

ся в рамках реализации Государственной программы развития Белорусской энергетической системы на период до 2016 года, утвержденной постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 29.02.2012 № 194 (далее – Государственная программа).

К 2016 году планируются завершение строительства и ввод в эксплуатацию двух парогазовых установок на Лукомльской и Березовской ГРЭС мощностью 400 МВт каждая, парогазовой установки мощностью 64 МВт на РК-3 в г. Борисове, Полоцкой ГЭС мощностью 21 МВт, а также электрогенерирующих источников на РК-3 в г. Лунинце и РК-3 в г. Барани, использующих местные виды топлива. Данные проекты находятся в стадии реализации. В результате реализации Государственной программы будет введено 1 871,3 МВт высокоэффективных электрических мощностей ГПО «Белэнерго», выведено из эксплуатации 906 МВт; экономия топливно-энергетических ресурсов за период реализации программы достигнет 1265 тыс. т у.т.; удельный расход топлива на производство электроэнергии будет снижен на 25 – 30 г у.т./кВт·ч в сопоставимых с 2010 годом условиях. Экономический эффект от реализации мероприятий Государственной программы оценивается в 273 млн. долларов США.

В перспективе до 2020 года будет продолжена модернизация действующих электростанций с созданием парогазовых технологий путем установки газотурбинных установок, в том числе на Гомельской ТЭЦ-1 и Могилевской ТЭЦ-1, (проекты реализуются с привлечением заемных средств Всемирного банка), Бобруйской ТЭЦ-2, Мозырской ТЭЦ и других, а также реконструкция Минской ТЭЦ-3 и Минской ТЭЦ-2, развитие энергоисточников с использованием возобновляемых источников энергии.

Реализация Государственной программы будет способствовать выполнению принятых Республикой Беларусь обязательств в части формирования общего электроэнергетического рынка Союзного государства, Евразийского экономического сообщества, Содружества Независимых государств, интеграции в энергетический рынок стран Европейского союза.

УДК 502

Кристаллы семейства лангасита для высокотемпературных датчиков давления

Базалевская С.С.^{1,2}, Бузанов О.А.², Кугаенко О.М.¹, Петраков В.С.¹,
Сенатулин Б.Р.¹, Сагалова Т.Б.¹, Сахаров С.А.²

¹НИТУ «МИСиС» (Москва), ² ОАО «Фомос-Материалс» (Москва)

Важнейшую роль в проблеме энергетики играет пьезоэлектрический эффект, позволяющий создавать пассивные и беспроводные датчики всевозможных физических величин (температуры, давления, вибрации), а

также преобразователей на поверхностных (ПАВ) и объемных акустических волнах (ОАВ) для создания частотно-задающих и частотно-селективных элементов СВЧ-диапазона. Основная задача пьезоэлектрического преобразователя – преобразовывать электрическую энергию в механическую и наоборот, эффективность преобразования определяет коэффициент электромеханической связи КЭМС. Многие годы наиболее популярным материалом для пьезоэлементов был высокостабильный и высокодобротный кристаллический кварц, который имеет существенный недостаток: относительно малое значение КЭМС (7%) и фазовый переход при 540 °С. Поэтому был актуален поиск и синтез новых материалов, и в 1980 году был получен новый пьезоэлектрический материал – лангасит, превосходящий кварц по свойствам.

В настоящее время семейство кристаллов лантан-галлиевого силиката, группы кальций-галлогерманатов ($\text{Ca}_3\text{Ga}_2\text{Ge}_4\text{O}_{14}$), насчитывает около ста соединений. Наиболее известные из них – лантан-галлиевый силикат, ЛГС, $\text{La}_3\text{Ga}_5\text{SiO}_{14}$, лантан-галлиевый танталат, ЛГТ, $\text{La}_3\text{Ta}_{0,5}\text{Ga}_{5,5}\text{O}_{14}$, лантан-галлиевый ниобат ЛГН, $\text{La}_3\text{Nb}_{0,5}\text{Ga}_{5,5}\text{O}_{14}$, катангасит КТГС, $\text{Ca}_3\text{TaGa}_3\text{Si}_2\text{O}_{14}$, которые применяются для изготовления температурно-стабильных широкополосных монолитных фильтров, используемых в мобильных системах связи, датчиках давления и детонации, резонаторов в перестраиваемых генераторах, подложек термостабильных срезов для акустоэлектронных фильтров на ПАВ и ОАВ. Преимущества этих кристаллов по сравнению с кварцем заключаются в меньших геометрических размерах элементов, что отвечает требованиям современной электроники и экономит материал, а также в отсутствии фазовых переходов, что позволяет им оставаться пьезоактивными вплоть до их температуры плавления 1470 С.

Крупным производителем кристаллов семейства лангасита является ОАО «Фомос-Материалс», с полным технологическим циклом получения кристаллов и изготовления элементов из них, включающим синтез исходной шихты, выращивание высокосвершенных монокристаллов по методу Чохральского (диаметром до 150 мм и массой до 20 кг) и механическую обработку.

В целях надежной эксплуатации датчиков давления в двигателях внутреннего сгорания, при экстремальных переменных нагрузках, как механических, так и термических (средняя температура в цилиндре 300 °С, а в момент взрыва бензино-воздушной смеси до 3000 °С), проведены многочисленные исследования. Методом высокотемпературной рентгеновской дифрактометрии при нагреве в вакууме и на воздухе выявлена устойчивость фазового состава кристаллов семейства лангасита при отжиге до 1200 °С на воздухе. В вакууме при нагреве выше 1000 °С в кристаллах ЛГТ, ЛГС, КТГС обнаружено частичное разложение исходной фазы с об-

разованием окислов основных элементов, обедненных галлием, что связано с процессом образования летучей закиси галлия и потерей галлия в приповерхностном слое кристаллов. Исследованы механические свойства кристаллов в условиях знакопеременных механических нагрузок до 20 кН/см^2 при частоте 100-150 Гц. Расчет прямого продольного пьезоэффекта при циклических нагрузках при амплитудах напряжений до 20 кН/см^2 показал, что на противоположных сторонах образцов ЛГТ X-среза электрические поля достигают 70 кВ/см , что приводит к уменьшению порога развития трещин в кристаллах, к перестройке дислокационной структуры, двойникованию и значительному снижению температуры начала пластической деформации в хрупких кристаллах. Результаты позволяют прогнозировать перспективность применения кристаллов семейства лангасита в качестве высокотемпературных датчиков. При конструировании устройств на основе монокристаллов семейства лангасита необходимо учитывать как температурную зависимость теплофизических характеристик, так и уменьшение степени анизотропии свойств с ростом температуры. Постоянство фазового состава кристаллов и высокие механические свойства в широком температурном интервале позволяют расширить до 1000-1200 С температурный интервал эксплуатации пьезоэлементов на основе кристаллов семейства лангасита в качестве высокоэффективных датчиков давления, детонации, вибрации для космической и авиационной техники, в атомных реакторах, в двигателях внутреннего сгорания.

УДК 330.621

Эффективность ТЭЦ, работающей на бурых углях

Нагорнов В.Н.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время во многих странах мира проявляются интерес к добыче и использованию низкосортных видов топлива, в частности бурых углей. В республике среди разведенных залежей бурых углей наибольший интерес с точки зрения промышленного использования представляет Житковичское месторождение как наиболее разведенное и перспективное с экономической точки зрения. Возможный ежегодный объем добычи оценивается примерно в 4,4 млн.т. бурого угля. Среди возможных направлений переработки использования бурых углей наиболее целесообразными можно считать: термическое и механическое облагораживание, термолиз, газификацию. Продукты термолиза бурых углей могут быть использованы непосредственно в технологических схемах промышленных предприятий. Добыча и использование бурых углей будут сопровождаться ростом экологической нагрузки на окружающую среду. Снижение выбросов может