

ПРОЕКТ

ЗОЛЬНЫЕ ОТВАЛЫ -

ИСТОЧНИК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА

ЗОЛЬНОГО ГРАНУЛЯТА И

СУХИХ СМЕСЕЙ ЛЕГКИХ БЕТОНОВ

НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Нерешенные проблемы экологии и экономики

На территории России около 20% всей электроэнергии вырабатывается при сжигании твердого топлива, в результате чего образуется **более 20 млн. т в год золы и шлака**.

В золоотвалах по разным оценкам **накоплено от 1,5 до 1,8 млрд. тонн** золошлаковых отходов.

На 115 электростанциях емкости существующих золоотвалов практически исчерпаны. Такая ситуация говорит о локальных экологических катастрофах и неэффективной работе с этой проблематикой в России.

В РФ в переработку вовлечено **7-8%** текущей выработки золошлаковых смесей. В связи с этим вопросы утилизации золошлаковых отходов являются актуальными и входят в число приоритетных природоохранных мероприятий.

Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года

Распоряжение Правительства РФ № 84-р от 25 января 2018 г.



Золошлаковые отходы угольных теплоэлектростанций – потенциально наиболее перспективное крупнотоннажное сырье для производства активных минеральных добавок и пористых заполнителей для высокотехнологичных конструкционных бетонов - наиболее ресурсоемкой отрасли строительной индустрии.

Особенности переработки

Продукт переработки золошлаков должен характеризоваться однородностью, стабильностью физических характеристик, надлежащей активностью и сферической формой зёрен. В связи с нестабильностью исходного сырья, выраженного колебаниями в широких пределах химико-минералогического состава и дисперсности продуктов сжигания углей добиться требуемых характеристик достаточно сложно.

Основными стимулами утилизации золошлаков в ЕС являются экоориентированное законодательство и административный ресурс.

Штрафы за складирование ЗШО в странах ЕС и в России



Особенности переработки

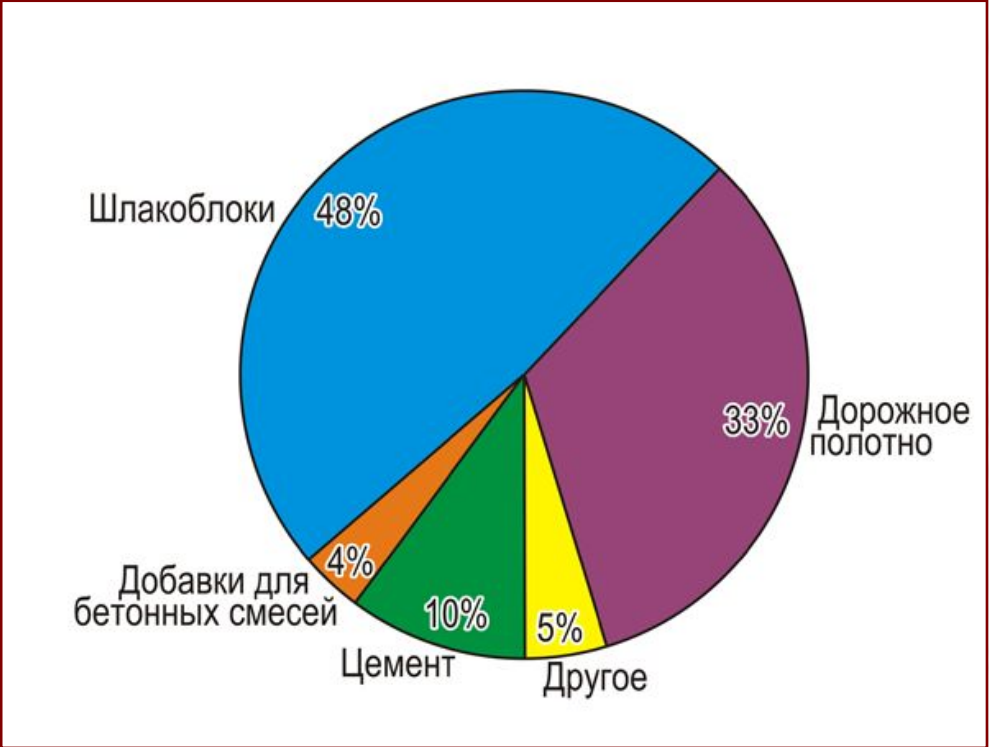
Утилизация зол и шлаков угольных электростанций в ЕС

Зола сухого удаления (зола-унос)



Отвечает требованиям для производства цемента и бетона 20-40% от общей массы удаления

Золы и шлаки гидроудаления (отвальные золошлаковые отходы)



Отвечает требованиям для производства низкомарочных цемента и бетона 5-15% от общей массы удаления

В настоящее время существует более 300 технологий переработки золошлаковых отходов, но ни одна из них не нашла массового применения по следующим причинам:

- **низкое качество или высокая цена востребованного рынком продукта переработки золошлаков;**
- **отсутствие предложения от прикладной науки надежной и рентабельной технологии обогащения золошлаков.**

Обогащение золошлаковых отходов

Инновационная идея

Тонкий помол сухого золошлака с целью разрушения стеклянной оболочки угольных микросфер для повышения эффективности электросепарации.

Принцип обогащение золошлаковых смесей по сухой технологии

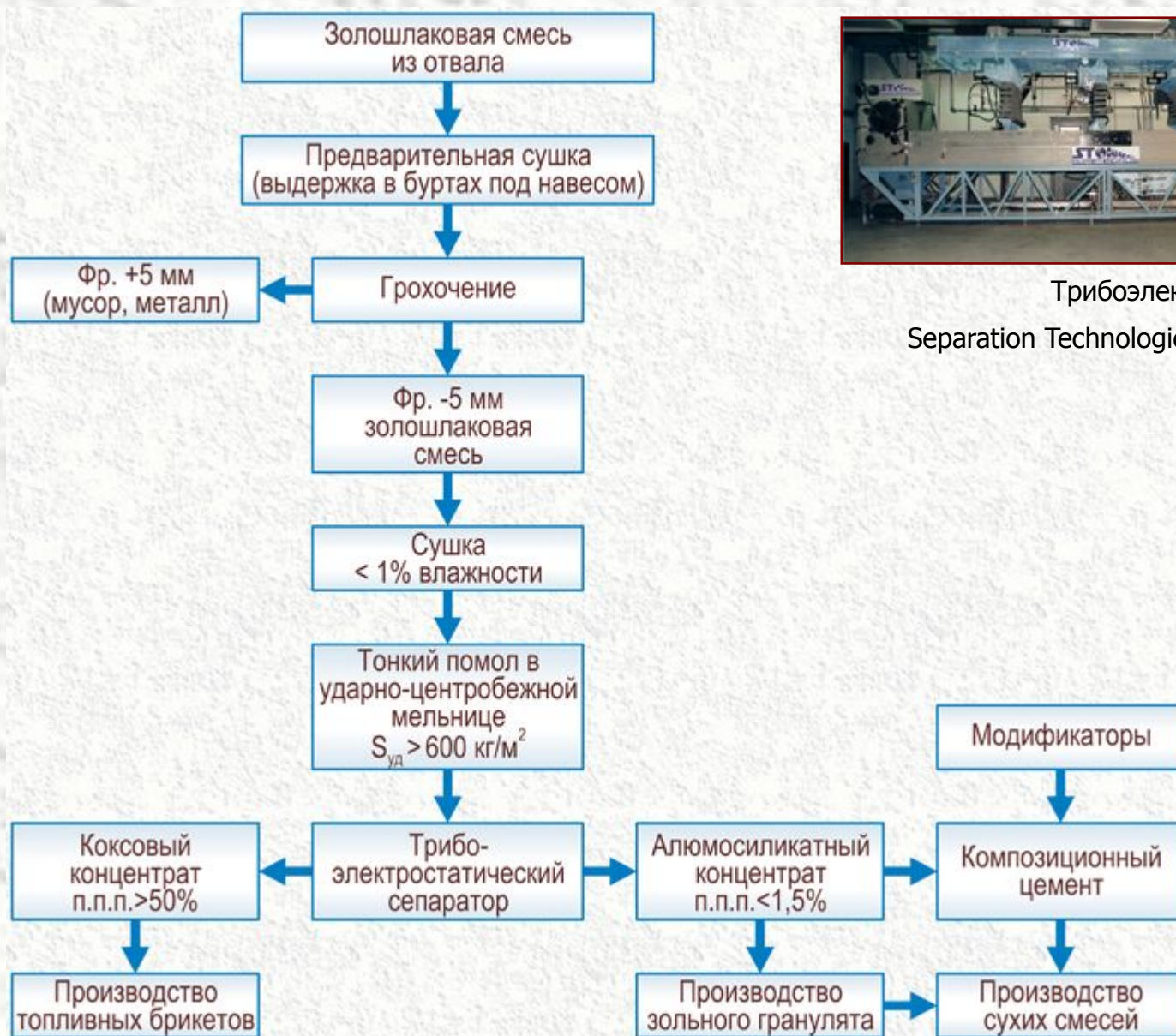


Преимущества:

- низкая себестоимость в сравнении с «мокрыми» технологиями обогащения;
- высокая степень разделения продуктов обогащения;
- высокая степень готовности для дальнейшей переработки в конечные продукты.

Технология обогащения золошлаков

Производство алюмосиликатного и коксового концентратов из отвальных золошлаковых смесей



Критические технологии Глубокое обогащение по сухой технологии



Трибоэлектростатический сепаратор
Separation Technologies (США)



Механобр-техника (Россия)

Тонкий помол



Самобалансирующаяся
вибродетрибционная мельница
(Россия)

Производство композиционных цементов

Композиционные цементы (КЦ) – многокомпонентное гидравлическое вяжущее, состоящее из портландцементного клинкера и 2-х и более минеральных техногенных или природных материалов (минеральных добавок). КЦ получают совместным размолем клинкера, гипса или *бездобавочного цемента* и минеральных добавок или смешением отдельно размолотых компонентов. Назначение – снижение энергозатрат на приготовление вяжущих веществ и утилизацию отходов.

Цементы низкой водопотребности (ЦНВ) – многокомпонентные цементы, получаемые совместным помолем минеральных компонентов, пластификатора и др. химических добавок (модификаторов). Назначение – производство высокомарочных или малоклинкерных бетонных смесей с заданной подвижностью.

Принцип производства «целевых» цементов

Клинкер



Гипсовый камень



Совместный помол



«Целевой» цемент



Модификаторы



Алюмосиликатный концентрат

Мини-цементный завод на привозном клинкере или бездобавочном цементе



Преимущества:

- производственная мощность от 10 000 тонн/год
- низкие капитальные и логистические затраты
- экономия клинкера (безд. цемента) от 20 до 80 %
- производство специальных цементов
- производство цемента длительной сохраняемости
- производство целевых цементов «под заказчика»

Модифицированный зольный гранулят

Инновационная идея

Производство зольного гранулята по технологии тонкой керамики: по аналогии с фарфором включение в состав шихты щелочного плавня способствующего образованию щелоче-алюмосиликатной стеклофазы.

Типы керамики

Грубая керамика



Древнеримский керамический кувшин

Тонкая керамика



Древнекитайская фарфоровая ваза

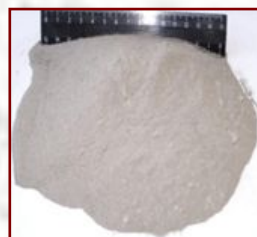


Керамзит, зольный гравий



Пропанты, пеностеклокерамика

Принцип технологии



Алюмосиликатный концентрат



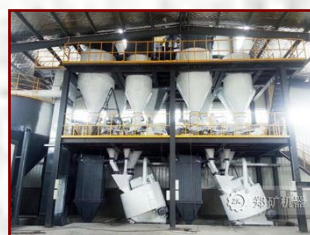
Щелочной плавень



Глинопорошок



Раствор лигносульфоната



Гранулирование



Обжиг



Сепарация и рассев



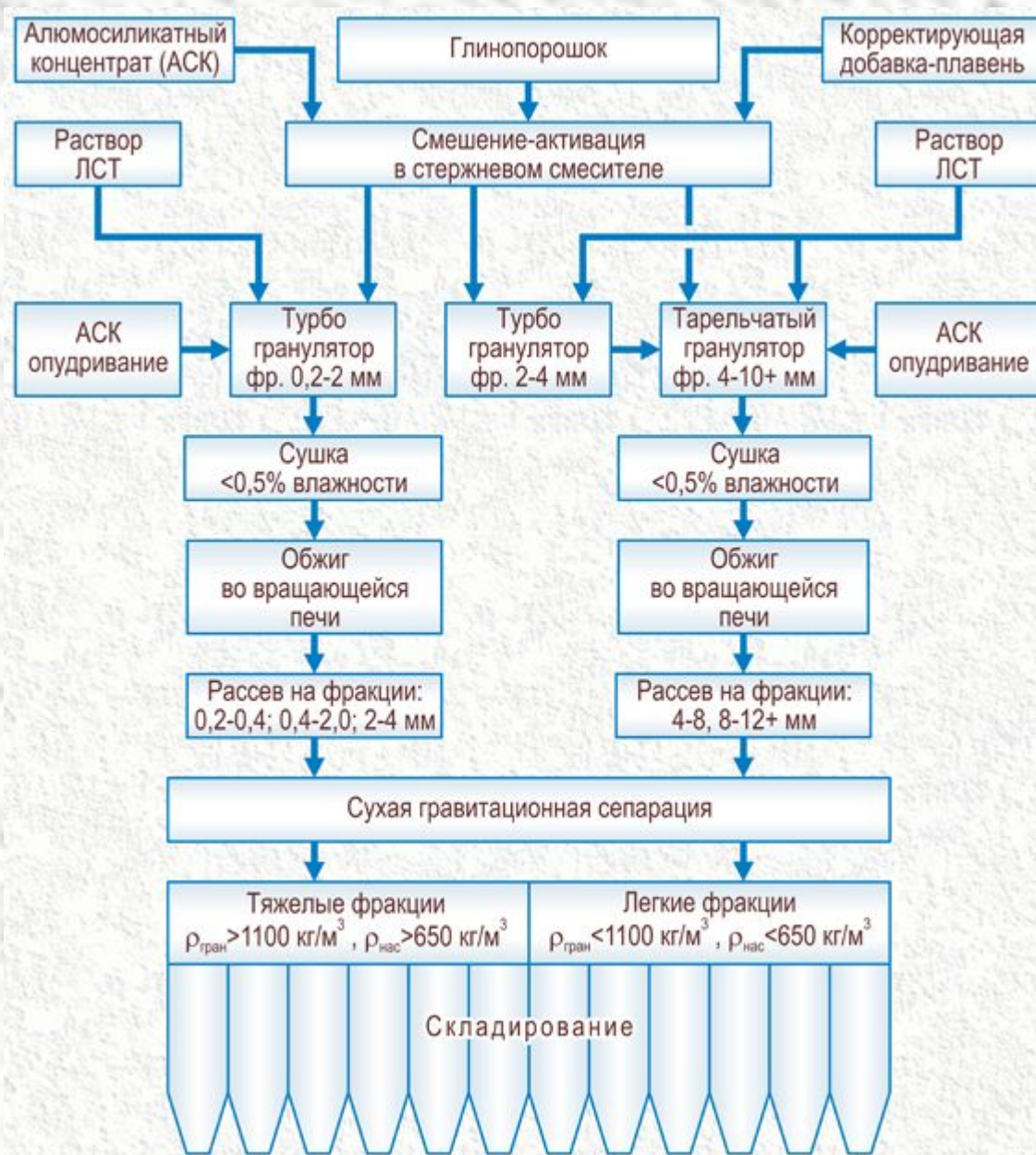
Полифракционный гранулят

Преимущества:

- кратное повышение прочностных характеристик гранулята;
- кратное снижение водопоглощения гранулята;
- кратное повышение однородности гранулята по плотности и прочности;
- получение тонкозернистого гранулята необходимого для приготовления самоуплотняющихся бетонных смесей.

Технология производства обжигового гранулята

Производство модифицированного зольного гранулята



Критические технологии

Гранулирование алюмосиликатного концентрата

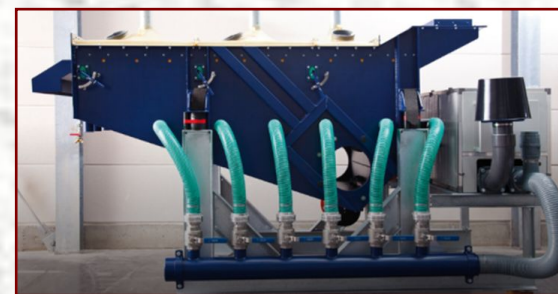


Турбулентный гранулятор (Китай)



Роторный+тарельчатый грануляторы (Россия)

Сепарация гранулята по плотности/прочности



Гравитационный сепаратор

Характеристики:

- Насыпная плотность: - 200 – 800 кг/м³;
- Прочность в цилиндре: - 2 – 50 МПа;
- Водопоглощение: - 3 – 5 %;
- Фракционный состав: - фр. 0,2-0,4 мм – фр. 8-12 мм;
- Форм-фактор: - сферические гранулы.

Производство сухих смесей

Легкие сухие бетонные смеси – рационально подобранные и тщательно перемешанная смеси портландцемента, минеральных и химических добавок, крупного и/или песчаного пористых заполнителей.

Компоненты



Композиционный цемент/ЦНВ

+



Зольный полифракционный гранулят

Производство



Сухие смеси для легкого бетона

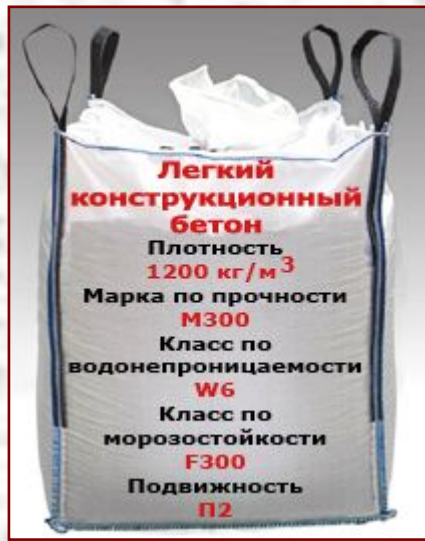
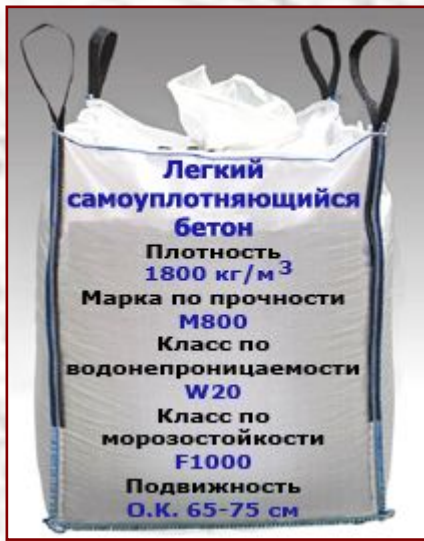
Предлагаемая продукция

По технологии формования

- жесткие бетонные смеси
- подвижные бетонные смеси
- литые бетонные смеси
- самоуплотняющиеся бетонные смеси

По функциональному назначению

- офшорные сооружения и плавучие средства
- гидротехническое строительство
- транспортные сооружения
- высотное строительство
- дорожное полотно
- сборные строительные конструкции
- тонкостенные архитектурные, фасадные и кровельные изделия и т.д.



Бетоны нового поколения - бетоны с заданными функциональными и технологическими характеристиками

Преимущества:

Снижение материалоемкости и снижение массы строительных конструкций без потери прочностных и других эксплуатационных характеристик является магистральным направлением повышения эффективности строительства. Практически эта задача решается разработкой и применением легких бетонов с повышенными показателями конструктивного качества, т.е. с высокими показателями прочности на единицу средней плотности.

Назначение – возведение строительных и инженерных инфраструктурных объектов повышенного уровня ответственности:

- высотных зданий;
- большепролетных мостов;
- газонефтяных платформ;
- атомных электростанций;
- гидротехнических сооружений;
- плавучих средств;
- автодорожных покрытий;
- оборонных объектов.

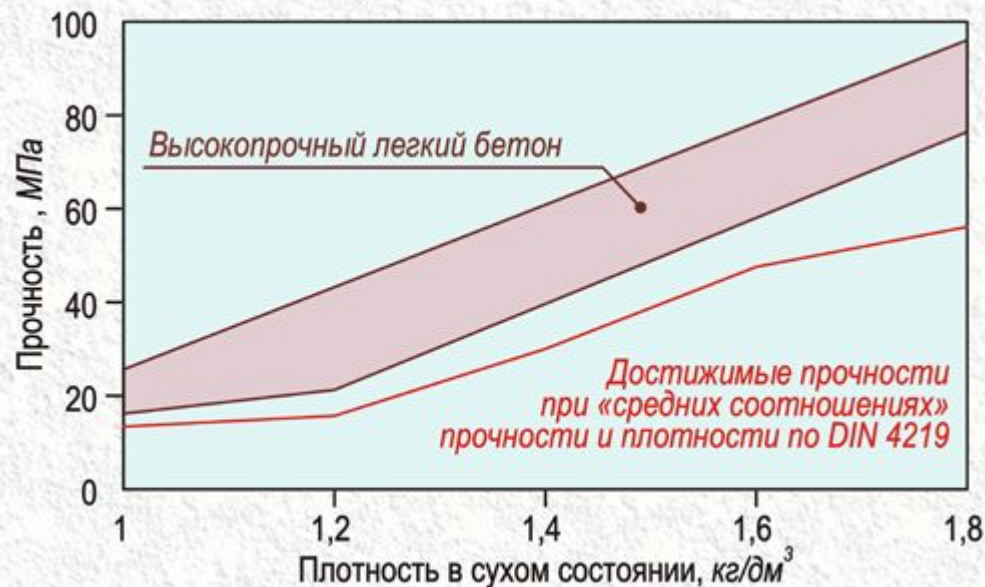


Эксплуатационные характеристики:

- прочность до 100МПа (M1000)
- снижение массы сооружения на 25-50%
- снижение металлоемкости на 10-20%;
- долговечность (более 100 лет)

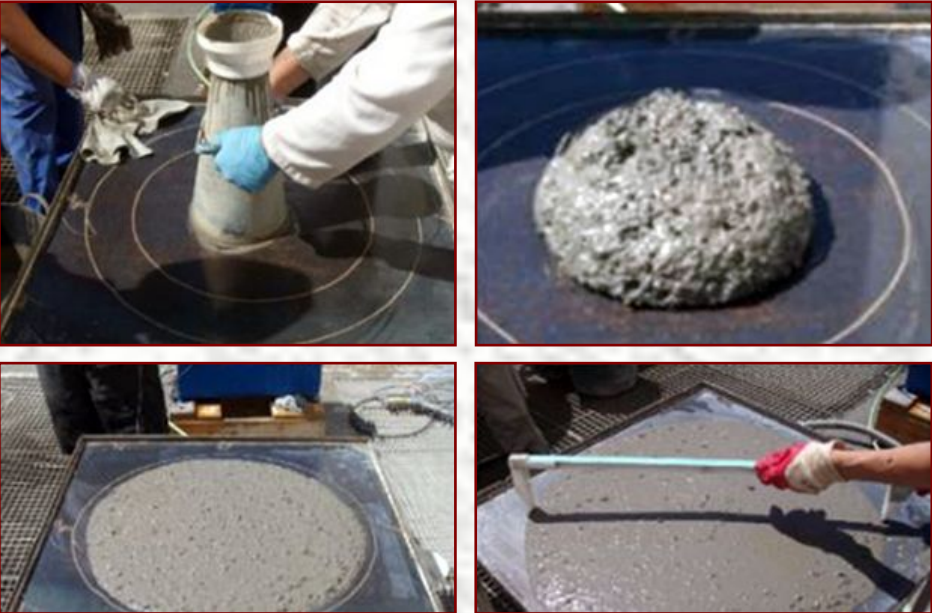


Зависимость прочности легких бетонов от плотности



Самоуплотняющиеся бетоны – технология XXI века

Самоуплотняющийся бетон (СУБ) — бетон на основе бетонной смеси, способной растекаться и уплотняться под действием собственного веса (без вибрации), заполнять форму (опалубку) в т.ч. густоармированную и со сложной геометрией, сохраняя при этом связность и однородность. СУБ характеризуются быстрыми темпами набора прочности и высокими физико-механическими характеристиками недостижимые другими методами формования.



Испытания СУБ на растекаемость



Материал	СУБ	Сталь	Преднапряженный бетон	Железобетон
Длина	360 мм	360 мм	700 мм	700 мм
Вес	141 кг/м	110 кг/м	466 кг/м	528 кг/м

Балки из ультрапрочного СУБ, стали, преднапряженного бетона и железобетона с равноценной несущей способностью





СУБ на тяжелых заполнителях вошли в строительную практику в середине 90-х годов и активно применяются в монолитном и сборном строительстве. Доля использования СУБ в ведущих европейских странах достигает 20-50% от общего бетонного производства.

Принципиальное преимущество СУБ на пористых (легких) заполнителях оптимальной структуры в сравнении с тяжелыми не только в снижении массы конструкций, но и в принципиально более высокой трещиностойкости, коррозионной стойкости и морозостойкости и, следовательно, высокой долговечности бетонных сооружений на их основе.

Легкие высокопрочные СУБ до настоящего времени имеют ограниченное применение (нефтяные платформы) ввиду дефицита на строительном рынке легких заполнителей удовлетворяющих комплексу требований по гранулометрическому составу и физико-механическим характеристикам.

Пористые заполнители для конструкционных бетонов

Основные требования к пористым заполнителям для высокопрочных бетонов

Показатели	Требования	Керамзит	Аглопоритовый щебень (Германия)	Зольный гравий (Великобритания)	Пеностеклокерамика (Россия*)
					
Насыпная плотность	менее 800 кг/м ³	+	+	+	< 600
Плотность в куске	менее 1500 кг/м ³	+	+	+	< 1000
Прочность в цилиндре:					
крупные фракции	более 12 МПа	< 6	< 3	< 3	не производятся
песчаные фракции	более 20 МПа	-	< 6	-	< 6
Водопоглощение	менее 6%	15-25	20-30	20	< 6
Фракционный состав:					
крупные фракции	фр. 4-12 мм	5-40	10-70	4-14	не производятся
песчаные фракции	фр. 0,2-4 мм	1-4	не производятся	не производятся	0,2-4
Форм-фактор	сферические гранулы	++	-	++	+++
Коррозионная стойкость		+++	+	++	++
Ориентировочная стоимость		1800-3500 руб/м ³ в зависимости от фракции	50 евро/м ³	50 евро/м ³	> 10000 руб/м ³

Промышленно производимые минеральные пористые заполнители только частично удовлетворяют комплексу требований для высокопрочных легких бетонов

**опытное производство*

Объект
Проект «Арктик-СПГ 2» (компания «НОВОТЭК»)



Кольская верфь

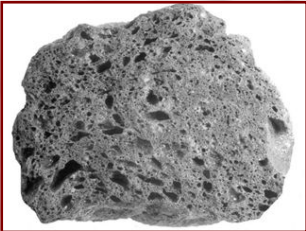


Завод по сжижению газа на платформе гравитационного типа

Варианты применения пористых заполнителей

Импортный продукт

Сырье: Метаморфизированный туффит — окаменевшая вулканогенно-осадочная горная порода, подвергшаяся воздействию высокой температуры и давлению.
Продукт: Stalite – дробленый поризованный щебень и песок.
Производитель: Carolina Stalite Company (США)



Преимущества: удовлетворяет требованиям по прочности и водопоглощению
Недостатки: песчаные фракции не применимы для литых и самоуплотняющихся бетонов

Отечественный продукт

Сырье: Обогащенные отвальные золошлаковые смеси тепловых электростанций
Продукт: модифицированный зольный гранулят (гравий и песок)
Производитель: Алексинский завод керамзитового гравия (проект)



Преимущества: полностью удовлетворяет техническим требованиям
Недостатки: требует временных и финансовых затрат на освоение технологии

Приготовление многокомпонентной бетонной смеси на hi-tes бетоносмесительном узле



Приготовление высокотехнологичного бетона в полевых условиях из сухой бетонной смеси



Достижение одного результата разными методами

Вместо бетонного завода и парка автомиксеров



набор мобильного оборудования на стройплощадке



Растариватель биг-бэгов



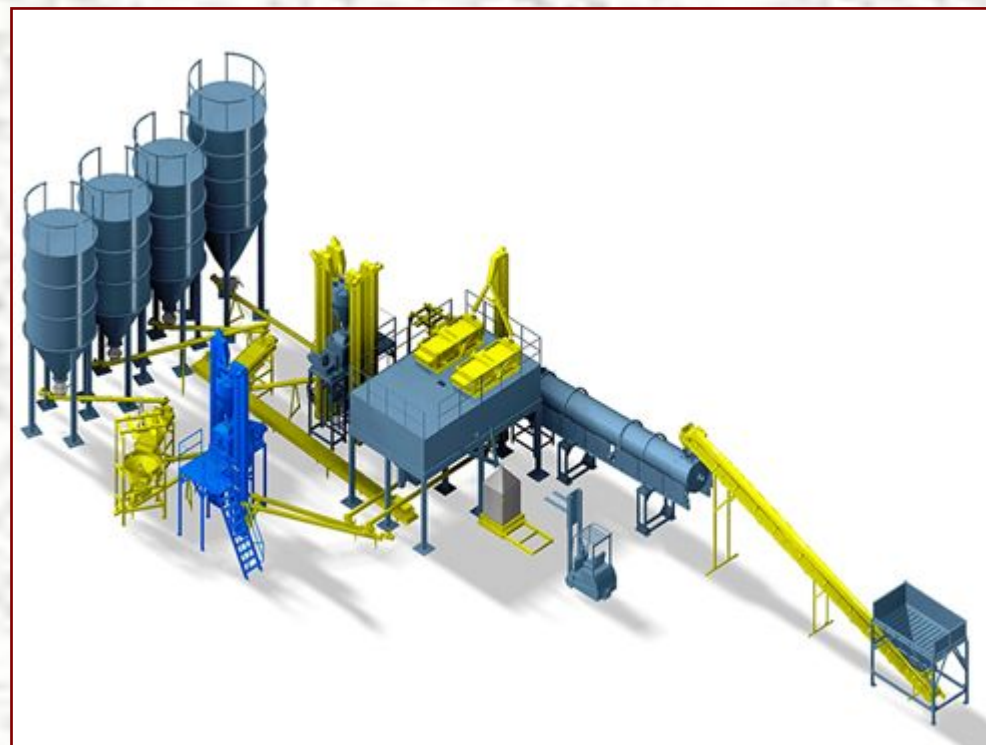
Мобильный бетоносмеситель



Мобильный бетононасос

Состав эталонного завод по переработке ЗШО

1. Технологическая линия по обогащению золы – 50-300 тыс. тонн/год
2. Технологическая линия по производству зольного гранулята – 50-150 тыс. м³/год
3. Технологическая линия по производству ЦНВ и сухих смесей – 10-50 тыс.тонн/год



Целевое назначение – отработка технологии производства модифицированного зольного гранулята

Электростатический сепаратор



Смеситель-гранулятор



Виброцентробежная мельница



Шаровая мельница



Сито вибрационное



Прибор ПСХ-12



Лазерный анализатор



Печь барабанная проходная



Цели:

1. Разработки новых типов технологического оборудования.
2. Разработка технологии производству на основе золошлаковых отходов ТЭС:
 - высококачественных пористых заполнителей;
 - модификаторов и композиционных цементов;
 - готовых сухих бетонных смесей;
 - легких бетонов нового поколения.
3. Разработка технологии возведения инженерных сооружений на основе сухих бетонных смесей.
4. Организация выпуска типовых технологических линий по выпуску продукции на основе золошлаков.
5. 100%-ая утилизация зольных отвалов.

Частно-государственное партнерство**Задачи государства**

Проведение НИОКР по переработке золошлаков

Разработка нормативной документации на продукты НИОКР (национальные стандарты и технические регламенты)

Международное патентование технологий

Информационное обеспечение потенциальных потребителей новых технологий

Формирование рынка сбыта продукции для крупных инфраструктурных проектов в РФ и за рубежом

Задачи бизнеса

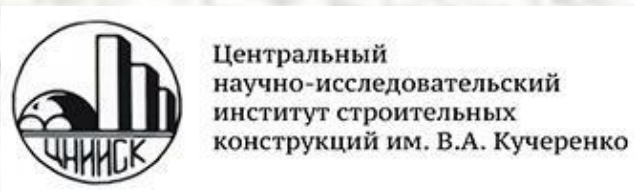
Проектирование и изготовление пилотных образцов критически важного технологического оборудования

Организация выпуска и комплектования типовых технологических линий по производству продукции

Организация производства строительных материалов

В инициативную группу по разработке проекта вошли профильные внедренческие, производственные и машиностроительные компании.

Научную поддержку проекта осуществляют следующие научно-исследовательские и проектно-конструкторские организации:



Центральный Научно-исследовательский институт строительных конструкций им. В.А. Кучеренко

Отдел инновационных строительных конструкций и домостроительных технологий

ЗАО «НИИКерамзит»

Научно-исследовательский институт по технологии керамзита



Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

Научно-образовательный центр "Наноматериалы и нанотехнологии"



Пензенский государственный университет науки и строительства

Научная школа проф. В.И. Калашникова



Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт»

Кафедра техники и электрофизики высоких напряжений



Научно-производственная корпорация «Механобр-техника»



Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук»

Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В.Тананаева

Спасибо за внимание!

Координатор проекта:
Заикин Александр Фёдорович
тел. моб. **8 925 849-57-10**
E-mail: magnolit@yandex.ru