работы теплогенератора заложен принцип реакции термохимии окисления (горения) топлива с выделением тепла. В нижней части топки (первичная камера горения) происходит горение или тление (при недостатке кислорода) топлива. В режиме интенсивного горения температура в топке достигает 900 °С. При этом теплогенератор развивает максимальную мощность, однако коэффициент полезного действия значительно снижается.

Теплогенератор рассчитан на непродолжительные периоды работы, поскольку в режиме интенсивного горения снижается срок службы изделия.

Основным режимом работы является режим тления. Коэффициент полезного действия установки при этом достигает 85%. Для работы в данном режиме подача воздуха в теплогенератор ограничивается, горение переходит в тление. При этом из топлива выделяются легкие фракции органических газов группы СН (метан и др.), а также печные газы неполного окисления СО, которые поднимаются во вторичную камеру, где окисляются при подаче вторичного воздуха. Таким образом, создаются дополнительные условия для сгорания топлива, чем достигается повышенный коэффициент полезного действия установки.

Краткая техническая характеристика теплогенератора

Марка теплогенератора	Теплогенератор ТГ-40	
Длина со стояком	мм	2000
Ширина	мм	1200
Высота	мм	1800
Вес	кг	850
Объем камеры сгорания	л	700
Размер загрузочного люка	мм	450x370
Диаметр дымохода	мм	200
Мощность	кВт	40
Объем отапливаемого помещения	м ³	1500
Цена комплекта	руб.	22 000 000 с НДС

Конструкция вторичной камеры горения и каналов дымоотвода обеспечивает удлинение процесса догорания печных газов, в результате чего происходит более полное сгорание топлива. При этом из вторичной камеры горения по признаку большего удельного веса в первую очередь отводятся продукты полного окисления и те, которые имеют низшую температуру в результате теплоотдачи.

Стенки топки и ребра теплоотдачи при работе теплогенератора нагреваются и омывающий их воздух, нагреваясь, поднимается вверх. При номинальном уровне нагрузки на теплогенератор разница температур воздуха между входом и выходом составляет 50–60 °С.

В теплогенераторе ТГ-40 сжигаются дрова, отходы деревянной и бумажной тары, торф, лузга, солома и т.п. Нет необходимости покупать дорогостоящие радиаторы, трубы, насосы и др. Отсутствие водяных трубопроводов исключает их размораживание и выход системы из строя, т.е. работу теплогенератора можно остановить, а восстановить по необходимости. Быстрый прогрев рабочей зоны и эффективность воздушного отопления достигается работой направленных потоков теплого воздуха именно туда, где в этом есть необходимость – по воздуховодам.

Себестоимость тепла, полученного при использовании теплогенератора ТГ-40, в десятки раз ниже, чем при традиционных технологиях.

С помощью теплогенератора возможно отопление производственных помещений, цехов, СТО, ангаров, складов, мастерских, гаражей, обогрев бункеров строительных материалов, цистерн с мазутом, битумом, сушка древесины, пеноблоков, бетонных изделий, устройство тепловых завес и т.д.

Преимуществами ТГ-40 являются:

- использование местных возобновляемых видов топлива;
- наличие вертикальных съемных колосников в зависимости от разновидности топлива;
- инжекторная подача вторичного воздуха;
- надежность и простота в эксплуатации;
- утолщенная конструкция камеры сгорания;
- высокая экономичность: время работы одной загрузки не менее 6 часов.



Вавилов А.В.,
д-р техн. наук, профессор,

Савич С.М.,
член Белорусского
общественного научного
объединения создателей
технологических машин

Солнечная энергетика: Эффективность и анализ. Технические решения

Цеха для производства строительных материалов предлагается обогревать энергией солнца и теплом отработанного воздуха методом рекуперации. Цель предлагаемого проекта – снижение теплотерь и создание комфортной среды для работников.

Потребитель систем, связанных с использованием альтернативной энергии, всегда стоит перед непростым выбором – как оценить эффективность предлагаемого устройства. Продавец никогда не станет ругать свой товар! За последние два-три года предложение различных систем, работающих на альтернативных источниках, стало весьма разнообразным. Реклама пестрит объявлениями, все хвалят свой товар. В то же время потребитель не торопится массово приобретать и использовать такие устройства.

Это связано с решением двух основных вопросов:

- отсутствием внятной информации, построенной на статистике использования, применительно к месту предполагаемой эксплуатации;
- более устойчив психологический порог потребительских свойств классического углеводородного сырья, когда потребитель готов смириться с некоторым ростом цен и не настроен на дополнительный комплекс проблем, связанных с изменением сложившегося уклада жизни.

На первый вопрос можно ответить достаточно просто. Все инновации проходили период апробации силами энтузиастов. Следовательно, статистика появится не скоро. Потребителю придется отыскивать информацию в специализированных изданиях и сети Интернет и самому анализировать имеющиеся предложения. Кроме того, системы, использующие альтернативные источники энергии, являются, по сути, индивидуальными, что и позволяет достичь максимальной экономичности и эффек-

тивности, но не дает абсолютно точного прогноза. Индивидуальные системы требуют индивидуального подхода!

Относительно второго вопроса следует заметить, что переход от деревянной печки к газовому котлу («чисто, включил и забыл») тоже был непростой дилеммой. Затраты на монтаж радиаторов, котла и подключение к газопроводу порой были равны стоимости дров на ДВАДЦАТЬ ПЯТЬ отопительных сезонов! Тем не менее этот барьер многими преодолен.

Методов получения тепловой энергии из окружающей среды существует огромное множество. Сегодня хотелось бы поговорить об эффективности использования солнечного тепла как наиболее универсального и парадоксального вида обогрева. Универсального – благодаря своей распространенности и безграничности. Когда человечество научится использовать 10% тепла, поступающего на планету от солнца, то все станут, безусловно, богаты и счастливы. Парадоксального – потому что большинство не верит в его эффективность, используя повсеместно на собственные нужды как процесс дыхания.

Немного лирики. Зачастую, нагревая бочку с водой на дачном участке с помощью солнца, дачник не задумывается, что нагрев 1 литра воды на 1 градус требует 1,16 Вт энергии. А нагрев 200 литров воды до температуры «летней» требует около 5000 Вт энергозатрат. Причем бочка почти не имеет перпендикулярных солнечному потоку плоскостей и теплозащиты для сохранения и аккумуляции тепла!

Стандартная методика замеров солнечного тепла, приходящегося на единичную поверхность, предполагает производство замеров на горизонтальной поверхности. Замеры с поверхности, перпендикулярной солнечному потоку, обычно не производятся, так как не рациональны. При проведении замеров по данной методике результаты будут равны произведе-

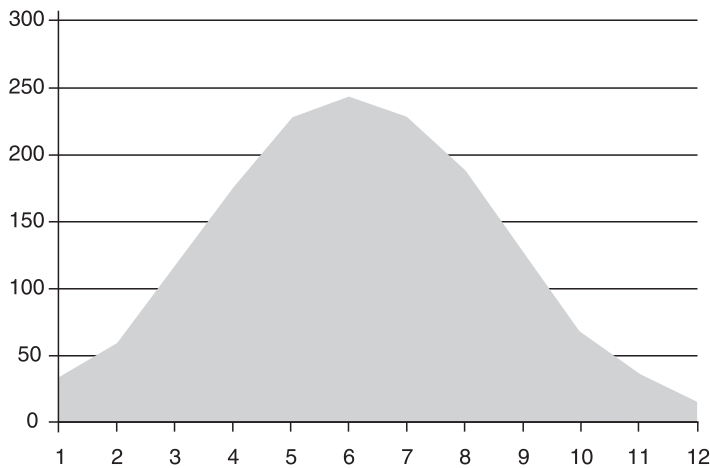


Рис. 1.
Усредненные
данные для расчета
эффективности
применения солнечных
систем для широты
г. Минска

нию солнечной постоянной на продолжительность светового дня и корректировку на суточные погодные условия (облачность, загазованность атмосферы и т.п.). Стандартные усредненные данные для расчета эффективности применения солнечных систем для широты города Минска приведены на графике, который построен на основе стандартной методики замеров на горизонтальной поверхности. Данные представлены в формате: количество Вт солнечного тепла на квадратный метр горизонтальной поверхности в час по месяцам года.

Пересчитав продолжительность месяца в часах, данные можно представить в таблице (табл. 1). Информация представлена в фор-

мате: количество Вт солнечного тепла на квадратный метр «идеальной» горизонтальной поверхности за месяц.

В связи с тем что направление солнечного потока по отношению к горизонтальной поверхности (а равно и к точке размещения солярной конструкции) сильно изменяется, данные для расчетов эффективности солярных устройств по зимним, осенним и весенним месяцам можно считать условными. В то же время на основе интерполяции имеющихся данных для вертикальной поверхности получают другие сведения (табл. 2).

На основании представленных данных можно сделать вывод о применении различных типов устройств для получения тепла.

Таблица 1

Ежемесячное солнечное тепло на «идеальной» поверхности

Месяц	Мин.	Макс.	Среднее значение
январь	24998	27331	26164
февраль	36330	44996	40663
март	83658	89991	86825
апрель	120321	133987	127154
май	152985	185648	169316
июнь	164984	185648	175316
июль	159651	180649	170150
август	134987	146319	140653
сентябрь	86658	97324	91991
октябрь	42329	60327	51328
ноябрь	19998	34330	27164
декабрь	6666	17665	12165

Таблица 2

Ежемесячное солнечное тепло на горизонтальной и вертикальной поверхностях

Месяц	Средние значения для горизонтальной поверхности, кВт·м ²	Средние значения для вертикальной поверхности, кВт·м ²
январь	26 164	56 224
февраль	40 663	70 567
март	86 825	107 183
апрель	127 154	102 084
май	169 316	100 085
июнь	175 316	93 780
июль	170 150	98 558
август	140 653	100 837
сентябрь	91 991	92 102
октябрь	51 328	75 058
ноябрь	27 164	54 667
декабрь	12 165	27 039



Рябцев М.Я.,
директор ПК ЧУП
«Коммунстройсервис»

О перспективах развития солнечной энергии в строительном комплексе Беларуси с учетом зарубежного опыта

По данным Германского союза исследований солнечной энергетики (BSW), вырабатываемое ежегодно солнцем количество энергии превышает нужды всего сегодняшнего населения Земли более чем в 2500 раз. При этом каждый метр площади действующих солнечных коллекторов экономит 100 л жидкого топлива в год. По прогнозам той же организации, в недалеком будущем более 50% производства энергии в Западной Европе будут составлять альтернативные природные источники, в том числе и солнце.

Новые интересные разработки появляются на рынке уже сегодня. Так, компания *Sbarp* создала панель *Limiwall*, объединяющую солнечный коллектор с кристаллами силиция и LED-световоды. Прозрачная панель светится ночью за счет солнечной энергии, накопленной днем. Срок ее службы составляет 40 000 часов, в то время как лампы разных видов работают лишь от 1000 до 12 000 часов.

Сегодня охрана окружающей среды – не просто слова, а активная жизненная позиция многих жителей западноевропейских стран. Модернизация частных жилых домов необходима для того, чтобы экономить энергетические ресурсы, которые, как известно, не безграничны. Около девяти миллионов домов в Германии далеки от современных энергетических стандартов, а потому будут санированы в течение нескольких ближайших лет.

Уже доказана выгодность инвестиций в современные энергосберегающие технологии. **Пример:** среднестатистический коттедж 1970-х годов постройки с неутепленными стенами и старой системой отопления потребляет около 300 кВт·ч тепловой энергии на каждый 1 м² площади. Оптимальная с технической точки зрения санация сокращает потребности в тепле до 40 кВт·ч на 1 м². Несложно подсчитать, что экономия затрат на энергоресурсы для владельцев в этом случае составляет 85%. Иног-

да можно даже достичь экономии 93% – за счет энергосберегающих мероприятий, когда плохо утепленное здание трансформируется в дом с низким стандартом энергопотребления.

В настоящее время Германия намерена отказаться от использования атомных электростанций и переключиться на использование других источников энергии.

Устройство (модуль), улавливающее лучистую энергию солнца и преобразующее ее в электричество, называется **гелиоустановкой**. Массовое использование гелиоустановок в Германии становится актуальным вследствие того, что стоимость электроэнергии, получаемой от солнца, приблизилась к стоимости электроэнергии, получаемой от традиционных источников.

Область применения гелиоустановок:

- жилые дома;
- светофоры, световые табло;
- промышленные предприятия;
- объекты, удаленные от источников электроэнергии.

Надежность. Установки рассчитаны на неблагоприятные погодные условия, им не страшны лед, град, снег, ураган, высокая влажность или значительные температурные колебания.

Гарантированная мощность солнечных модулей – не менее 90% от первоначальной в течение 10 лет и 80% – на протяжении 26 лет.

Максимальное напряжение системы – 1000 В.

Размеры модулей:

длина – 1,5–1,65 м; ширина – 0,99 м; толщина – 40 мм.

Корпус модуля изготавливается из алюминия и нержавеющей стали.

Вес модуля от 17 до 21 кг.

Аналогичные задачи по экономии энергоресурсов стоят и в Беларуси. Поэтому инвестиции в альтернативные источники энергии входят на первый план, так как это инвестиции в будущее.

Вавилов А.В.,
д-р техн. наук, профессор

Бартошевич А.В.,
канд. воен. наук

Савлунинский В.В.,
канд. воен. наук

Обоснование использования энергогенерирующего и компенсирующего тепловые потери оборудования в военном строительстве

Обеспечение деятельности структурных подразделений Вооруженных Сил Республики Беларусь в условиях необходимости экономии энергоресурсов требует наличия энергогенерирующего и компенсирующего тепловые потери оборудования. Его использование должно обеспечить:

- поддержание требуемой наставлениями по тыловому обеспечению Вооруженных Сил температуры воздуха в служебных помещениях путем соблюдения заданного графика зависимости температуры теплоносителя в системе от температуры наружного воздуха;
- автоматическое (полуавтоматическое) снижение потребления тепловой энергии системой отопления путем изменения расхода теплоносителя;
- ограничение температуры воздуха от теплоносителя в тепловой сети.

Цель проведения исследований по внедрению в Вооруженных Силах Республики Беларусь энергогенерирующего и компенсирующего тепловые потери оборудования предопределена требованиями по снижению энергоемкости существующих образцов вооружения, военной и специальной техники. Это, в свою очередь, определяет проведение анализа факторов, влияющих на рациональность использования рассматриваемого оборудования различных типов и марок. На основании анализа факторов, влияющих на применение энергогенерирующего и компенсирующего тепловые потери оборудования в вооруженных силах различных государств, необходимо выработать предложения и рекомендации по использованию этого

оборудования при обеспечении структурных подразделений ВС РБ.

Одним из возможных подходов к обоснованию использования энергогенерирующего и компенсирующего тепловые потери оборудования является определение расхода теплоносителя для определения нужд отопления.

Для этого вычисляется часовое количество тепловой энергии, необходимое для нужд отопления:

$$Q_o = A \times V \times q_o \times (t_{вн} - t_{н}) \times 0,000001, \quad (1)$$

где Q_o – часовое количество тепловой энергии, необходимое для нужд отопления, Гкал/ч;

A – поправочный коэффициент для различных регионов на температурный график, для РБ 1,02;

V – объем помещения, м³;

q_o – удельный расход теплоты на отопление, ккал/ч·м³·°C;

$t_{вн}, t_{н}$ – температура воздуха внутри помещения и снаружи, °C.

Также для нужд вентиляции:

$$Q_v = A \times V \times q_o \times (t_{вн} - t_{н}) \times 0,000001, \quad (2)$$

где Q_v – часовое количество тепловой энергии, необходимое для нужд вентиляции, Гкал/час;

A – поправочный коэффициент для различных регионов на температурный график, для РБ 1,02;

V – объем помещения, м³;

q_o – удельный расход теплоты на отопление, ккал/ч·м³·°C;

$t_{вн}, t_{н}$ – температура воздуха внутри помещения и снаружи, °C.



Общую экономию предлагается рассчитать как разность между существующим и состоящим на вооружении энергогенерирующим оборудованием и новым, предлагаемым к замене.

Сейчас в БНТУ ведутся работы в области использования солнечной энергии, поиска источников тепла, позволяющих компенсировать или дополнять существующие классические теплогенераторы. В частности, предлагается изготовление и поставка устройств «Солнечный тепловой коллектор Вавилова–Саевича» (далее СТК) для получения и восстановления (компенсации) тепловой энергии. Патент на прототип полезной модели № 4823 «Солнечный коллектор для подогрева приточного воздуха» БНТУ (авторы А.В. Вавилов и С.М. Саевич), рис. 1.

Основные технические функции СТК – нагрев солнечным излучением наружного воздуха с подачей его принудительным образом во внутренние помещения, рекуперация тепла посредством теплообмена воздушных потоков выходящего и входящего воздуха, повышение теплового сопротивления наружной стены (по аналогии с пассивной термосанацией), улучшение воздухообмена в помещениях.

Нагрев теплообменной поверхности в устройстве происходит естественным путем – благодаря использованию свойств солнечного излучения (физическая константа солнечной постоянной около $1400 \text{ Вт}\cdot\text{м}^2\cdot\text{ч}$). Для расчетов экономической эффективности применения предлагаемого устройства на широте г. Минска можно использовать величину, эквивалентную $1\ 100\ 000\text{--}1\ 150\ 000 \text{ Вт}\cdot\text{м}^2$ за год и усредненного КПД преобразования 30%. При этом с каждого квадратного метра конструкции СТК получается не менее $330\ 000 \text{ Вт}$ тепловой энергии за год.

Для справки: количество тепловой энергии, получаемое с 1 м^2 поверхности СТК, по сезонам может составить: зимой $30\ 000 \text{ Вт}$, весной $120\ 000 \text{ Вт}$, осенью $60\ 000 \text{ Вт}$.

В связи с тем что коллектор формирует принудительное упорядоченное направление воздушных потоков, наибольшую часть тепловой энергии предлагается возвращать методом рекуперации, восстанавливая потери обменом тепла, генерированного основной системой отопления. Восстановление тепловой энергии осуществляется посредством размещенного внутри СТК теплообменного пассивного (активного) контура (рекуператора). Посредством этого процесса повышает-

ся эффективность основной системы отопления, обладающей механизмом автоматического регулирования подогрева и контролем температуры воздуха в отапливаемых помещениях. После прохождения воздуха через простой тканевый фильтр внутри помещения возникнет небольшое избыточное давление, которое перераспределит воздушные потоки, перенаправив их в рекуператор. При определенном количестве солнечных дней устройство СТК сможет конкурировать с основной системой отопления по теплоотдаче или дополнять ее.

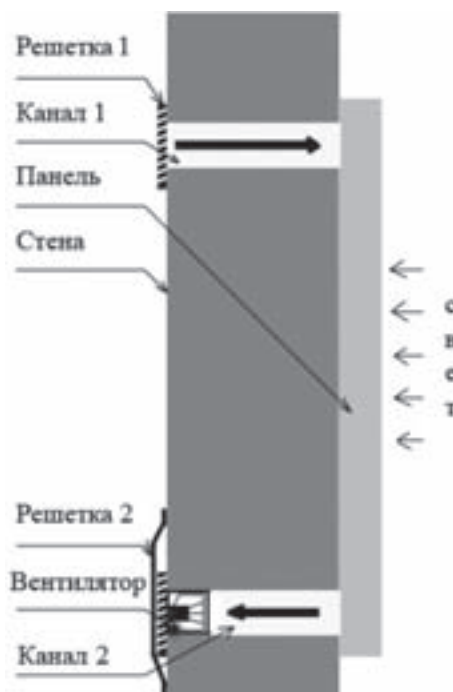


Рис. 1. Монтажные и конструктивные элементы

1. РЕШЕТКА 1 – вентиляционная решетка входного канала естественной безнапорной вентиляции теплого воздуха, уходящего посредством КАНАЛА 1 из помещения наружу через рекуператор панели.
2. ПАНЕЛЬ – собственно конструкция СТК, размещенная на наружной поверхности СТЕНЫ, ограждающей помещение.
3. РЕШЕТКА 2 – конструкция, выполняющая функцию акустического и пылевого фильтра, закрывающая ВЕНТИЛЯТОР, создающий принудительный поток теплого воздуха из конструкции в помещение посредством КАНАЛА 2. Воздухообменные КАНАЛ 1 и КАНАЛ 2 – каналы, устраиваемые в стене. На одну панель площадью до $3,15 \text{ м}^2$ требуются два воздухообменных канала – один принудительный приточный, расположенный вблизи пола, и один безнапорный для исходящего потока, располагаемый непосредственно у потолка помещения. Габариты модульного элемента определяются размером доступной площадки поверхности ровной стены. Максимально возможный размер одной панели: ширина 2100 мм , высота 6000 мм .

Управление работой устройства осуществляется в автоматическом или полуавтоматическом режимах.

В настоящее время системы интеллектуального управления требуют особого подхода в связи с большим количеством датчиков, вентиляторов, насосов, исполнительных устройств. Для обеспечения стабильной работы всех электрически управляемых узлов необходимо получить стабильный источник электропитания. Для решения поднятой выше проблемы рекомендуется применять блок непрерывного питания «on-line», работающий с использованием следующих принципов:

- фильтрация помех питающей сети и преобразование нестабильного напряжения питающей сети в низкое напряжение постоянного тока (поз. 1);
- зарядка промежуточного буфера на аккумуляторах (поз. 3);
- преобразование постоянного тока в переменный и получение стабильного выходного напряжения с требуемыми характеристиками (поз. 2).

Схема 1 с использованием промежуточного буфера из аккумуляторов позволит в перспективе применить внешнюю систему дополнительного электроснабжения с низким энергетическим балансом, например малогаба-

ритный ветрогенератор с тихоходным пропеллером (наименьший вред окружающей среде, поз. 4) на базе генератора от автомобиля. Возможно применение в качестве зарядного устройства фотоэлектрической панели (поз. 5). Потенциально лучшим вариантом является термоэлектрический генератор энергии, снимаемой с поверхности СТК при сохранении ее основной функции. Практически с площади, равной 1 м², возможно получение электрической энергии около 25–50 Вт/ч. При эксплуатации тепловой панели площадью до 35 м² возможно получение энергии около 1000 Вт/ч, что достаточно для зарядки аккумуляторного буфера и существенной компенсации электрических затрат строения. Кроме того, метод управления элементами термогенерации шунтированием позволит регулировать температуру поверхности панели в периоды активного солнца и отсутствия отбора тепла на обогрев помещений строения (особенно в солнечные дни).

Такая система электроснабжения предохранит электротехнические узлы от повреждения и обеспечит необходимым электроснабжением в режиме экономного расходования тепла. Если при изготовлении таких промежуточных систем электроснабжения внедрить в них элементы интеллекта, т.е. добавить про-

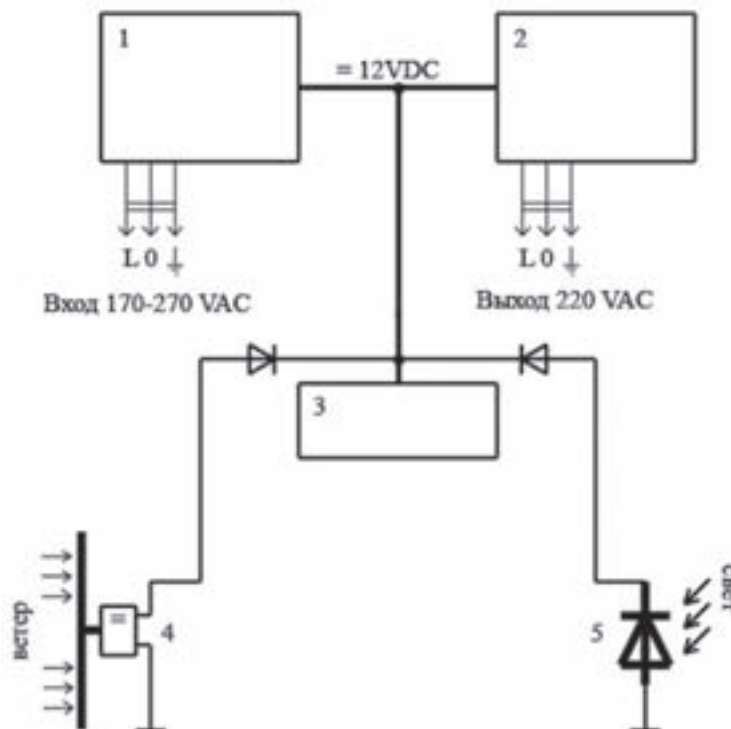


Схема 1



цессор, отключающий блок от внешней электросети при переполнении заряда аккумулятора, то возможно получение дополнительно существенного источника экономии электроэнергии, автономность которого будет зависеть от емкости наращиваемого промежуточного буфера. При использовании блока мощностью не менее 5 000 ВА и промежуточного буфера емкостью около 250 А·ч возможно стабильное получение около 2,0 кВт энергии. Если учесть, что основное энергопотребление приходится на темное время суток, при использовании энергоэффективных ламп освещения и эксплуатации экономичных приборов автономность объекта может приблизиться к 90%.

Рассмотренные выше варианты применения СТК и рекуператора тепла совместно с предлагаемой системой электроснабжения позволят в стационарных условиях (особенно актуально в автономном режиме) осуществ-

лять генерацию и рекуперацию тепла для жизнеобеспечения структурных подразделений Вооруженных Сил, добиваясь кроме прочего целей скрытного размещения специального оборудования и (или) поглощения возможных радиолокационных излучений разведывательных устройств противоборствующей стороны в ходе подготовки или развязывания агрессии.

Таким образом, внедрение в Вооруженных Силах Республики Беларусь энергогенерирующего и компенсирующего тепловые потери оборудования для обеспечения структурных подразделений определит анализ использования подобного оборудования в ВС других государств, анализ влияющих на его применение факторов, что позволит обосновать целесообразность и эффективность использования данного оборудования для жизнеобеспечения войск.

Журавский Г.И.,
Матвейчук А.С.,
Шаранда Н.С.

Государственное
научное учреждение
«Институт тепло-
и массообмена имени
А.В. Лыкова НАН Беларуси»
mals@tut.by

Альтернативное топливо из использованных автомобильных шин

В последние годы во многих странах мира большое внимание уделяется проблеме использования образующихся во всевозрастающих количествах отходов производства и потребления, в т.ч. изношенных автомобильных шин, которые являются одним из самых многотоннажных отходов полимеров. Вывозимые на свалки или рассеянные на окружающих территориях шины длительное время загрязняют окружающую среду вследствие высокой стойкости к воздействию внешних климатических факторов, а места их скопления служат благоприятной средой обитания и размножения грызунов и насекомых – разносчиков различных заболеваний. Кроме того, шины обладают высокой пожарной опасностью, а продукты их неконтролируемого сжигания оказывают крайне вредное воздействие на окружающую среду.

Проблема использования изношенных шин имеет также существенное экономическое значение, поскольку потребности хозяйства в природных ресурсах непрерывно растут, а их стоимость постоянно повышается. Использование изношенных шин, содержащих помимо резины, технические свойства которой близки к первоначальным, большое количество армирующих материалов, является источником экономии природных ресурсов. Кроме того, ликвидация свалок изношенных шин позволит освободить для применения по назначению значительные площади занимаемых ими земель.

Определенное развитие получили технологии сжигания автомобильных шин в цементных печах с целью экономии природного газа. Однако опыт Японии показывает, что сжигание изношенных шин в цементной промышленности позволяет экономить лишь около 1–2% традиционного топлива. При этом уста-

новлено, что для сжигания в цементных печах непригодны грузовые и автобусные шины из-за большого содержания в них стали и затекания воздуха в печь во время загрузки, в результате чего горение становится прерывистым, нарушается баланс между температурой в печи и температурой воздушного потока.

На Липецком цементном заводе (Россия) также была предпринята попытка сжигания изношенных автомобильных шин. По результатам испытаний установлено, что сжигание шин в зоне кальцинирования печей мокрого способа производства цемента приводит к большим выбросам в окружающую среду и снижению сортности цемента, но практически не влияет на снижение энергетических затрат на производство.

В Швейцарии компания «Джура цемент уоркс» еще в 1989 г. прекратила сжигание шин в цементных печах из-за загрязнения окружающей среды продуктами сгорания.

Одной из технических проблем организации сжигания шин в цементных печах является необходимость создания специального оборудования, обеспечивающего точную непрерывную загрузку печи. Поскольку зона горения, в которую необходимо подавать дозированное количество шин, в процессе производства цемента непрерывно меняет свои геометрические размеры (по длине и месторасположению в печи), точная дозированная подача шин в эту зону является весьма проблематичной.

Перевод действующих цементных печей на частичное использование в качестве топлива изношенных шин связан с рядом таких проблем, как необходимость реконструкции (установка устройств для загрузки шин, увеличение мощности и качества систем газоочистки, создание складов сырья, систем транспортировки шин) и последующей сертификации оборудования.



В Республике Беларусь на ОАО «Красносельскстройматериалы» организовано сжигание целых (без измельчения) изношенных шин в цементной печи. В сутки сжигается около 23 т шин. Технологическая схема включает подачу изношенных шин в печь через специальный шлюз. Считается, что сжигание шин позволит предприятию сэкономить в год до 7 млн м³ природного газа. Однако необходимо отметить, что только для возврата вложений в реконструкцию печи, которые составили 3 млрд руб., необходимо сэкономить около 12 млн м³ природного газа. При этом вызывает сомнение экономическая целесообразность сжигания шин в цементной печи, поскольку расходы топлива на доставку шин на предприятие составляют значительную долю в получаемом за счет сжигания шин топливном «эффекте», а затраты на сохранение качества природной среды (очистка газовых выбросов и дезодорация) в районе сжигания шин могут свести к нулю экономическую эффективность замены природного газа на топливо в виде изношенных шин.

На протяжении ряда последних лет специалистами Института тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси разрабатывается технология термолиза, основанная на свойствах органических соединений подвергаться деструкции при нагревании. Институт разработано и создано оборудование как мобильного, так и стационарного исполнения, обеспечивающее получение широкого спектра сырьевых и топливно-энергетических ресурсов.

Основа технологического процесса – термическая деструкция резинотехнических отходов в среде водяного пара, являющегося не только эффективным и недорогим теплоносителем, но и реакционной средой, подавляющей протекание вторичных химических реакций между продуктами разложения, приводящих к образованию токсичных соединений. Экологические показатели оборудования подтверждены испытаниями, проведенными на территории Республики Беларусь, России и стран Евросоюза, в частности во Франции.

Альтернативой оборудованию, обеспечивающему прямое сжигание использованных автомобильных шин в цементных печах, является разработанная институтом установка УТРО-500, которая позволяет получать компо-

зитное жидкое топливо (КЖТ), представляющее собой смесь жидких и твердых продуктов паротермической деструкции автомобильных шин. Данное топливо может производиться из всех видов изношенных шин, включая шины грузового транспорта и автобусов, сжигание которых в печи весьма проблематично. При производстве КЖТ «побочным» продуктом будет лишь металлический корд, легко отделяемый и реализуемый в качестве вторичных ресурсов.

Кроме того, производимое топливо может быть использовано без существенной модернизации горелочного оборудования и самой цементной печи. Потребуется только замена отдельных элементов горелок и их регулировка.

Стоимость оборудования для производства КЖТ на базе установки УТРО-500 сравнима со стоимостью одного шлюзового затвора для загрузки шин в цементную печь и существенно (в несколько раз) ниже необходимых финансовых затрат для перевода цементной печи на сжигание шин. При этом может быть получен более высокий (на 10–15%) КПД использования топлива и существенно снижены выбросы вредных веществ в окружающую среду.

КЖТ складывается при незначительной модернизации существующих хранилищ жидкого топлива, а также может транспортироваться с большей эффективностью, чем изношенные шины, перевозка которых автотранспортом убыточна уже при радиусе перевозки 50 км.

В 2005–2006 гг. выполнен комплекс работ по разработке технологии изготовления КЖТ и проведены его токсиколого-гигиенические исследования, в результате чего получено положительное заключение ГУ «Республиканский научно-практический центр гигиены» Минздрава РБ и рекомендовано органам Госнадзора Республики Беларусь разрешить производство данного топлива с разработкой соответствующих стандартов.

Таким образом, опыт использования установок УТРО-500 для обеспечения цементных предприятий топливом может послужить основой для широкого распространения отечественного оборудования как на территории Республики Беларусь, так и за рубежом, привлечения зарубежных инвестиций, организации серийного производства и создания дополнительных рабочих мест.

Бычков Н.А.,
инженер-теплотехник,
МО ОАО «Луч»

Энергетическая безопасность будущего – в возобновляемых источниках энергии

Общеизвестно, что основные затраты энергии, получаемой из различных источников, идут на получение тепла для тех или иных нужд. Проблема дороговизны энергоносителей заставляет потребителей сегодня серьезно задуматься о поиске новых решений в области энергетики. Развитие современной науки сделало доступными и одними из самых быстро окупаемых технологии применения возобновляемых источников энергии.

Помимо неблагоприятного воздействия на окружающую среду одним из основных недостатков использования ископаемых видов топлива является тот факт, что они практически невозобновляемы. Судя по текущим уровням потребления, запасов нефти, угля и другого ископаемого топлива может не хватить даже на десятки лет, не говоря уже о сотнях.

Более 80% мировых запасов органического топлива приходится на становящийся все менее популярным уголь. По данным экспертов, доля нефти и природного газа в топливно-энергетическом балансе к 2020 г. снизится с 66,6 до 20%. На гидроэнергетику придется всего 1,5% общего производства энергии в мире, и она может играть только вспомогательную роль. Таким образом, ни органическое топливо, ни гидроэнергия не могут решить энергетические проблемы в перспективе.

Помимо ограниченности запасов углеводородов остро стоят и вопросы угрозы экологии при их использовании. Еще во второй половине XX в. перед человечеством встала глобальная проблема загрязнения окружающей среды продуктами сгорания органического топлива. Даже если рассматривать каждый ее аспект в отдельности, то картина все равно будет выглядеть удручающе. Возрастающие тем-

пы загрязнения окружающей среды, нарушение теплового баланса атмосферы постепенно приводят к глобальным изменениям климата.

Растущие энергетические потребности современной цивилизации и ограниченность топливных ресурсов свидетельствуют о неизбежности перехода к нетрадиционным, альтернативным источникам энергии. Они экологичны, возобновляемы, основой их служит энергия Солнца и Земли.

В ЕС для решения проблем энергосбережения в соответствии с директивами «Энергетическая безопасность и солидарность», «Новая энергостратегия 20–20–20», более жесткими обязательствами по Рамочной конвенции ООН об изменении климата до 2050 г. в настоящее время принята программа, предусматривающая переход к 2050 г. энергосистем всех стран-членов на выработку 80% электроэнергии за счет альтернативных источников и низкоуглеродных технологий.

Вопросы применения альтернативных источников энергии актуальны и в Беларуси. Ведь борьба против глобального изменения климата давно носит международный характер. Все больше стран на всех континентах принимают серьезные меры по сокращению выбросов парниковых газов, вводят квоты и санкции против нарушителей. В нашей стране в декабре прошлого года был принят закон «О возобновляемых источниках энергии», определяющий права производителей энергии из возобновляемых источников и позволяющий продавать всю производимую электроэнергию в государственную электросеть. В июне 2011 г. Министерством экономики РБ принято постановление, устанавливающее тарифы на электроэнергию, полученную путем исполь-



зования альтернативных источников: так, тариф на энергию, полученную посредством переработки солнечной, в первые 10 лет со дня ввода в эксплуатацию установок будет составлять 3, в последующее десятилетие – 0,85.

Ускоренное развитие энергосберегающих технологий, применение источников возобновляемой энергии должны привести к замещению традиционных энергоресурсов в рамках планеты (нефти, угля, газа) уже в ближайшее десятилетие.

Использование солнечной энергии

Одним из наиболее удачных решений проблемы замещения углеводородного топлива является использование солнечной энергии. В отношении возможности применения солнечного излучения для преобразования его в электроэнергию в Беларуси существует стереотип, будто в наших климатических условиях это невыгодно и нецелесообразно. На самом деле это распространенное заблуждение. Важно помнить, что технологии постоянно совершенствуются. Не осталось в стороне от прогресса и развитие солнечной энергетики. Современные технологии предоставляют возможность активно использовать энергию солнца даже жителям стран с небольшим числом солнечных дней в году. Количество же излучаемой солнцем энергии на единицу площади в Беларуси такое же, как и в большей части Германии. При этом Германия занимает первое место в Европе по выработке электроэнергии путем преобразования солнечной в частности и по развитию альтернативной энергетики в целом. Практически в каж-

дом регионе Беларуси есть условия для эффективного использования энергетического потенциала солнца.

Если бы весь мир получал энергию посредством солнечных батарей, то потребовалось бы задействовать лишь 0,3% площади Земли для обеспечения электричеством всей планеты. Солнце производит намного больше энергии, чем человечество потребляет за год.

Трубчатые вакуумные коллекторы, воздушные солнечные коллекторы, фотоэлектрические батареи – экологичное и современное решение вопросов нагрева воды, отопления помещений и генерации электрической энергии.

Бесплатная энергия Солнца всегда привлекала людей. Однако потребовалось немало научных исследований и разработок, пока не появились современные конструкции, использующие эту природную энергию с должной эффективностью. Одной из наиболее быстро окупаемых технологий нагрева воды в климатических условиях нашей страны является использование тепловых трубок в вакуумных коллекторах. Вложенные в установку средства окупаются за 3–4 года эксплуатации.

Солнечные трубчатые вакуумные коллекторы (рис. 2) – устройства, поглощающие излучаемую солнцем энергию (видимый свет и инфракрасную составляющую излучения) и преобразовывающие ее в тепловую. Их используют для нагрева воды и отопления помещений. Популярен вариант устройства в доме с помощью солнечных коллекторов теплых полов.



Рис.1. Распределение потока солнечной энергии в РБ

Непосредственно коллектор представляет собой систему стеклянных колб, внутри которых находится вакуум. Солнечное излучение, попадая на коллектор, преобразуется в тепловую энергию и через медную тепловую трубку передается гликолю, который циркулирует с помощью насоса. Контур с гликолем замкнут на змеевиковый теплообменный аппарат, посредством которого происходит передача теплоты воде в накопительном баке. Работа всей системы регулируется автоматикой. Вакуумные коллекторы продолжают эффективно работать даже при условии отрицательных температур. Трубы, изготовленные из прочного стекла, устойчивы к воздействию дождя, а также града размером до 2,5 см в диаметре.

В среднем 1 м² коллектора нагревает примерно 10 л воды в час, что соответствует 1 кВт·ч, около 1500 кВт·ч в год – данные показатели меняются в зависимости от климатических особенностей местности, количества солнечных дней в году и интенсивности освещения. Оптимальная конфигурация позволяет снижать затраты на отопление до 50% и на горячее водоснабжение – до 90%.

Воздушные солнечные коллекторы наиболее часто применяются в роли автономных систем отопления, поддерживающих положительную температуру внутри дачных и вспомогательных помещений в период межсезонья. Поглощающий слой в них выполнен из специального сплава с селективной обработкой. Конструкция воздушных коллекторов способствует максимальному поглощению солнечной энергии и наилучшему теплообмену с воздухом в обогреваемом помещении. Коллектор продолжает выполнять свои функции и при пе-

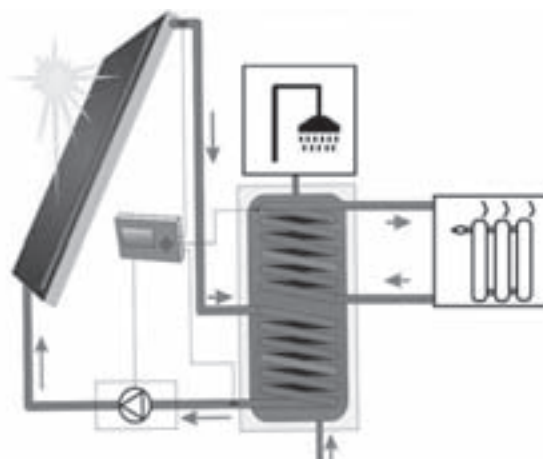


Рис. 3. Схема работы солнечных коллекторов в системе нагрева воды

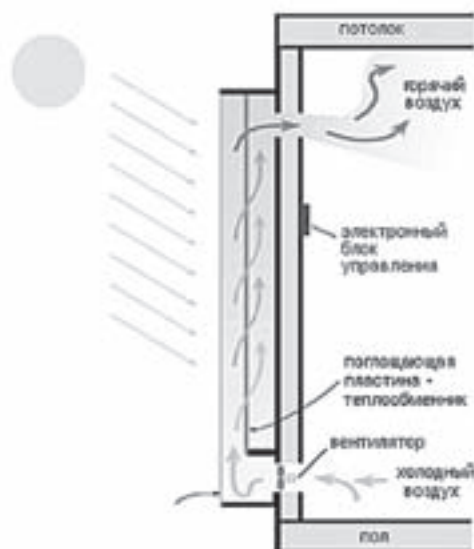


Рис. 4. Схема работы воздушных коллекторов

Рис. 2. Вакуумные трубчатые коллекторы

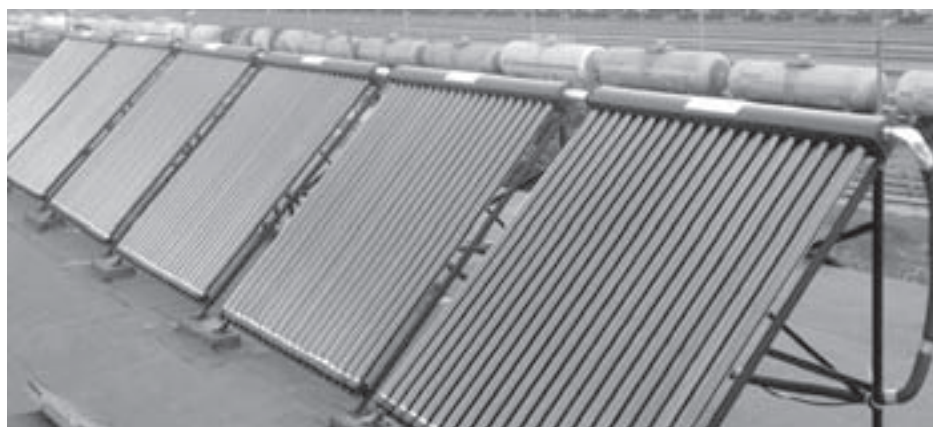




Рис. 5.
Солнечные
батареи

ременной и облачной погоде, может спокойно выдерживать любые экстремальные температуры от -60 до $+60$ °С.

Фотоэлектрические батареи уже давно называют электростанциями будущего. Сегодня эти устройства во многих странах прочно вошли в быт как источники, обеспечивающие потребителей экологически чистой энергией. Одним из преимуществ фотоэлектрических систем является модульность. При увеличении энергопотребления домовладелец, использующий солнечные батареи в качестве источника электроснабжения, может увеличивать мощность системы за счет добавления дополнительных фотоэлектрических модулей. Солнечные батареи практически не изнашиваются, поскольку не содержат движущихся частей и крайне редко выходят из строя. Срок службы без ухудшения эксплуатационных характеристик составляет 25 лет и более, что подтверждено многолетней мировой практикой использования.

Используя трубчатые вакуумные коллекторы, воздушные коллекторы, фотоэлектрические батареи, мы обеспечиваем себя дешевой тепловой солнечной энергией на долгие годы вперед. Сегодня им находится все более широкое применение: они устанавливаются в частных домах, школах, детских садах, санаторно-курортных и оздоровительных учреждениях, АЗС, магазинах, на производственных комплексах железнодорожного транспорта и портов.

Использование энергии ветра

Помимо солнечной сегодня активно используется и энергия ветра, преобразуемая в электрическую с помощью ветрогенераторов, известных еще как ветряные электростанции. Различают ветрогенераторы бытового (до



Рис. 6.
Ветрогенератор
с вертикальной
осью вращения

500 кВт) и промышленного назначения. Они генерируют энергию, используя силу ветра.

Существуют два вида генераторов: с горизонтальной – привычный всем пропеллер – и с вертикальной осью вращения. У вторых генераторов находится под мачтой, поэтому нет необходимости ориентировать конструкцию на ветер. Они работают при меньшей скорости ветра, что делает их эффективнее для наших условий.

Стационарные ветрогенераторы могут полностью обеспечивать электрическим питанием жилой дом или небольшой производственный объект, накапливать необходимый ресурс электроэнергии для применения в периоды отсутствия ветра, могут функционировать в сочетании с дизельными или солнечными генераторами, а также давать экономию при использовании центральной электросети.

Надежное обеспечение современного общества различными видами энергии по приемлемым ценам с минимальным ущербом для окружающей среды – один из важнейших факторов устойчивого развития.

Томас Бюхнер,
управляющий директор

Хартмут Гроткопп,
д-р техн. наук,
профессор, STRABAG
Umweltanlagen GmbH
(г. Дрезден, Германия)

Бородавко В.И.,
генеральный директор
ГНПО «Центр»
НАН Беларуси

Хилько Д.Н.,
директор ООО «ШТРАБАГ
Инжиниринг Центр»

Получение альтернативных видов топлива путем механико-биологической переработки коммунальных отходов и возможности его использования в энергетических установках при производстве строительных материалов

Компания STRABAG Umweltanlagen GmbH является одним из ведущих предприятий в области механико-биологической переработки отходов и получения биогаза. Многообразие разработанных способов, современных технологий и ноу-хау является идеальной предпосылкой для проектирования, строительства и ввода в эксплуатацию высокотехнологических установок для переработки твердых коммунальных отходов и сточных вод по всему миру.

В Республике Беларусь фирмой STRABAG Umweltanlagen GmbH в городе Бресте реализован пилотный проект по строительству мусороперерабатывающего завода, который включает в себя биогазовый комплекс по переработке 370 тыс. м³/год ила и осадков сточных вод (первая очередь) и механико-биологическую установку по переработке 100 тыс. т/год твердых коммунальных отходов (вторая очередь). Первая очередь обеспечивает получение биогаза из ила и осадка сточных вод до 2,85 млн м³/год с последующей выработкой в когенерационных установках из биогаза тепловой и электрической энергии. Вторая очередь обеспечивает извлечение вторичных материальных ресурсов до 26 тыс. т, получение высококалорийной фракции (топливные брикеты) до 26 тыс. т, выработку биогаза из органической фракции до 5,2 млн м³/год, а также тепловой и электрической энергии. В целом первая и вторая очередь обеспечивают выра-

ботку электроэнергии до 17,2 млн кВт·ч (используется на собственные нужды и продается в энергосистему Минэнерго) и тепловой энергии до 14,7 тыс. Гкал (используется на собственные нужды, на обогрев теплиц).

Отличительной особенностью данного проекта является реализация двух способов сбраживания:

- жидкофазное сбраживание в цилиндрическом LARAN-реакторе с вертикальным перемешиванием для получения биогаза из ила и осадка сточных вод;
- твердофазное сбраживание в горизонтальном реакторе с поступательным перемешиванием содержимого для получения биогаза из органической фракции твердых бытовых отходов.

Помимо указанных STRABAG-реакторов сбраживания для получения биогаза компания STRABAG Umweltanlagen GmbH располагает ноу-хау и способами очистки биогаза до получения качества природного газа, что дает возможность сжигать биогаз в энергетических установках, использующих в качестве топлива природный газ.

Также получаемая при механико-биологической обработке твердых коммунальных отходов высококалорийная фракция в виде топливных брикетов может быть использована в виде альтернативного вида топлива на цементных, кирпичных заводах при производстве строительных материалов.



Подлuzский Е.Я.,
первый заместитель
генерального директора
Государственного
предприятия «Институт
НИИСМ»

Бильдюкевич В.Л.,
зав.НИЛ вяжущих
материалов
Государственного
предприятия
«Институт НИИСМ»

Перспективы перевода цементных заводов Республики Беларусь на местные виды топлива

В Республике Беларусь работают три цементных завода, которые в текущем году произведут 4,7 млн. тонн цемента, для производства которого затратят порядка 730 тыс. тонн условного топлива. Это Кричевский и Белорусский цементные заводы и ОАО «Красносельскстройматериалы».

Цементные заводы Республики Беларусь производят цемент, используя в качестве технологического топлива природный газ, импортируемый из России. Лишь 2% природного газа, расходуемого на производство цемента в настоящее время замещено альтернативным топливом – отработавшими автомобильными шинами.

Следует отметить, что Республика Беларусь практически единственная страна в мире, которая производит цемент на природном газе. Даже в России, которая является мировым поставщиком природного газа, в том числе и для Республики Беларусь, доля природного газа в топливном балансе цементной промышленности составляет порядка 80%. Кроме газа в России для производства цемента используют каменный уголь, мазут, горючие сланцы.

В Европе, в топливном балансе цементной промышленности, природный газ занимает лишь 1%, а 99% – это каменный и бурый уголь, альтернативные виды топлива, в том числе топливо из бытовых, промышленных и других отходов, образующихся в пищевой, мясо-молочной и других отраслях промышленности и коммунальном хозяйстве.

Значительная доля в топливном балансе цементной промышленности европейского союза занимает нефтекокс. В Германии доля нефтекокса в топливном балансе цементной промышленности составляет 36%, в Японии – 12,5%.

Следует отметить, что цена на природный газ, импортируемый из России, непрерывно возрастает. В сентябре текущего года цементные заводы оплачивали по 330 долларов США за 1 тыс. кубометров природного газа. В результате работы на дорогостоящей природном газе, импортируемом из России, себестоимость цемента в Республике Беларусь на 30% выше по сравнению с себестоимостью цемента соседних с Беларусью – Россией, Украиной, Литвой и др.

В настоящее время республика полностью потребляет цемент собственного производства, экспорт и импорт цемента в Республике Беларусь составляют незначительные величины. В разгар строительного сезона цемента остро не хватает.

В настоящее время в стране строятся три новые технологические линии по производству цемента «сухим» способом, энергозатраты на производство которого будут ниже, по сравнению с действующими заводами «мокрого» способа. Со вводом в действие трех новых технологических линий производство цемента увеличится до 7–8 млн. тонн в год, потребности страны будут полностью удовлетворены и появится возможность поставки цемента на экспорт.

Экспорт цемента был бы весьма выгодным для Республики Беларусь. Однако препятствием для существенного расширения экспорта цемента является использование импортируемого дорогостоящего природного газа для его производства и соответственно повышенная себестоимость и цена белорусского цемента на рынке.

Таким образом, как с точки зрения внутреннего потребления цемента в стране, так и его

экспорта чрезвычайно важным является перевод цементных заводов Республики Беларусь на более дешевое топливо вместо дорогостоящего импортируемого природного газа.

Какие же пути возможны для перехода на более дешевые виды топлива?

Строящиеся три новые технологические линии «сухого» способа будут работать на каменном угле. Уголь дешевле газа почти в полтора раза (см. таблицу), но он также импортный, из России, перевозка его осуществляется из Сибири, железнодорожных вагонов не хватает и цена на уголь растет.

Строящиеся линии характерны тем, что топливо для производства цементного клинкера сжигается не только во вращающейся печи, но и в реакторах-декарбонизаторах. Это относительно новый современный метод обжига цементного клинкера. При этой технологии на головке вращающейся печи для обжига клинкера сжигается лишь 35% высококалорийного топлива, поскольку обжиг клинкера производится при температуре близкой к 1500°C, причем температура факела достигает 1800°C и более, а 65% топлива необходимого для производства клинкера сжигается в реакторах-декарбонизаторах, в которых максимальная температура достигает лишь 950°C. Это позволяет 2/3 топлива, расходуемого на обжиг клинкера заместить менее калорийным топливом, например молотым торфобрикетом, молотым бурым углем, альтернативным топливом, полученным из бытовых отходов и другим видом относительно низкокалорийного топлива.

Поэтому одним из главных направлений перехода на местные виды топлива взамен природного газа может служить торфобрикет, производимый в республике с использовани-

ем местного сырья – торфа, запасы которого весьма значительны и при нынешнем уровне добычи торфа их хватит на сотни лет.

Потребность цементных заводов Республики Беларусь в торфобрикете составляет 459 тыс. тонн условного топлива в год, что эквивалентно одному млн. тонн реального торфобрикета теплотворной способностью порядка 3500 ккал/кг. Это количество торфобрикета позволило бы заместить более 400 миллионов кубометров российского природного газа в год местным топливом.

Для решения этого важного для республики вопроса требуется развить производство торфобрикета на основе местного сырья, местных трудовых ресурсов, а на цементных заводах сделать необходимые устройства для приемки, обработки и подачи этого вида топлива на обжиг клинкера.

В настоящее время по данным концерна «Белнефтехим» строится установка глубокой переработки нефти на ОАО «Нафтан». По имеющейся информации ресурсы нефтяного кокса составят 450–500 тыс. тонн в год.

Нефтекокс может рассматриваться как топливо для производства цементного клинкера. Его теплотворная способность 7500–8000 ккал/кг – это высококалорийное топливо, однако нефтекокс, как топливо, обладает существенным недостатком, в частности высоким содержанием серы до 3,5%.

В принципе цементная промышленность Республики Беларусь может потребить весь нефтекокс, который намечается к выпуску в ОАО «Нафтан».

Однако для применения нефтекокса на белорусских цементных заводах будет необходимо выполнить очень серьезные и дорогостоя-

Цены на энергоносители (по состоянию на сентябрь 2011г) в долларах США

Вид топлива	Единицы натурального топлива	Одной тонны условного топлива (Q=7000 ккал/кг)	Одной тонны форсуночного топлива, т.е. с затратами на сушку и измельчение
1. Природный газ Q _p = 8000 ккал/кг	330 за 1000 м ³	288,7	288,7
2. Каменный уголь Q _p = 6000 ккал/кг	140 за 1 тонну	163,3	186,6
3. Торфобрикет Q _p = 3750 ккал/кг	60 за 1 тонну	120	144
4. Нефтекокс Q _p = 8000 ккал/кг	70 за 1 тонну	61,2	73,5

Замена природного газа другими видами топлива при обжиге клинкера даст снижение затрат:

Каменный уголь в 1,5 раза

Торфобрикет в 2,0 раза

Нефтекокс в 3,9 раза



щие мероприятия по охране воздушного бассейна от загрязнения оксидом серы. Что касается тяжелых металлов, имеющих в нефтекоксе, то здесь есть основание полагать, что значительная часть этих вредных компонентов войдет в состав цементного клинкера.

Для того, чтобы начиная с 2014 года нефтекокс мог применяться в качестве технологического топлива необходимо уже сегодня принять программу применения этого вида топлива, которая предусматривала бы решение всех технических и природоохранных мероприятий для того, чтобы использование нефтекокса, который в ближайшие 2–3 года появится как отход производства при глубокой переработке нефти в ОАО «Нафтан», в цементной промышленности проходило бы на современном уровне.

Цементные заводы Республики Беларусь могли бы полностью использовать объемы нефтекокса ОАО «Нафтан», однако для этого потребуются на предприятиях сооружение устройств для приема, измельчения, подачи на сжигание нефтекокса, оборудование печных устройств байпасами соответствующей мощности, а также проведение существенных и дорогостоящих природоохранных мероприятий.

Что представляют собой эти природоохранные мероприятия?

Некоторая часть серы, содержащаяся в нефтекоксе, в процессе обжига цементного клинкера войдет в его состав. Основная же часть серы в виде оксидов вместе с дымовыми газами от цементных печей поступит в атмосферу, что недопустимо. Поэтому на цементных заводах, осуществляющих сжигание значительных количеств нефтекокса в смеси с основным топливом, дымовые газы от клинкерообжигающих печей необходимо очистить от оксидов серы в водной среде посредством химического взаимодействия с оксидом кальция – известью или известковой (например, меловой) суспензией. Эти процессы осуществляются при соответствующих температурах

в установках, работающих по принципу «мокрого скруббера».

Установка по мокрой очистке дымовых газов от оксидов серы для линии мощностью 1,5 млн. тонн клинкера в год представлена на рисунке. Она работает на цемзаводе в Швеции.

В таблице представлены цены на энергоносители. Из представленной информации следует, что стоимость форсуночного топлива на основе нефтекокса, т.е. в пылевидном приготовленном к сжиганию состоянии в 3,9 раза меньше по сравнению со стоимостью природного газа. Из этой информации следует, что дорогостоящие природоохранные мероприятия, которые необходимо осуществить на цементных заводах для сжигания нефтекокса окупятся в короткое время.

Таким образом, цементные заводы Республики Беларусь в ближайшие годы могут практически на 80–90% заместить дорогостоящий российский природный газ и уголь местными видами топлива – торфобрикетом и нефтекоksom.

Решение двух вопросов – расширение производства торфобрикета в Республике Беларусь и применение нефтекокса в качестве технологического топлива позволило бы цемзаводам отказаться от импорта природного газа и каменного угля из России.

Природный газ на цемзаводах остался бы лишь для сжигания в газотурбинных установках и для сушки добавок. Переход на местные, более дешевые виды топлива, использование альтернативного топлива из бытовых отходов, позволило бы снизить себестоимость и цену на цемент, сделать его конкурентоспособным, увеличить экспорт и снизить стоимость строительства.

Для этого следовало бы, не откладывая приступить к конкретным действиям для решения обоих вопросов. Для этого должны быть приняты решения на достаточно высоком управленческом уровне.

Научное издание

**Научно-технические проблемы использования
альтернативных видов топлива
в строительном комплексе Республики Беларусь**

Материалы V Международной
научно-технической конференции
Минск, 2011 г.

Редактор *П.П. Ткачик, В.И. Мартинович*
Компьютерный дизайн и верстка *Е.Ю. Гурбо*
Корректор *В.И. Мартинович*

Подписано в печать 13.10.2011 г. Формат 60x84^{1/8}.
Бумага офсетная. Гарнитура HeliosC. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 6,8. Тираж 150 экз. Заказ

РУП «Редакция журнала «Архитектура и Строительство»
220004, г. Минск, пр. Победителей, 11, к. 1107.

Отпечатано в РУП «Минсктиппроект»
ЛП №02330/0494102 от 11.03.2009
220123, г. Минск, ул. В. Хоружей, 13/61



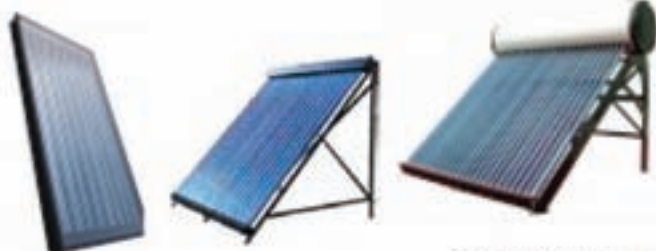
Энергия с первым лучом солнца...

МО ОАО «Луч» предлагает Вашему вниманию комплекс инновационного высокоэффективного энергосберегающего оборудования торговой марки «EcoEnergy»

Современные технологии предоставляют возможность активно использовать **энергию солнца** даже жителям стран с небольшим числом солнечных дней в году. Количество **излучаемой солнцем энергии** на единицу площади в Беларуси такое же, как и в большей части Германии. В ЕС принята программа, предусматривающая переход к **2050** году энергосистем всех стран членов на выработку **80% электроэнергии** за счет **альтернативных** источников.

Если бы весь мир получал энергию посредством **солнечных батарей**, то потребовалось бы задействовать лишь **0,3%** площади Земли для обеспечения электричеством **всей планеты**.

Солнечные коллекторы



Ветрогенераторы



Солнечные батареи



Компания **МО ОАО «Луч»** уже более двух лет является поставщиком энергосберегающего оборудования и предлагает весь комплекс услуг от **продажи** до **сдачи** объекта **«под ключ»**.



МО ОАО «Луч», Республика Беларусь,
Минск, 220004 ул. Короля, 2, оф. 409
тел. +375(17)2004392 ;
факс +375(17)2001135;
e-mail: info@ecoenergy.by
www.ecoenergy.by

РЕСУРСОНЕЗАВИСИМЫЙ КВАРТАЛ «ДОМ ПАРК»



Ситуационный план квартала «Дом Парк»

Общая площадь участка – 12,4 га
Общая численность квартир – 588 шт.
Общая площадь квартир – 46 140 м²
Общая площадь помещений – 88 454 м²



Макет застройки квартала «Дом Парк»

Генеральный план квартала «Дом Парк»



Технический центр обслуживания квартала

Многоэтажный жилой дом с пристроенной многоуровневой автостоянкой и интегрированной в тело строения ветро-, гидроэнергетической системой «ПАРГУЭС». Аэродинамический потенциал строения позволяет вырабатывать электрическую энергию в объеме до 100 т для собственного обеспечения.



Главный фасад здания концепции «Дом Парк»



Главный фасад
Технического центра обслуживания



Боковой фасад
Технического центра обслуживания



Разрез здания концепции «Дом Парк»



План конфузоров с вихревой камерой

БАЗОВЫЕ ОСНОВЫ РЕСУРСОНЕЗАВИСИМОСТИ КВАРТАЛА «ДОМ ПАРК»:

1. Исключение закупки ресурсов для жизнеобеспечения объекта.
2. Использование ресурсов, получаемых от альтернативных источников.
3. Использование отходов в качестве ресурса жизнеобеспечения.
4. Минимизация расстояния от источников ресурсов до места их потребления.
5. Минимизация затрат на транспортировку и обращение с ресурсами.
6. Минимизация объемов потребления ресурсов объектом в целом.
7. Принадлежность инфраструктуры ресурсов управляющей компании.

ИНФРАСТРУКТУРУ РЕСУРСОНЕЗАВИСИМОСТИ ОБЪЕКТА СОСТАВЛЯЮТ:

1. Геофонд участка со всеми его сырьевыми и энергетическими источниками.
2. Система собственного водозабора и водоподготовки артезианской воды.
3. Система энергетической утилизации хозяйственных стоков.
4. Система рентабельной и экологичной утилизации коммунальных отходов.
5. Система утилизации геотермальной энергии холодной воды.
6. Система вентиляции с всепогодной рекуперацией тепловой энергии.
7. Система преобразования энергии ветра в электрическую энергию.
8. Система управления недвижимостью и коммерческой эксплуатации объектов.

На квартале «Дом Парк» проектировщик, застройщик и предприятие, управляющее коммунальным жизнеобеспечением объекта, выступают в одном лице. Жизнеобеспечение квартала будет осуществляться без государственных дотаций. По предварительным подсчетам, за 25 лет эксплуатации жилищного фонда квартала за счет ресурсонезависимости государственный бюджет сэкономит порядка 35 млн долл. США.



Научно-мониторинговый центр
обслуживания квартала



Комплекс спелеооздоровления



Разрез комплекса спелеооздоровления

Директор Игорь Владимирович Прус Тел. 8-029-677-11-66