

Разработка ресурсосберегающих технологий и комплексных технологических линий переработки многотоннажных отходов инертного нерудного сырья с получением экономичных строительных изделий массового применения

государственный контракт от 26 июня 2008 года
№ 02.525.11.5007

Инновационные технологии переработки отходов добычи и переработки нерудного сырья

В.А. Арсентьев, д.т.н. (ОАО «НПК «Механорбр-техника»)
А.М. Кабиров (ЗАО «ПКБ «Автоматика»)
А.Д. Самуков (ОАО «НПК «Механорбр-техника»)

Организация головной исполнитель: закрытое акционерное общество «Проектно-конструкторское бюро «Автоматика»
– дочернее общество ОАО «Кировский завод»

Санкт-Петербург

2010 г.



Основные проблемы возникающие при добыче и переработке нерудного сырья:

- Высокий выход отсевов (фракция -5 +0 мм) – 30-35%, соответствующие потери природного сырья;
- Нанесение значительного ущерба окружающей среде путём ежегодного складирования около 90 млн.т. отсевов, требующих более 1000 га земельных участков.

Отвалы отсевов. ДЗС-3, пос. Кузнецкое, Ленинградская область.



Поиск путей решения проблем, возникающих при добыче и переработке нерудного сырья:

- Снижение выхода отсевов (фракция -5 +0 мм) при переработке нерудного сырья;
- Утилизация отходов промышленности строительных материалов с получением продуктов для производства бетонных изделий, сухих строительных смесей и высвобождения земельных участков, занятых этими отходами.

Выявление причин, ограничивающих квалифицированное использование отсевов:

- Гранулометрический состав и большое содержание лещадных зёрен не позволяют полноценно использовать отсевы взамен строительного песка;
- Перевозка отсевов вызывает большие технические трудности в связи с высоким содержанием пылевидных фракций и экономически не целесообразна.

Инновационность решения поставленной задачи:

- Создание технологий и оборудования для модифицирования физико-механических и физико-химических свойств отсевов, обеспечивающих возможность производства на их основе изделий из мелкозернистых и ячеистых бетонов, стоимость которых обеспечит возможность их рентабельной перевозки к месту потребления.

Народно-хозяйственный эффект от реализации проекта будет проявляться в следующих областях:

- **Охрана окружающей среды** – за счёт сокращения объёма складироваемых отходов;
- **Природосбережение** – за счёт сокращения объёмов вовлечения в переработку новых месторождений нерудного сырья для обеспечения потребностей промышленности строительных материалов;
- **Ресурсосбережение** – за счёт экономии энергетических, трудовых и материальных затрат, обеспечиваемых высокой степенью подготовленности промышленных отходов к использованию при производстве строительных материалов.

В результате выполнения проекта создана следующая научно-техническая продукция:

- **Технология и комплекс оборудования для производства мелкозернистого наполнителя для бетонов, обеспечивающие снижение образования отсевов;**
- **Технология и комплекс оборудования для производства ячеистых бетонов на базе отсевов;**
- **Технология и комплекс оборудования для производства высокопрочных мелкозернистых бетонов с использованием механоактивированных вяжущих.**

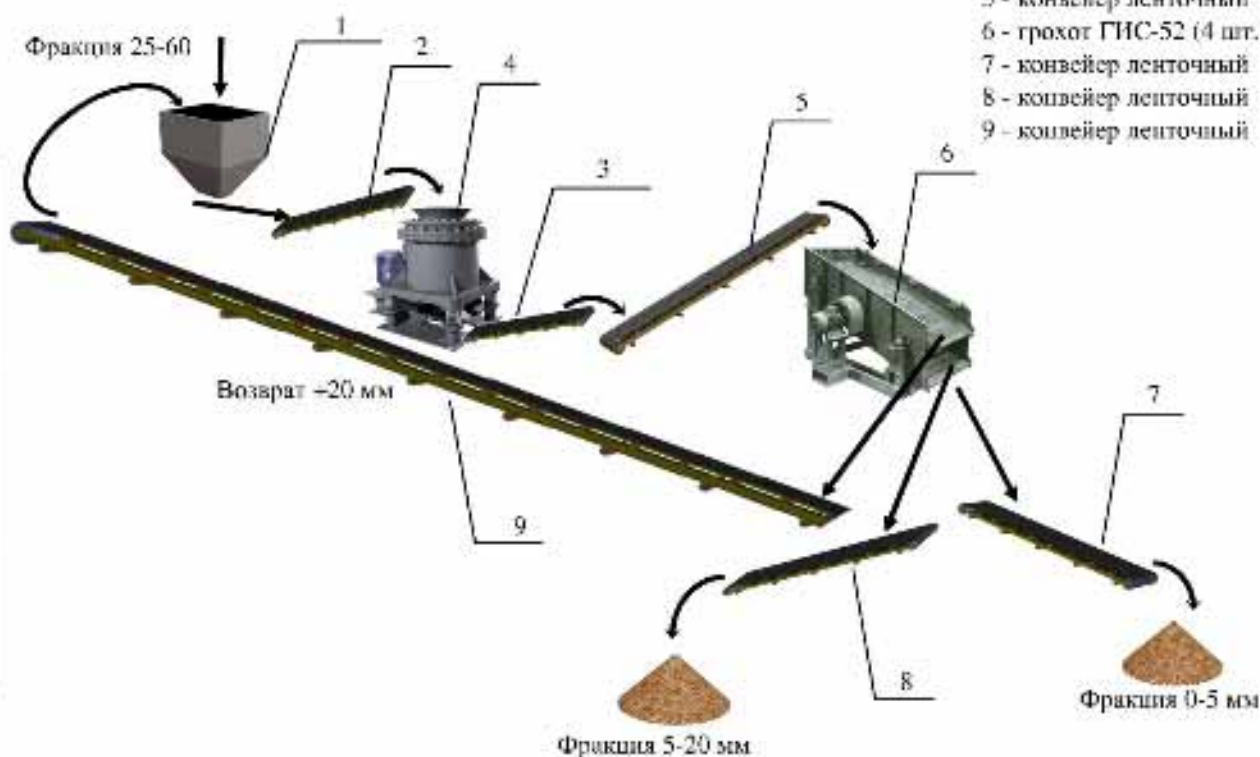
Технология и комплекс оборудования для производства мелкозернистого наполнителя для бетонов, обеспечивающие снижение образования отсевов

- **Основная идея инновационной технологии:**
снижение выхода фракции $-5 +0$ мм при дроблении скальных пород для получения целевой фракции $-20 +5$ мм за счёт использования дробильных устройств, производящих вибро-импульсное воздействие на дробимый материал, вызывающие его разрушение по плоскостям спайности.

Технологическая схема и схема цепи аппаратов комплекса оборудования для производства мелкозернистого наполнителя для бетонов, обеспечивающие снижение образования отсевов

Схема цепи аппаратов опытного комплекса оборудования

- 1 - бункер
- 2 - питатель ленточный
- 3 - конвейер ленточный
- 4 - дробилка КИД-1500
- 5 - конвейер ленточный
- 6 - грохот ГИС-52 (4 шт.)
- 7 - конвейер ленточный
- 8 - конвейер ленточный
- 9 - конвейер ленточный



Комплекс оборудования для производства мелкозернистого наполнителя для бетонов, обеспечивающие снижение образования отсевов, смонтированный на производственных площадях ОАО «Орское карьероуправление»

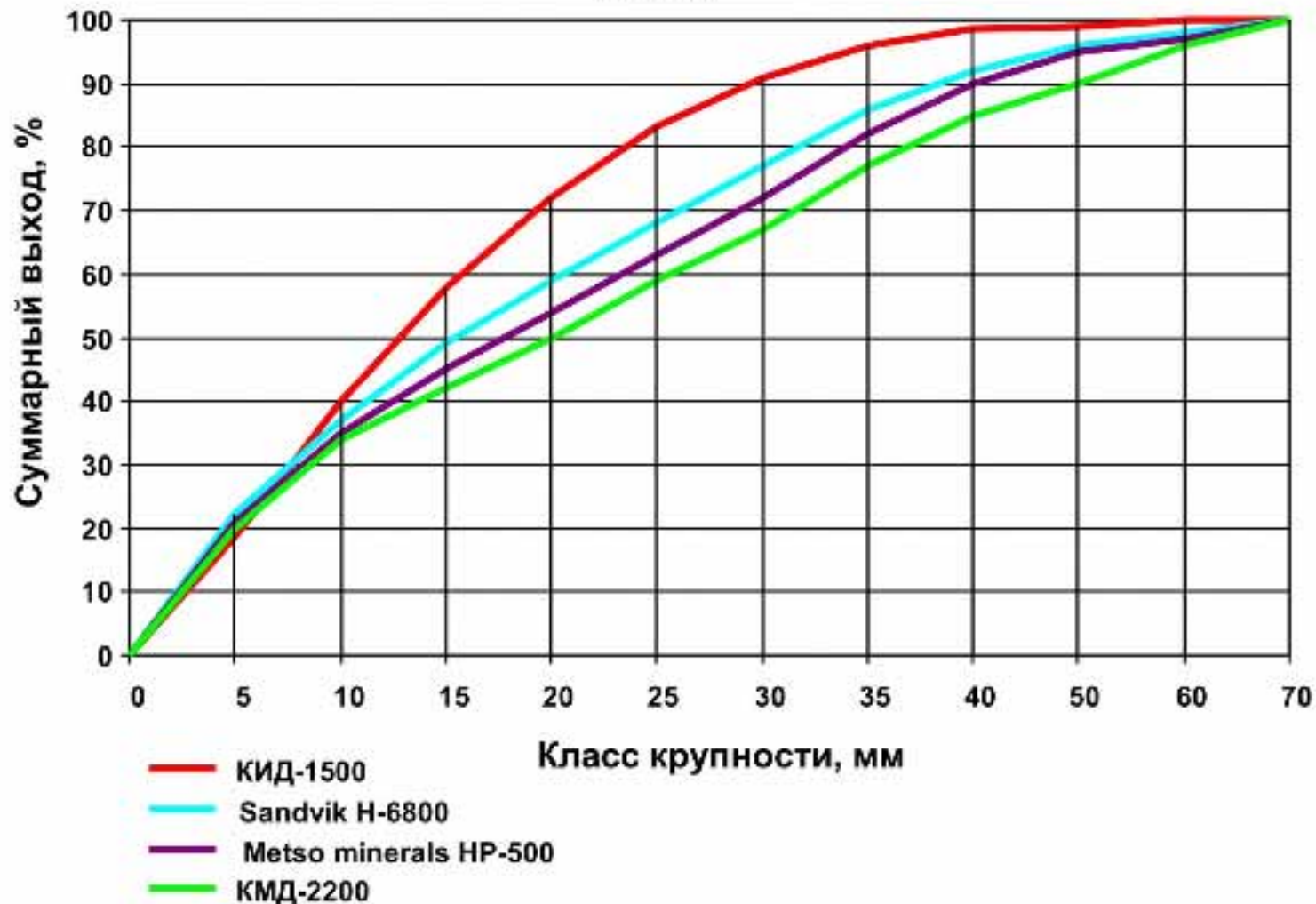


Опытный образец комплекса

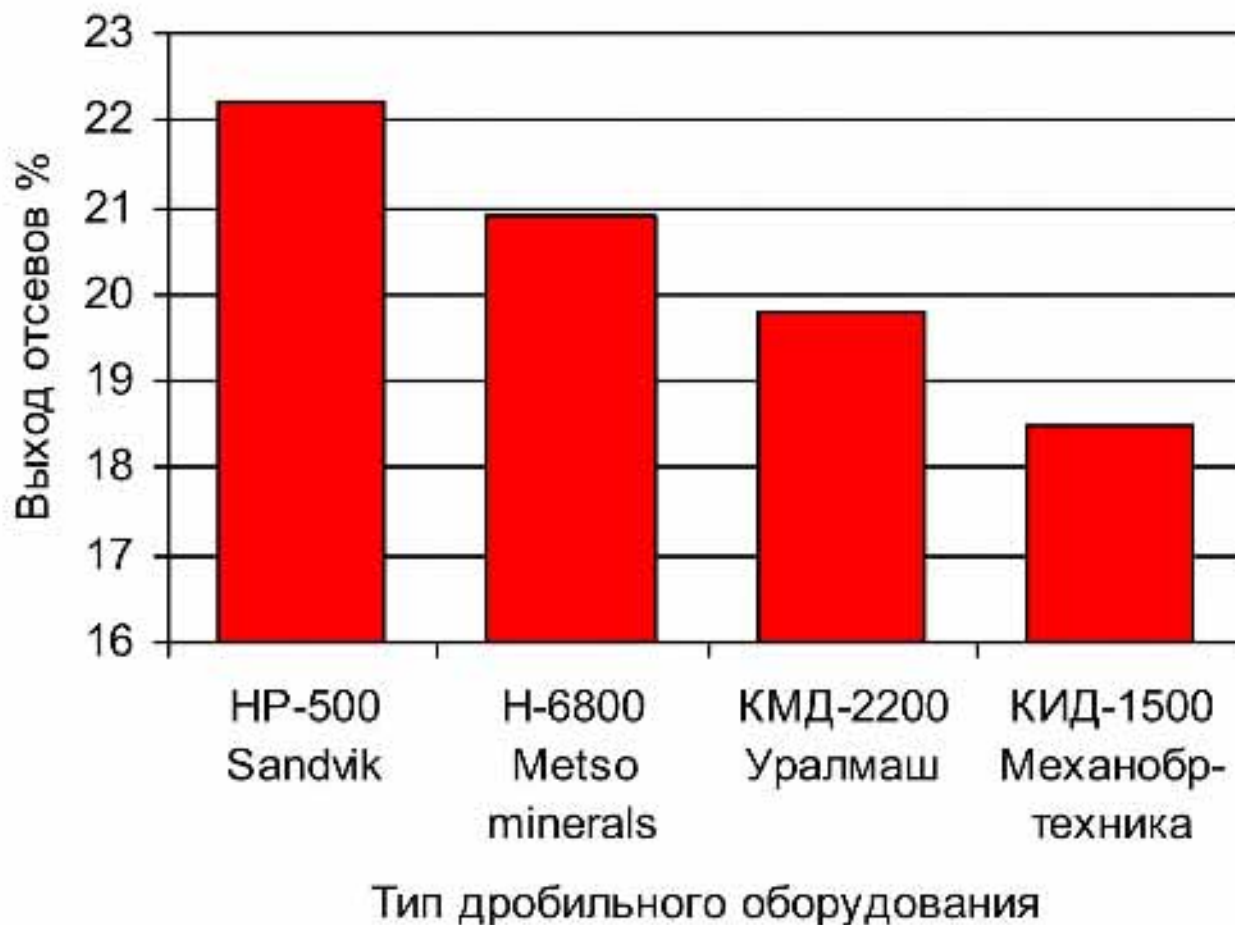


Агрегат для вибрационного дробления материала в слое (КИД-1500) в составе комплекса

Сравнительные характеристики дробленого продукта КИД-1500 и различных конусных дробилок для получения высококачественного щебня мелких фракций



Выход отсевов на различных типах оборудования.



Показатели работы технологической линии комплекса для производства мелкозернистого наполнителя для бетонов, обеспечивающей снижение образования отсевов.

Показатели работы	Значения
Максимальная крупность в исходном питании, мм	65
Максимальная крупность в конечном продукте, мм	20
Разгрузочная щель дробилки, мм	105
Производительность дробилки КИД-1500 (пропускная способность), т/ч	378
Статический момент дебаланса, %	70
Производительность технологической линии по кл.-20 мм, т/ч	302
Выход класса -5 мм в разгрузке КИД-1500, %	18,5
Выход класса -5 мм в технологической линии, %	23,5
Эффективность классификации по классу 20-0 мм, %	87
Эффективность классификации по классу 5-0 мм, %	85
Потребляемая электрическая мощность опытного образца комплекса, кВт	448

Технология и комплекс оборудования для производства ячеистых бетонов на базе отсевов.

- **Основная идея инновационной технологии:**

использование пылевидной фракции отсевов (менее 0,16 мм), подвергнутой физико-химическому модифицированию с использованием вибро-импульсных аппаратов и химических добавок, в качестве минеральной фазы при производстве ячеистых бетонов.

Технологическая схема комплекса оборудования для производства ячеистых бетонов на базе отсевов

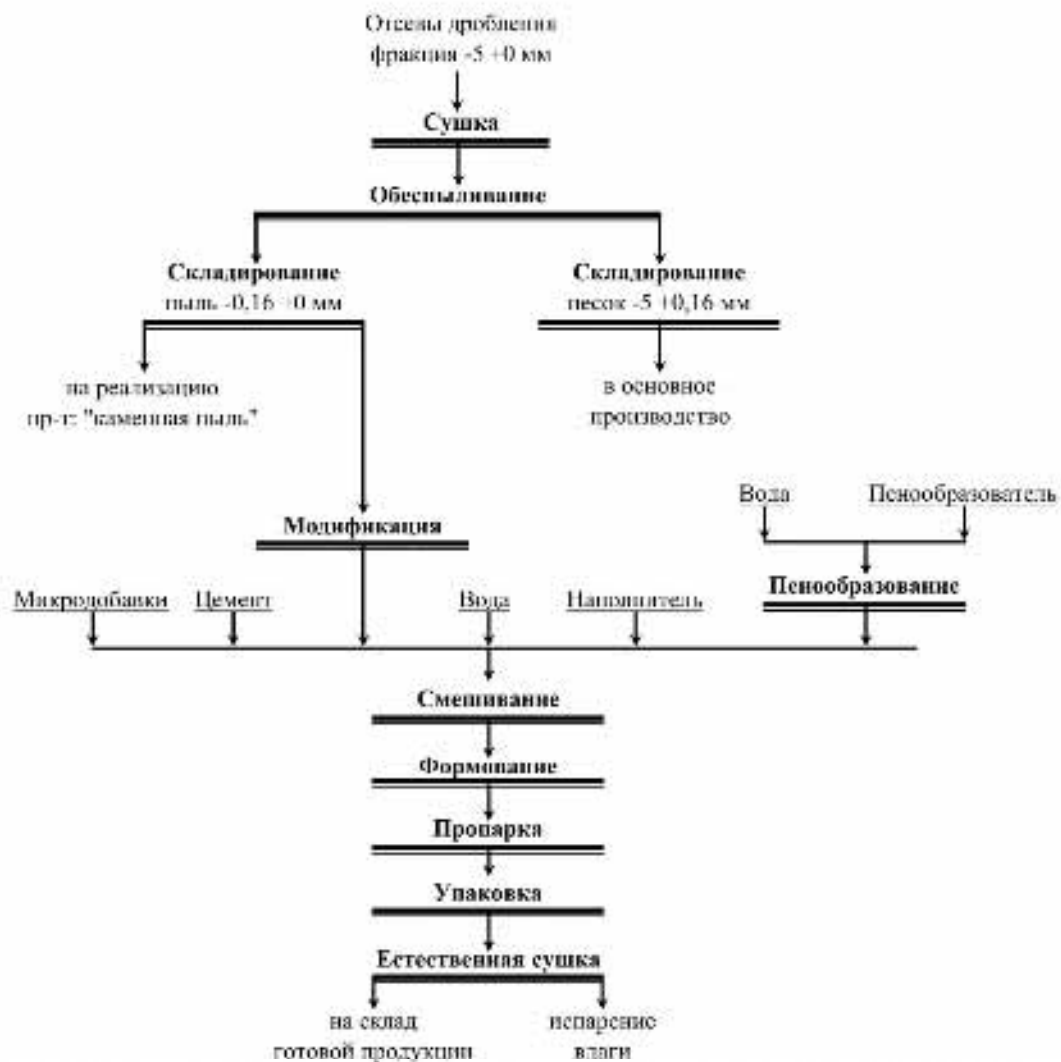
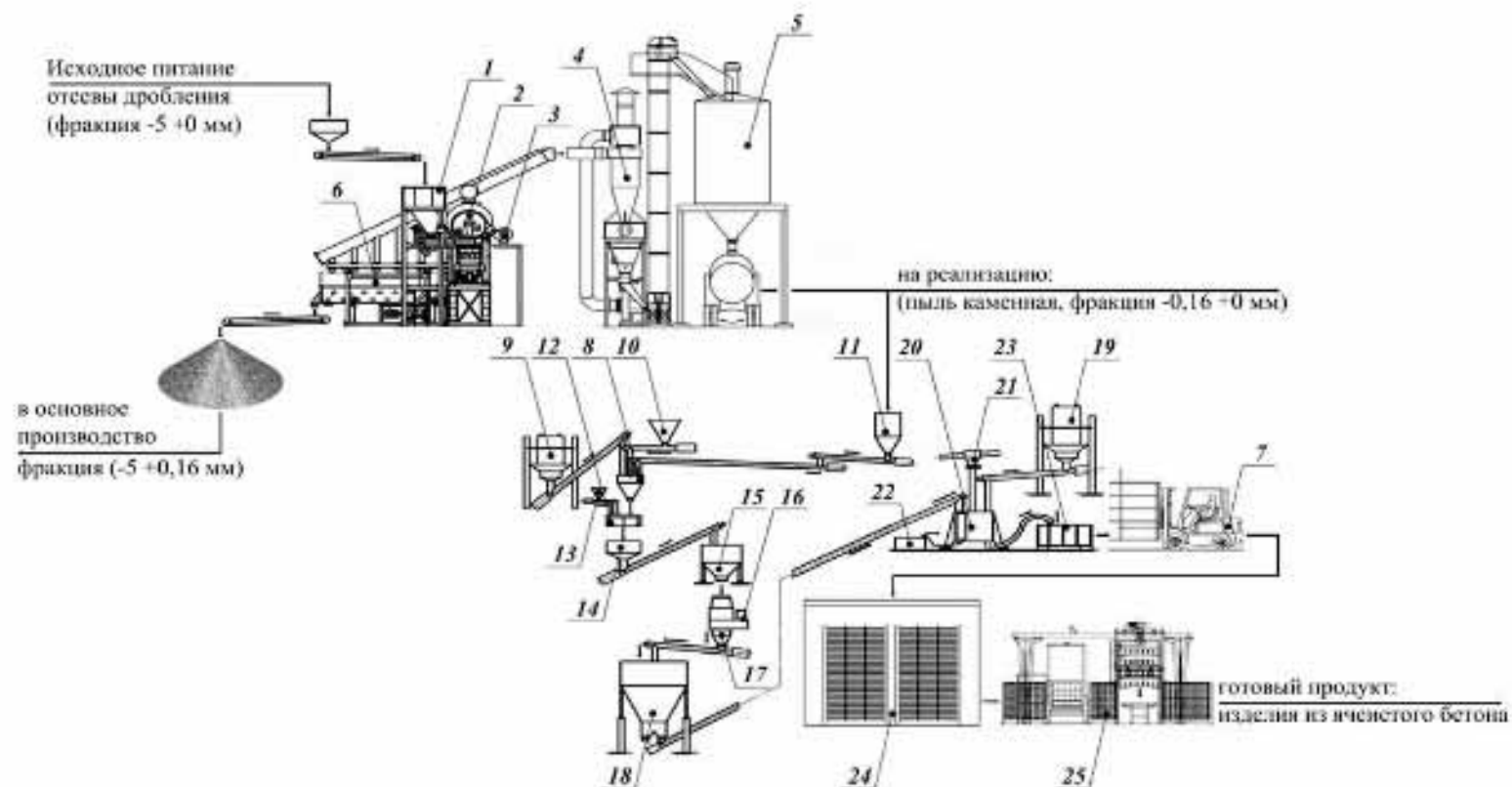


Схема цепи аппаратов комплекса оборудования для производства ячеистых бетонов на базе отсевов



1. Расходный бункер; 2. Топочно-сушильный агрегат; 3. вытяжной вентилятор; 4. Блок циклонов; 5. Бункер-сборник;
6. Обеспыливатель; 7. Погрузчик; 8. Дозатор; 9. Узел растаривания Биг-Бэгов; 10. Узел растаривания мешков с известью; 11. Силосный склад; 12. Смеситель; 13. Микродозатор; 14. Бункер-приемник; 15. Бункер-накопитель весовой; 16. Активатор КИД-300; 17. Бункер-накопитель; 18. Бункер-накопитель весовой; 19. Узел растаривания Биг-Бэгов; 20. Турбулентный пенобетоносмеситель; 21. Узел подачи цемента; 22. Емкость с раствором пенообразователя; 23. Высокоточные формы; 24. Пропарочные камеры; 25. Автоматический упаковщик.

Технология и комплекс оборудования для производства высокопрочных мелкозернистых бетонов с использованием механоактивированных вяжущих

■ Основная идея инновационной технологии:

использование отсевов фракции $-5 +0,16$ мм; $-0,63 +0,16$ мм, в комбинации с модифицированной фракцией $-0,16 +0$ мм, для производства высокопрочных мелко-зернистых бетонов после предварительной механо-активации песчано-цементной смеси в вибро-импульсных агрегатах.

Технологическая схема комплекса оборудования для производства высокопрочных мелкозернистых бетонов с использованием механоактивированных вяжущих

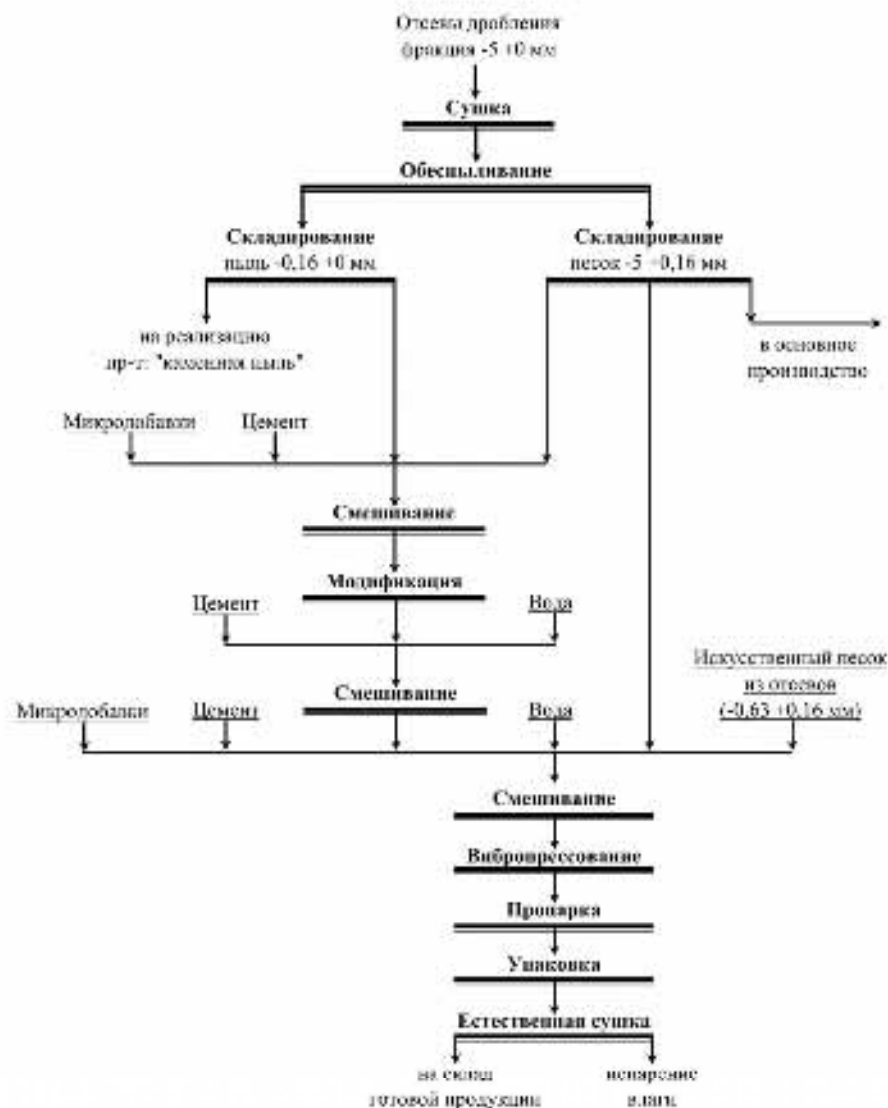
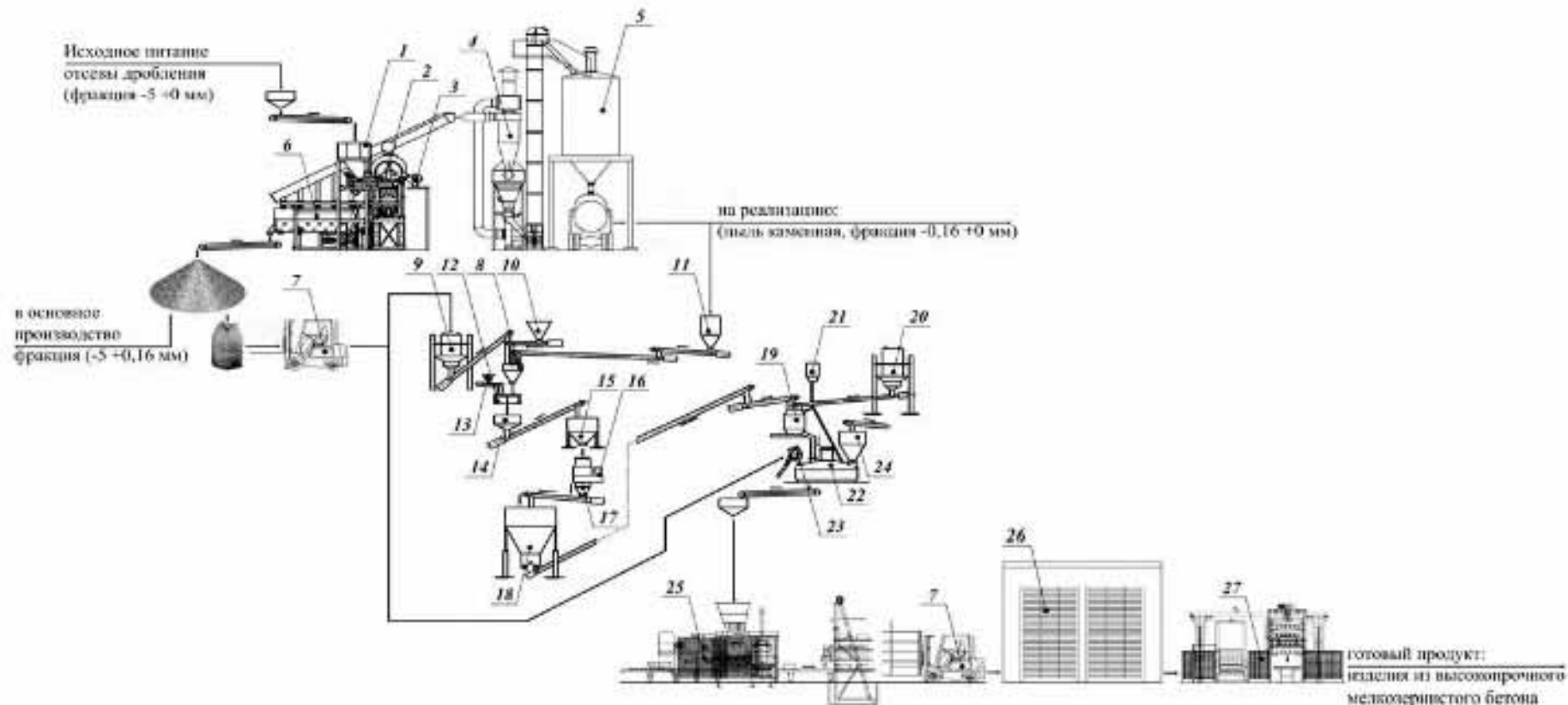


Схема цепи аппаратов комплекса оборудования для производства высокопрочных мелкозернистых бетонов с использованием механоактивированных вяжущих



1. Расходный бункер; 2. Топочно-сушильный агрегат; 3. Вытяжной вентилятор; 4. Блок циклонов; 5. Бункер-сборник; 6. Обесшумитель; 7. Погрузчик; 8. Дозатор; 9. Узел растаривания Биг-Бэгов; 10. Узел растаривания мешков с известью; 11. Силосный склад; 12. Смеситель; 13. Микродозатор; 14. Бункер-приёмник; 15. Бункер-накопитель весовой; 16. Активатор КИД-300; 17. Бункер-накопитель; 18. Бункер-накопитель весовой; 19. Скоростной турбулентный смеситель; 20. Узел растаривания Биг-Бэгов; 21. Дозатор воды; 22. Основной бетоносмеситель; 23. Скиповый подъёмник; 24. Дозатор; 25. Вибропресс; 26. Пропарочные камеры; 27. Автоматический упаковщик.

Оборудование комплексов для производства ячеистых и высокопрочных мелкозернистых бетонов

Топочно-сушильный агрегат блока
подачи и фракционирования отсевов



Оборудование комплексов для производства ячеистых бетонов на базе отсевов и высокопрочных мелкозернистых бетонов с использованием механоактивированных вяжущих



Дозаторы и
турбосмеситель «Скаут»



Дозатор компонентов для сухих смесей или
вяжущего

**Оборудование комплексов для производства
ячеистых бетонов на базе отсевов
и высокопрочных мелкозернистых бетонов
с использованием механоактивированных вяжущих**



Микродозатор и турбосмеситель «Скаут»



**Бункер-накопитель весовой
с дробилкой КИД-300 и
системой смазки**

**Оборудование комплексов для производства
ячеистых бетонов на базе отсевов
и высокопрочных мелкозернистых бетонов
с использованием механоактивированных вяжущих**



Бункер-накопитель весовой



**Скоростной турбулентный смеситель и основной
бетоносмеситель**

Характеристики оптимальных соотношений компонентов бетонных смесей

Расход материалов	Пено-бетон	Мелко-зернистый бетон
Портландцемент М500 Д0, кг	298	315
Крупный искусственный песок из отсевов дробления гранитного щебня фракции -5 +0,16 мм, кг	-	1100
Мелкий искусственный песок из отсевов дробления гранитного щебня фракции -0,63 +0,16 (M _{кр} = 1,38), кг	-	750
Пылевидная фракция отсевов дробления -0,16 мм, кг	72	-
Уплотняющая добавка из механоактивированных отсевов дробления гранитного щебня фракции -0,16 мм (S _{уд.} = 900 см ² /г), кг, приготовленная путем модификации формы и грансостава следующих материалов:	-	155,5
Пылевидная фракция отсевов дробления, кг	-	104
портландцемент М 500 Д0, кг	-	35
суперпластификатор СП, кг	-	3,5
крупный искусственный песок из отсевов дробления гранитного щебня фракции -5 +0,16 мм, кг	-	12
Микрокремнезем, кг	-	10
Зола уноса, кг	62	-
Микросферы алюмосиликатные, кг	12,4	-
Фибра полипропиленовая 12 мм, кг	4,6	-
Комплексная добавка «Мурасан» БВ-21, кг	-	1,75
Пенообразователь (концентрат), мл	760	-
Вода, кг	351	116

Основные показатели опытных технологических линий для производства ячеистых бетонов на базе отсевов и высокопрочных мелкозернистых бетонов с использованием механоактивированных вяжущих

Основные параметры	Ячеистые бетоны	Мелкозернистые бетоны
Производительность, м ³ /ч	5	2
Плотность производимых бетонов, кг/м ³	500	2200
Прочность производимых бетонов, кгс/см ³	25	600
Расход цемента, кг/м ³	300	350
Занимаемая площадь, м ²	1220	1400

■ **Основная инновационность технических решений заключается в широком использовании вибрационных устройств для решения наиболее сложных технологических задач:**

- использование сушки с «кипящим слоем», создаваемым за счет вибраций;
- использование вибрационного устройства с псевдосжиженным слоем для эффективного обеспыливания отсевов;
- использование вибрационных грохотов со специальными видами колебаний для классификации отсевов;
- использование вибрационных конусных дробилок для минимизации выхода отходных фракций при дроблении горных пород;
- использование вибрационных конусных дробилок для механоактивации строительных смесей.

Итоги выполнения работ по государственному контракту № 02.525.11.5007

В процессе реализации проекта «Разработка ресурсосберегающих технологий и комплексных технологических линий переработки многотоннажных отходов инертного нерудного сырья с получением экономичных строительных изделий массового применения» выполнены следующие работы:

Разработаны технические регламенты и технические задания на три комплекса оборудования.

- Разработаны эскизные проекты на три комплекса оборудования.
- Проведены испытания макетов составных частей разрабатываемых комплексов оборудования.
- Проведены патентные и маркетинговые исследования.
- Получены исходные данные для подачи заявки на изобретение.
- Изготовлены и испытаны макеты составных частей разрабатываемого комплекса оборудования.
- Разработаны комплекты рабочей конструкторской документации на опытные образцы комплексов.
- Изготовлены составные части опытных образцов комплексов.
- Проведены испытания составных частей создаваемых комплексов.
- Проведено тестирование опытных партий строительной продукции.
- Проведены работы по изготовлению опытных образцов комплексов оборудования и их монтаж на ОАО «Орское карьероуправление» и ЗАО «Семиозерское карьероуправление».
- Проведены предварительные и государственные приемочные испытания опытных образцов создаваемых комплексов.
- Проведено тестирование опытных партий строительной продукции.
- Получены сертификаты качества на опытные образцы строительной продукции.

Выводы

1. Разработана технология производства высококачественного кубовидного щебня с минимальным образованием отходов – отсеков крупностью менее 5 мм. Внедрение разработанной технологии даёт экономический эффект 55 млн.руб. на 1 млн.т. переработки, что в масштабах всей нерудной отрасли может дать эффект в 16 млрд.руб.
2. Разработана технология производства пенобетона на основе пылевидной фракции отсеков крупностью менее 0,16 мм. Разработана технология производства мелкозернистых бетонов на основе фракционированных отсеков с механоактивацией песчано-цементных смесей. Внедрение разработанной технологии даёт экономический эффект 100 млн.руб. на 1 млн.т. переработанных отсеков, что в масштабах всей отрасли может дать эффект в 9 млрд.руб. в год.
3. Разработана техническая документация на опытные комплексы оборудования для реализации предлагаемых технологий, основное технологическое оборудование подготовлено к серийному производству.
4. На основании полученных результатов осуществляется подготовка к строительству предприятия для комплексной переработки отсеков производства гранитного щебня на площадке ЗАО «Семиозерское карьероуправление» в Ленинградской области.

Достижение заданных значений программных индикаторов

Наименование программного индикатора	Ед. измерения	Задано				Достигнуто на отчетном этапе	Достигнуто			
		Всего	в том числе				Всего	в том числе		
			на 2008 г.	на 2009 г.	на 2010 г.			за 2008 г.	за 2009 г.	за 2010 г.
Число разработанных технологий, соответствующих мировому уровню либо превосходящих его	шт.	3	0	1	2	2	3	0	1	2
Доля завершенных проектов, перешедших в стадию коммерциализации	шт.	3	0	0	3	3	3	0	0	3
Число патентов (в том числе международных) на результаты интеллектуальной деятельности	шт.	2	0	2	0	0	2	0	2	0
Численность молодых специалистов, привлеченных к проведению исследований в рамках проекта	чел.	80	20	30	30	12	84	20	31	33
Число диссертаций на соискание ученых степеней, защищенных в рамках выполнения проекта	шт.	3	0	1	2	1	3	0	1	2
Число публикаций, содержащих результаты интеллектуальной деятельности, полученные в рамках выполнения проекта	шт.	21	5	8	8	10	23	5	8	10
Объем привлеченных внебюджетных средств	млн. руб.	70	20	25	25	55,7	161	20	31,7	109,3