

Регулировка интенсивности горения осуществляется за счет изменения подачи первичного и вторичного воздуха и изменения тяги, а температура нагревания воздуха – за счет изменения подачи холодного воздуха.

Наиболее высокие теплотехнические показатели могут быть достигнуты при применении в качестве топлива соломы влажностью не более 16-18%.

Пятое направление - в области разработки, создания и использования возобновляемых источников энергии

Ведутся работы по программе «Агропромкомплекс» по заданию «Разработать типовые модули биогазовых установок мощностного ряда 125, 500 и 2000 кВт для переработки животноводческих стоков в биогаз и органоминеральные удобрения» (ответственный исполнитель Пуляев В.Ф.).

Основное внимание направлено на биоконверсию жидких органосодержащих стоков животноводческих комплексов, а именно, на интенсификацию процессов сбраживания отходов и создания новых штаммов бродильных бактерий, повышению выхода метана. В результате проведенного анализа подтверждена возможность получения ежегодно 350-400 тыс. т у.т. за счет переработки отходов животноводческих стоков в Республике Беларусь.

По Государственной программе прикладных научных исследований «Водородная энергетика (ГППНИ «Водород»)» в 2006-2010 гг. выполняется задание «Водород 22» - «Разработка системы энергообеспечения дома усадебного типа с использованием возобновляемых источников энергии и методов водородной энергетика».

Выполняемым проектом предусматривается обоснование и разработка оптимальной структуры комбинированной ветросолнечной системы для энергообеспечения дома усадебного типа.

Особенностью разрабатываемого проекта является создание водородного аккумулирования энергии, необходимого для обеспечения бесперебойного энергоснабжения. Избыточная энергия, поступающая от ветроэлектрических и фотоэлектрических установок, преобразуется в водород электролизным способом. Полученный водород аккумулируется в металлгидридном аккумуляторе и, являясь универсальным вторичным энергоносителем, впоследствии используется как топливо в горелках бытовых приборов и для повторного получения электроэнергии в электрохимических генераторах.

Ведутся работы по заданию «Разработать аккумулятор тепловой энергии на основе материалов с фазовыми переходами для систем отопления теплиц, жилых и производственных помещений» ГНТП «Создание машин и оборудования для реализации научно – обоснованных технологий произ-

водства продукции основных сельскохозяйственных культур».

Сравнительный анализ показал, что фазопереходными теплоаккумулирующими материалами аккумулируется в 5-10 раз больше тепла, чем материалами, не претерпевающими фазовых переходов. Это дает возможность значительно снизить объем аккумулятора.

Преимущества теплового аккумулятора фазового перехода перед аналогами – увеличение тепловой емкости, уменьшение материалоемкости, габаритов и цены.

Рекомендуемая область применения – отопление теплиц, жилых и производственных помещений. Предполагаемая потребность в республике – 3-5 тысяч.

Годовой экономический эффект – 65 млн.рублей. Срок окупаемости – 3, 5 года.

Шестое направление - энергоресурсосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве

Ведутся работы по заданию программы «Ресурсосбережение» на 2006-2010 гг. «Разработать технологию и оборудование для переработки свинецсодержащего сырья на основе утилизации отходов аккумуляторных батарей сельхозмашин».

Подготовлен научный отчет, разработана КД на экспериментальный образец. Для Беларуси эта проблема имеет особое значение, во-первых, потому, что в РБ отсутствуют месторождения свинцовых руд и, во-вторых, к настоящему времени накопилось более 2-х млн. тонн вторичного сырья, количество которого неуклонно увеличивается.

Технология позволит получать свинец марки не ниже С1 (чистота 99,985 % Pb). На получение 1 т свинца требуется электроэнергия в 2,6 раза меньше, чем при электродуговой пирометаллургической плавке. Ориентировочная лимитная цена на 30-40 % ниже цены импортируемого свинца.

Выводы

Реализация предлагаемых мероприятий по энергосбережению сельского хозяйства будут способствовать достижению в ближайшие 6-7 лет следующих показателей: 1) частичному снижению зависимости потребителей от централизованного энергоснабжения посредством выработки электроэнергии на основе местных энергоресурсов и отходов; 2) повышению производительности труда (особенно в животноводстве) на 40-50%, снижению затрат ручного труда; 3) сокращению потерь продукции на 25-30%; 4) экономии энергии в количестве 250-300 тыс. т.у.т. в год; 5) снижению энергетической составляющей в себестоимости продукции на 20-25% и энергопотребления в расчёте на единицу продукции – на 10-15%.

Статья поступила в редакцию 21.02.2007

УДК 662.997

Кузьмич В.В., Маркевич Ю.Г., Стефанюк И.В., Шкадрцова В.Г.

СОЛНЕЧНОЕ НАГРЕВАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ С ПОВЫШЕННЫМ СРОКОМ СЛУЖБЫ НА ОСНОВЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СВЕТОПОГЛОЩАЮЩИХ ПОКРЫТИЙ

Введение

Около 40% топливно-энергетических ресурсов, потребляемых предприятиями агропромышленного комплекса Беларуси, а это 1,2 млн. т у.т. потребляемого природного газа и котельно-печного топлива, расходуется на подогрев воды для производственных, санитарно-гигиенических и других технологических нужд. Более 2 млн. т у.т. топливно-энергетических ресурсов, включая электроэнергию, расходуется в жилищно-коммунальном хозяйстве для подогрева воды и отопления жилого фонда и объектов социальной инфраструктуры, значи-

тельная часть которых расположена в сельской местности. Резкий рост цен на традиционные энергоносители заставляет полнее использовать потенциал местных и доступных возобновляемых энергоресурсов. В поисках путей снижения энергопотребления сельских объектов наиболее привлекательным является использование экологически чистой энергии солнечного излучения, которую можно непосредственно с высокой эффективностью преобразовывать в тепловую энергию теплоносителя. Повсеместная доступность этого ресурса предоставляет возможность организации теплоснабжения стационарных, ав-

Маркевич Ю.Г., РУП «Институт энергетика АПК НАН Беларуси», г. Минск.

Стефанюк И.В., Шкадрцова В.Г., ГНУ «Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси», г. Минск.

Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика

тономных и сезонных объектов. Рассредоточенность сельских энергопотребителей по территории и сравнительно низкие единичные потребляемые мощности создают дополнительные преимущества использования солнечной энергии. Гелионагревательное теплоэнергетическое оборудование характеризуется отсутствием эмиссии парниковых газов при функционировании, имеет достаточно высокие коэффициенты преобразования; модульный принцип наращивания мощности позволяет на основе унифицированных узлов создавать установки требуемой производительности.

Однако для того, чтобы составить серьезную конкуренцию ископаемым видам топлива, гелиоустановки, в связи с невысокой плотностью потока солнечного излучения, должны обладать высокой энергетической эффективностью, сохранять оптические и теплофизические характеристики в течение длительного срока эксплуатации. Обладая значительной степенью интеграции с инженерными сетями и строительными конструкциями здания, учитывая сложившийся организационно-технический уровень эксплуатации и сервисного обслуживания, гелиосистемы сельского размещения должны требовать минимальное техническое обслуживание, а при теплоэнергоснабжении удаленных и сезонных объектов – функционировать в необслуживаемом режиме, что накладывает дополнительные требования к надежности, безопасности и долговечности оборудования.

Разработка светопоглощающего покрытия

Анализ работы гелиоводонагревательного оборудования показывает, что элементом, оказывающим наибольшее влияние одновременно на энергетическую эффективность, надежность и долговечность, является гелиоколлектор. В свою очередь, наиболее сложным элементом гелиоколлектора в отношении предъявляемого комплекса оптико-физических, химико-технологических и термомеханических требований является светопоглощающее покрытие абсорбирующей пластины. Применение материалов, обеспечивающих высокую степень поглощения в спектральном диапазоне солнечного излучения и увеличенный срок службы, позволяет повысить рентабельность гелиоводонагревательного оборудования, причем наибольший эффект будет наблюдаться в климато-географических зонах со значительным градиентом дневных и ночных температур и повышенной влажностью, что характерно для климатических условий Беларуси, других средне-европейских стран. В ходе поиска долговечных недорогостоящих светотехнических материалов для использования в качестве светопоглощающих покрытий гелиотехнического назначения по результатам анализа свойств существующих защитных, защитно-декоративных, оптических покрытий были выбраны стеклообразные материалы и покрытия (стеклоэмали) по совокупности параметров стойкости, возможности получения специальных характеристик, наличие производственной базы и др. [1].

В лабораториях Института энергетики АПК НАН Беларуси и Института общей и неорганической химии НАН Беларуси проводятся научно-исследовательские, опытно-технологические и опытно-конструкторские работы по созданию высокоэффективных солнечных коллекторов с термоводостойким неорганическим светопоглощающим покрытием на основе стекловидной матрицы-связки с модифицирующими добавками, обеспечивающими высокое молекулярно-ионное поглощение в спектральном диапазоне солнечного излучения.

Обеспечение высокого поглощения в области видимого и ближнего инфракрасного излучения достигается введением в состав эмалевых стекол стеклопокрытия некоторых химических соединений, преимущественно оксидов металлов переменной валентности -меди, кобальта, никеля, железа и др. В качестве основы для создания светопоглощающих покрытий гелиотехнического назначения выбраны покрытия, сформиро-

ванные на основе эмалевых стекол сечения высококремнеземистой области системы $R_2O-B_2O_3-Na_3AlF_6-R_xO_y-SiO_2$ с постоянным содержанием основных окислов: SiO_2 – 60 мас.%; Na_2O – 15,5 мас.%; B_2O_3 – 9,7 мас.%; Na_3AlF_6 – 4,8 мас.%, и переменным содержанием модифицирующих сенсибилизирующих добавок [2]. Изучены светопоглощение и физико-химические характеристики покрытий в зависимости от соотношения в химическом составе стекломатрицы основных окрашивающих оксидов.

Исследование оптических характеристик покрытий в диапазоне ближнего инфракрасного излучения в зависимости от соотношения основных окрашивающих оксидов-оксидов железа и оксида никеля – показало, что максимальное возрастание оптического поглощения наблюдается при соотношении $NiO:Fe_2O_3 = 1$ (состав 104). Спектрофотометрические исследования экспериментальных покрытий оптимизированных составов показали, что поглощение указанных образцов в спектральном диапазоне 0,4-2,5 мкм, т.е. в области, где сосредоточено более 98% тепловой составляющей солнечного излучения, составляет 92-95% (рис. 1). По указанному показателю разработанные покрытия находятся в одном ряду с электрохимическими и вакуумными. Однако стеклоэмали, имея полностью неорганический состав, обладают более высокой химической и термической стойкостью, прочностью сцепления с поверхностью абсорбера, характеризуются значительно меньшей стоимостью.

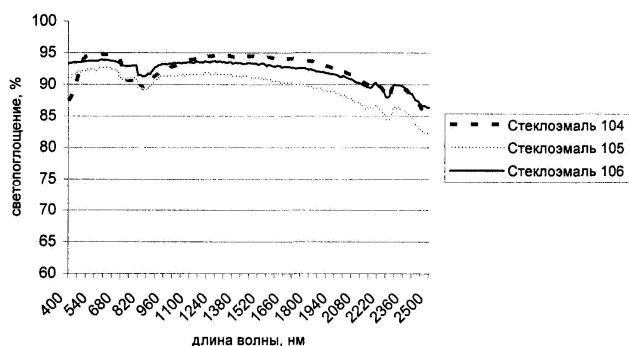


Рис. 1. Оптическое поглощение образцов покрытий в спектральном диапазоне солнечного излучения

Анализ физико-химических и эксплуатационных характеристик экспериментальных образцов показал высокую химическую, термо- и водостойкость, сцепляемость с подложкой, достаточную механическую прочность системы "светопоглощающее покрытие – абсорбирующая пластина". Согласно проведенным расчетам по методике ГОСТ 13819, скорость коррозии разработанных покрытий составляет 0,015-0,02 мм/год, покрытия относятся к группе стойких. Испытания на термостойкость проводились методами определения сопротивления термоудару и термовыносливости согласно методике ОСТ 26-01-105-78. Определение сопротивления термоудару показало, что разработанные покрытия многократно выдерживают предельные значения нагрева и охлаждения образцов (220-20°C) без появления трещин и сколов. При испытаниях термовыносливости резкое изменение температуры от 100 до 20°C в течении 20 циклов не приводило к разрушению покрытий или нарушению их сплошности. Водо- и химическая стойкость покрытий высокая, устойчивость в 10% HCl – 0,45-0,55%, прочность сцепления с подложкой – 99,1-99,8%. Согласно проведенным расчетам и результатам лабораторных испытаний, срок службы гелиоколлектора с термоводостойким светопоглощающим стеклопокрытием возрастает до 15 и более лет.

Проведенные испытания и сравнительный анализ эффективности фототермического преобразования в образцах в условиях, приближенных к натурным [3], показал хорошие

теплофизические характеристики разработанных покрытий ($t_{\text{нагр}}$ облучаемой поверхности 75-85°C), подтвердил результаты спектрофотометрических исследований.

Себестоимость разрабатываемых стеклопокрытий составляет 4,5-5 у.е./м², что сравнимо с себестоимостью лакокрасочных и значительно ниже стоимости электрохимических и вакуумных покрытий, применяемых в гелиотехнике. Технологические режимы нанесения и обжига разрабатываемого покрытия не отличаются значительно от применяемых в стеклоэмалировочной отрасли (температура обжига 800-860°C), что способствует вовлечению неиспользуемых мощностей существующего в республике эмалировочного производства при серийном освоении гелиоводонагревательного оборудования.

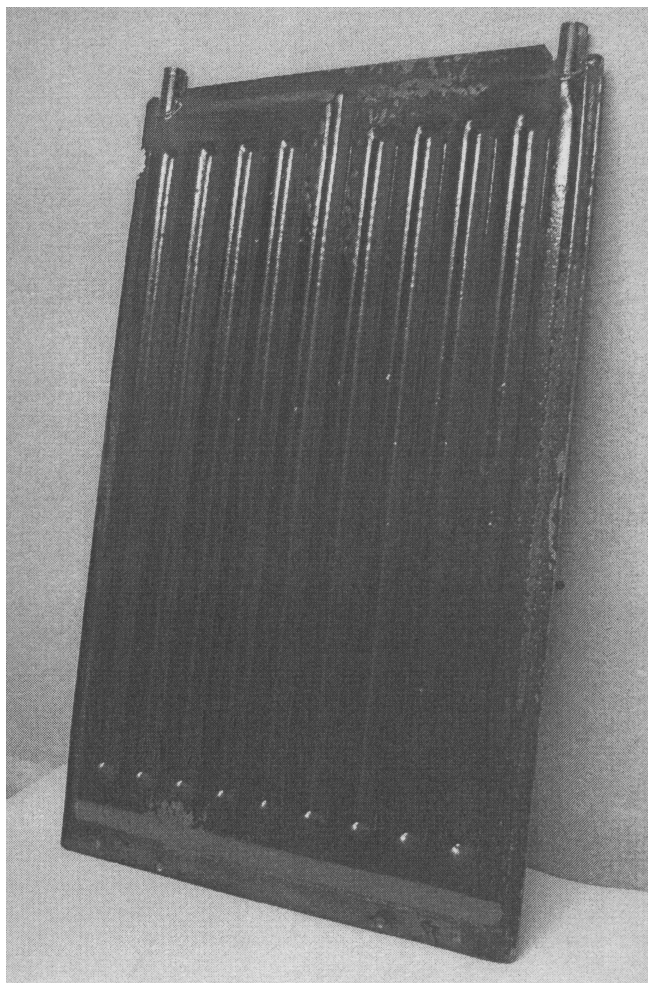


Рис. 2. Экспериментальное покрытие на абсорбере гелиоколлектора площадью 0,8м²

Одновременно с целью максимального использования свойств синтезированных покрытий и особенностей технологии нанесения проводятся расчетно-аналитические и опытно-экспериментальные работы по созданию и отработке новых конструктивных схем гелиоколлекторов, разработке конструкторских решений элементов коллекторов, расчетам энергетической эффективности гелиоколлекторов [4]. В рамках проводимых работ по освоению технического эмалирования на ОАО "Борисовский завод "Металлист" в целях отработки промышленной технологии нанесения и оценки качества покрытия произведено экспериментальное эмалирование светопоглощающей стеклоэмалью абсорбера гелиоколлектора площадью 0,8м². Пробное эмалирование в промышленных условиях показало хорошую сплошность и равномерность полученного покрытия, приемлемое соответствие физико-химических показателей покрытия изготавливаемым ранее лабораторным образ-

цам (рис. 2). Существующая промышленная технология нанесения позволяет производить двустороннее эмалирование абсорберов коллекторов, что расширяет область возможных конструктивных решений гелионагревательного оборудования. В стадии разработки находится модульный гелиоколлектор традиционной конструкции активной площадью 1,7м² на основе светопоглощающих стеклопокрытий.

При длительности солнечного сияния в 1460-1500 часов (годовых приходах солнечной энергии в 1000-1200 кВт-ч/м²), что характерно для географических условий Беларуси, каждый 1м² активной площади гелиоколлектора только за сезон апрель-сентябрь вырабатывает 270-400 кВт-ч тепловой энергии, что эквивалентно сжиганию 0,12-0,15 т условного топлива, позволяет экономить аналогичное количество электроэнергии при замещении электроводонагревателей. Увеличенный в 2-2,5 раза срок службы благоприятно скажется на экономических характеристиках оборудования.

Особое значение имеет внедрение экологически чистого оборудования для подогрева воды в населенных пунктах, подвергшихся радиоактивному загрязнению. Оснащение гелиоводонагревательным оборудованием усадебных домов и объектов социальной сферы (столовые, прачечные и т.д.), создаваемых только по Гомельской области Беларуси 238 агрогородков, из 1481 планируемых по республике, требует изготовления свыше 120 тыс. модульных гелиоколлекторов (более 200 тыс. м²), что позволит экономить ежегодно более 20 тыс. т условного топлива или 72 млн. кВт-ч электроэнергии.

Выводы

Разработка и освоение в производстве энергоэффективных гелиоколлекторов с увеличенным сроком службы позволит на качественно новом уровне осуществить оснащение солнечными водонагревательными установками теплопотребляющих объектов сельскохозяйственного производства, объектов коммунального хозяйства, сельских подворий агрогородков и загородных коттеджей. Создание автономных теплоэнергетических установок на основе разработанных гелиоводонагревательных модулей послужит сокращению существующего малоэффективного в сельской местности централизованного теплоснабжения.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кузьмич В.В., Маркевич Ю.Г., Стефанюк И.В., Шкадрцова В.Г. Повышение эффективности и рентабельности сельского гелиоводонагревательного оборудования путем использования светопоглощающих стеклоэмалевых покрытий // Современные технологии и комплексы технических средств в сельскохозяйственном производстве. - Мн.: БГАТУ, 2005. - С.156-157.
2. Кузьмич В.В., Маркевич Ю.Г., Стефанюк И.В., Шкадрцова В.Г. Светопоглощающие покрытия повышенной термо- и водостойкости для гелиоводонагревательного оборудования сельскохозяйственного назначения // Материалы III Международной научно-технической конференции "Аграрная энергетика в XXI столетии" (Минск, 21-23 ноября 2005 г.) Под ред. В.И. Русана. - Мн, 2005. - С.269-271.
3. Кузьмич В.В., Маркевич Ю.Г., Маркевич А.Ю. Автоматизированный стенд для сравнительного анализа теплофизических характеристик энергоэффективных светопоглощающих покрытий гелиоколлекторов // Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии: Тезисы докладов 6-й Международной научно-технической конференции (Гродно, 1-3 ноября 2005 г.) / Под ред. А.И. Свириденка и В.А. Бородули. - Гродно, ГрГУ, 2005. - С.24.
4. Маркевич Ю.Г. Определение энергетической величины поглощенного потока излучения при расчете гелионагревательного оборудования // Сборник научных трудов ИМСХ НАН Беларуси. Вып. 40. - Мн., 2006. - С.232-238.