

## **Организация научно-исследовательских, опытно-конструкторских и экспериментальных работ, необходимых в сфере с обращением с отходами**

Перечень НИОКТР планируется исходя из необходимости повышения эффективности работы производственных комплексов в сфере с обращением с отходами, снижению экологической нагрузки на окружающую среду, обеспечивающих выполнение национальных целей, установленных Указом Президента РФ от 07.05.2024г. № 309. Мировой опыт показывает, что самым доступным и одним из наиболее экономически целесообразных возобновляемых источников энергии (ВИЭ) являются отходы. Работа ТЭС на отходах не зависит от природных условий (в отличие, например, от солнечных или ветровых установок), географического расположения (по сравнению с геотермальными и приливными электростанциями), и в результате ее эксплуатации, помимо выработки энергии, решается важная социальная задача – утилизируются образующиеся в процессе жизнедеятельности человека бытовые отходы

### **1. Планируемые НИОКТР в сфере обращения с ТКО:**

- проведение прикладных НИОКТР по созданию перспективных комплексных технологий и оборудования, способных обеспечить глубокую переработку и утилизацию отходов опережающими темпами, значительно превышающие объемы образования отходов. Выйти на рубеж 2040 года: ноль отходов на полигон;

- разработка типовых технологических регламентов, обеспечивающих выборку вторичных материальных ресурсов (ВМР), постоянный контроль их качества, соответствующего требованиям заказчиков по включению данных материалов в технологические процессы изготовления новой продукции. Создание технологий и инфраструктуры по переработке ВМР в исходное сырье для соответствующих отраслей промышленности. Не кондиционные остатки ВМР, не пригодные по своему состоянию к дальнейшему использованию по назначению использовать в качестве добавки в состав получаемого альтернативного топлива (АТ) из ТКО и его дальнейшей энергетической утилизации. Добиться к 2035 году 100% поставки выбранных ВМР от всех МСК (МПК) в РФ потребителям;

- разработка типовых технологических процессов обработки органических отходов, направленных на максимальное получение из них удобрений для сельского хозяйства, а не техногрунта, вывозимого на полигон. Обеспечить обработку оставшейся части органических отходов, имеющих энергетический потенциал, для их использования в составе получаемого АТ из ТКО и его дальнейшей энергетической утилизации. В качестве материала, используемого для пересыпки отходов на полигоне использовать переработанные материалы из группы «тяжелая фракция», выделенные из остатков сортировки ТКО в соответствии с регламентом ППК РЭО №94 от 30.07.2021г. Обеспечить к 2035 году 100% обработку всех видов органических отходов от всех МСК (МПК) РФ, исключив их вывоз на полигон;

- развитие, на основе мировых трендов, новых технологий по термической переработке ТКО (различные виды пиролиза, газификации и их комбинации), более полно использующих потенциал ТКО. Создание оборудования для получения высококачественного АТ из ТКО, его комбинации с аналогичным топливом, полученного из других видов промышленных и сельскохозяйственных отходов для его энергетической утилизации на объектах энергетики, включая муниципальные котельные для теплоснабжения городов и поселений, цементной и металлургической отрасли, покрытия собственных нужд самих МСК (МПК). Обеспечить изготовление экспериментальных,

опытных и опытно-промышленных образцов оборудования энерготехнологических комплексов (ЭТК). Разработка комплекта технологической и эксплуатационной документации, включение данных технологий в Перечень наилучших доступных технологий (НДТ). Совместно с Минпромторгом РФ организовать серийное изготовление оборудования, блочно-модульное исполнение ЭТК, его комплектную поставку и послегарантийное обслуживание. Обеспечить к 2035 году комплектование уже существующих и вновь строящихся МСК (МПК) модулями ЭТК по получению высококачественного АТ и его энергетической утилизации;

- развитие, на основе полученного опыта проведения фундаментальных и прикладных исследований, технологий сверхкритического водного окисления (СКВО) и гидротермальной деструкции (ГТД) отходов 1-ого, 2-ого и 3-его класса опасности (медицинских, стойких химических загрязнителей, пестицидов и им аналогичных), за исключением радиоактивных, создание экспериментальных и опытных установок, их опытная эксплуатация, включая полигонные испытания, сертификация технологии;

- разработка и создание оборудования по эффективной очистки газообразных вредных веществ и сточных вод, образующихся в процессах обработки и утилизации ТКО, включая энергетическую утилизацию полученного АТ из ТКО, а также его комбинации с АТ из других видов отходов. Создание систем постоянного мониторинга и контроля за концентрациями вредных выбросов на различных этапах технологических процессов. Организация дистанционного мониторинга воздействия функционирования МСК (МПК) на окружающую среду в реальном режиме времени. Проведение государственной экологической экспертизы процессов;

- разработка методов и способов повышения энергетической эффективности работы ЭТК с более полным процессом рекуперации тепла отходящих газов перед их выбросом в атмосферу, за счет применения в технологических схемах тепловых насосов. Снижение температуры отходящих газов до уровня 30-40°C с предотвращением образования коррозионных процессов в технологическом оборудовании, трубопроводов и дымовой трубы;

- разработка типового ряда эффективных высокооборотных (до 30000 об/мин) паровых турбин и электрических генераторов на базе вентильно-индукторных обратимых электрических машин мощностью от 50 кВт до 5 МВт с прямым безредукторным соединением на параметры пара от 160°C до 240°C, систем управления их работой для выработки электрической энергии, в том числе и на собственные нужды МСК (МПК) и ЭТК. Создание систем преобразования вырабатываемой ЭТК электрической энергии для обеспечения режима совместной работы с сетью централизованного электроснабжения с целью замещения части потребляемой энергии из сети и снижения операционных расходов МСК (МПК). Создание высокоэффективных систем конденсации пара, использование высокотемпературных отходящих газов для выработки тепловой энергии или технологического пара для их поставки на собственные нужды и близрасположенным промышленным потребителям. Разработка и реализация проектов поставки тепловой энергии в сеть централизованного теплоснабжения населенных пунктов, что будет способствовать мотивации граждан к улучшению процессов раздельной сортировки отходов путем снижения оплаты коммунальных платежей, например за отопление квартир;

- разработка типового ряда электродвигателей малой мощности на базе вентильно-индукторных машин с управляемым числом оборотов без применения редуктора для обеспечения работы конвейерных линий, шнековых приводов и прочего оборудования в процессе перемещения и сортировки отходов. Либо, как альтернатива, разработка типового

ряда комплекса малой мощности в составе: электродвигатель и редуктор для выполнения аналогичных работ.

- создание тепловых электростанций, работающих на отходах. Опыт эксплуатации многочисленных зарубежных предприятий по термической переработке ТКО показывает, что современная ТЭС на ТКО является экологически безопасным предприятием. Это подтверждают и результаты исследований, проведенных на московских спецзаводах в период их запуска и последующей эксплуатации. Тепловая электростанция на ТКО является самым доступным и одним из наиболее экономически целесообразных возобновляемых источников энергии (ВИЭ). По зарубежным данным средняя себестоимость получения электроэнергии на такой электростанции почти в 10 раз ниже, чем на солнечной, и более чем в 2 раза ниже, чем для объектов малой гидроэнергетики.

**Один из основных значимых результатов, полученных ООО НПП «Донские технологии, при создании комплексов для автономного энергоснабжения на альтернативных источниках энергии.**

В ходе выполнения ОКР период 2012-2013 гг. **ООО НПП «Донские технологии» были разработаны, спроектированы, изготовлены и испытаны в ходе опытной эксплуатации первые в РФ энергетические комплексы в едином корпусе вертикального исполнения на мощности: электрической 5-30 кВт, тепловой 60-350 кВт на базе высокооборотных (до 35000 об/мин воздушных газодинамических подшипников) в составе: паровые микротурбины на самые низкие параметры пара (температура – 160оС, давление 6 бар), электрогенераторов (обратимых вентильно-индукторных электрических машин) и конденсаторов пара (с одновременной двойной навивкой трубопроводов в противоположных направлениях). Опытные образцы оборудования были изготовлены на Таганрогских предприятиях ОПК «Прибой», «Гидропресс» и Новочеркасским заводом нефтяного машиностроения (Нефтемаш). Комплекс мощностью в 30 кВт в течение 2-х лет проходил опытную эксплуатацию на 7-м энергоблоке Новочеркасской ГРЭС. При создании данных комплексов 6 раз были применены технологии уровня – впервые в мире.** Финансирование работ осуществлялось за счет средств Миннауки РФ и ООО «ЛУКОЙЛ-Энерго», центр компетенций по развитию ВИЭ в Группе «ЛУКОЙЛ» в южных регионах России. Цель проекта – создать российскую альтернативу солнечной и ветровой энергетики малой мощности.

## **2. Технологии с сфере обращения с ЗШО.**

Реализация комплексного научно-технического проекта (КНТП) полного инновационного цикла: **Разработка высокоеффективной комплексной безотходной технологии и технических решений по глубокой переработке и утилизации золошлаковых отходов (ЗШО) при сжигании твердых видов топлива на тепловых электростанциях и котельных.** Задачи Проекта - обеспечение значительного превышения объемов переработки над вновь образующимися отходами с получением широкой гаммы новых материалов для различных отраслей экономики РФ. Адаптация технологических режимов и способов переработки ЗШО под конкретные особенности первичного ископаемого топлива, применяемого в различных регионах РФ. Полная ликвидация существующих полигонов для захоронения ЗШО, обеспечивающая возврат земель в хозяйственный оборот. Создание комплекса отечественного промышленного оборудования для решения задач по переработке ЗШО и организация его серийного производства. В связи с тем, что на угольных электростанциях сжигаются угли разных бассейнов, их золы существенно различаются по химическому и фазовому составу (см.

таблицу), поэтому необходим индивидуальный подход к переработке содержимого каждого отдельного золоотвала.

Высокое содержание оксидов кремния, алюминия, железа и в некоторых случаях кальция, суммарно составляющих до 80% всей массы ЗШО, обуславливает целесообразность извлечения из них целого ряда кондиционных с контролируемыми физико-химическими свойствами и составами продуктов, востребованных различными отраслями промышленности. С учетом химического состава ЗШО первоочередной интерес представляет извлечение алюмосиликатных микросфер, 1-2% от общего объема ЗШО. Имея плотность 0,40 - 0,70 г/см<sup>3</sup>, микросфера всплывают на поверхность, образуя "пену". Микросфера алюмосиликатная используется при изготовлении: тампонажных материалов для нефтяных скважин, буровых растворов, дробильных материалов, взрывчатых веществ в нефтяной промышленности; сверхлегких бетонов, известковых растворов, цементов, штукатурки, покрытия, кровельных и звукозащитных материалов в строительстве; керамики (огнеупорные материалы); пластидов (нейлоновые, полиэтиленовые, полипропиленовые и другие); композитов, шин, звукозащитных материалов, а также для нужд авиационной и космической отраслей.

Углеродный концентрат – концентрированный (содержание углерода > 92 %) пылевидный углерод с большей теплотворной способностью и низким содержанием примесей и серы по сравнению с энергетическим углем. Среднее содержание в составе ЗШО от 6% до 30% в зависимости от сорта первичного топлива. Пылевидный концентрат не требует помола и может эффективно использоваться в качестве энергетического угля электростанцией. После брикетирования является отличным источником альтернативного твердого топлива для любых твердотопливных котлов. Области применения:

- **добавка к основному угольному топливу в котлах ТЭС;**
- **добавка в электропроводящих бетонах;**
- заменитель графита при производстве резины;
- заменитель графита в литейном производстве при разливке стали;
- замена термоантрацитов;
- тепловыделяющая добавка при производстве кирпича.

Железосодержащий магнетитовый концентрат состоит на 70-95 % из шарообразных магнитных агрегатов и окалины. Остальные минералы (пирротин, лимонит, гематит, пироксены, хлорит, эпидот) присутствуют в количестве от единичных зерен до 1-5 % от веса концентрата. Кроме того, в концентрате спорадически отмечаются редкие зерна платиноидов, а также сплавы железохромоникелевого состава. Выход железосодержащего магнитного концентрата достигает 5-15 % от массы ЗШО, при извлечении до 65 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и содержании железа 35-46 %. Железосодержащий магнитный концентрат из ЗШО является аналогом железной руды, используемой для производства чугуна и стали, и может быть использован:

- для производства ферросилиция, чугуна и стали;
- в качестве исходного сырья для порошковой металлургии;
- в качестве утяжелителя тяжелых суспензий при гравитационном обогащения минерального сырья;
- для получения специальных продуктов и др. (при дополнительной обработке).

Алюмосиликатное сырье, мелкодисперсный порошок основные элементы (80-90%) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+SiO<sub>2</sub>+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – наиболее эффективное в экономическом плане сырье. Высококачественная минеральная добавка. Среднее содержание 65-85% от общей массы ЗШО. Применяемая при производстве товарных бетонов и строительных растворов, цемента, сухих строительных смесей и kleев, при производстве бетона (45-65%) позволяет

уменьшить количество используемого портландцемента на 15 – 20 %, при этом снижается водопотребность, повышается прочность и морозостойкость. Одним из перспективных направлений его использования является получение на его основе ячеистого теплоизоляционного полностью не горючего стеклокристаллического материала – пеноплакостекла (20%). Средняя плотность 150-600 кг/м<sup>3</sup>, коэффициент теплопроводности 0,045-0,14 Вт/(м·К), прочность на сжатие 0,5-7,5 МПа, температура эксплуатации: -100 °C +500 °C. Возможно получение в блочном, гранулированном виде, а также применяется в составе легкого бетона для каркасного многоэтажного домостроения.

Испытания экспериментальных образцов конструкций с применением шлакопленостекла (состав шлака от 5% до 50%) были проведены в АО НИИМосстрой – головной научно-исследовательский институт строительного комплекса г. Москва, научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона им. А.А. Гвоздева, г. Москва.

#### **Планируемые НИОКР в сфере с обращением с ЗШО:**

- завершение НИОКР по разработке комплексной безотходной технологии глубокой переработки и утилизации ЗШО. Создание структурно-технологических и математических моделей прогнозирования свойств композиционных наноструктурированных материалов в зависимости от содержания техногенного квазифуллеренового вещества, синтезируемого на основе углеродного компонента золошлаковых смесей;

- разработка промышленной технологии получения минеральных композиций и премиксов для производства сухих строительных смесей и бетонов с улучшенными эксплуатационными свойствами. Разработка алгоритмов расчета составов премиксов, на основе обогащенных золошлаковых отходов топливной промышленности;

- разработка методики определения оптимального гранулометрического состава получаемых наноструктурированных материалов при переработке ЗШО, в том числе из обедненных сырьевых материалов;

- разработка промышленной технологии отделения углерода из золы-уноса для обеспечения высокого качества и стабильности получаемого сырья на уровне мировых стандартов;

- разработка промышленной технологии получения полых микросфер для производства легких высокопрочных материалов для нужд авиационной и космической отрасли;

- разработка промышленной технологии получения углеродного концентрата для получения альтернативного топлива;

- разработка промышленной технологии получения магнетитового концентрата для металлургической отрасли промышленности;

- разработка промышленной технологии получения высокотехнологичных активированных минеральных добавок для их использования при производстве различных видов бетонов, в том числе ячеистого и водостойкого при строительстве особо ответственных объектов (АЭС, плотины гидростанций и им аналогичные);

- завершение НИОКР по разработке низкоэмиссионной технологии синтеза теплоизоляционных геополимерных материалов;

- разработка промышленной технологии по созданию добавок при производстве строительных материалов (кирличная продукция), обеспечивающих сохранение углерода и использование его энергетического потенциала для экономии энергозатрат предприятия;

- завершение НИОКР по разработке промышленной технологии получения вспененного теплоизоляционного материала, аналога пеностекла, без применения стеклобоя;

- разработка эффективного модуля очистки отходящих газов при переработке ЗШО для обеспечения нормативных показателей по выбросам вредных веществ в атмосферу на уровне мировых стандартов качества;

- разработка промышленных технологий утилизации зольных остатков и шлаков, образовавшихся в процессе переработки ЗШО и ТКО в различных технологических переделах. Получение из этих отходов шлакоситаллов для производства тротуарной плитки, бордюрных ограждений, искусственного шлакового щебня (по характеристикам не хуже лучших сортов натурального щебня) и песков для дорожного строительства, техногрунта для рекультивации карьерных выработок и местности.

Реализация комплексного проекта обеспечит развитие экспортного потенциала РФ в поставке технологий и оборудования на мировые рынки.

**Некоторые данные по работам ООО НПП «Донские технологии» в области ЗШО.**

В 2000-х тысячных годах ООО НПП «Донские технологии», совместно с Южно-Российским государственным политехническим университетом (Новочеркасский политехнический институт) (ЮРГПУ(НПИ)г. Новочеркаск выполняли НИОКР по созданию синтетического дизельного топлива, получаемого из каменного угля, отходов угледобычи и обогащения. Были созданы опытные образцы и опытно-промышленная установка, которая была испытана и прошла опытную эксплуатацию на промышленной площадке НЗСП. Это был первый крупный успех российских ученых в данной области. Созданная профессором Савостьяновым А.П. научная школа и сегодня работает в данной области в сотрудничестве с ПАО «Газпром нефть».

В 2012-2013 годах опять в содружестве с ЮРГПУ(НПИ) было получено первое в России шлакопеностекло (более дешевый аналог пеностекла) при синтезе алюмосиликатного сырья, полученного путем переработки из ЗШО и его смеси с отходами стеклобоя.

Генеральный директор  
ООО НПП «Донские технологии»,  
Член Научного Совета РАН

по альтернативным и ВИЭ



В.И. Паршуков