

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт
институт
Строительные материалы и технологии строительства
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
И.Г. Енджиевская
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 2020 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01 «Строительство»
код, наименование направления

«Малое предприятие по производству сухих строительных смесей»
тема

Руководитель


подпись, дата

доцент, к.т.н., С.В.Дружинкин
должность, ученая степень, инициалы, фамилия

Выпускники

подпись, дата

Н.С. Шендель

А.Е. Меньшенин
инициалы, фамилия

Красноярск 2020

Продолжение титульного листа БР по теме «Малое предприятие по производству сухих строительных смесей»

Консультанты по разделам:

Состояние вопроса
наименование раздела


подпись, дата

С.В. Дружинкин
инициалы, фамилия

Технологическая часть
наименование раздела

подпись, дата

Е.С. Турышева
инициалы, фамилия

Нормоконтроллер


подпись, дата

С.В. Дружинкин
инициалы, фамилия

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт

институт

Строительные материалы и технологии строительства

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

И.Г. Енджиевская

подпись инициалы, фамилия

« ____ » _____ 2020 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы

Студенту Шендель Николаю Сергеевичу, Меньшенину Александру Евгеньевичу

Группа СБ 16-41Б Направление (профиль) 08.03.01.04
(номер) *фамилия, имя, отчество* *(код)*

«Строительство» - профиль «Производство и применение строительных материалов, изделий и конструкций»

наименование

Тема выпускной квалификационной работы Малое предприятие по производству сухих строительных смесей

Утверждена приказом по университету №7630/с от 10.06.2020 г.

Руководитель ВКР С.В. Дружинкин, доцент, к.т.н., СМиТС ИСИ СФУ

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР бакалавра Разработать технологию производства сухих строительных смесей.

Перечень разделов ВКР бакалавра Введение, состояние вопроса, технологическая часть, охрана окружающей среды, заключение. Перечень графического материала Технологическая часть – 10 листов.

Руководитель ВКР


подпись

С.В. Дружинкин
инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

подпись

Н.С. Шендель
инициалы и фамилия

подпись

А.Е. Меньшенин
инициалы и фамилия

«__» __ 2020 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Малое предприятие по производству сухих строительных смесей» содержит 85 страниц, 42 формулы, 4 рисунка, 17 таблиц, 21 использованный источник, 10 листов графического материала.

СУХАЯ СТРОИТЕЛЬНАЯ СМЕСЬ, СВОЙСТВА СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОСТАВ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕЙ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ.

Целью работы является разработка технологической линии для малого предприятия по выпуску сухих строительных смесей.

В бакалаврской работе приведены сведения по сырьевой базе Красноярского региона, выбраны составы сухих строительных смесей (напольная и штукатурная), а так же спроектирована технологическая линия по производству данных видов смесей высокого качества.

Отчет о проверке на заимствования №1



Автор: Меньшенин Александр Евгеньевич
Проверяющий: Захаров Павел Алексеевич (bik@sfu-kras.ru / ID: 256)
Организация: Сибирский федеральный университет
 Отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат» - <http://sfukras.antiplagiat.ru>

ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

№ документа: 92087
 Начало загрузки: 30.06.2020 22:26:32
 Длительность загрузки: 00:00:14
 Имя исходного файла: Неизвестно
 Название документа:
 Размер текста: 1 кБ
 Тип документа: Выпускная квалификационная работа
 Символов в тексте: 81209
 Слов в тексте: 9078
 Число предложений: 453

ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОТЧЕТЕ

Последний готовый отчет (ред.)
 Начало проверки: 30.06.2020 22:26:46
 Длительность проверки: 00:01:26
 Комментарии: не указано
 Модули поиска: Модуль поиска ИПС "Адилет", Модуль выделения библиографических записей, Сводная коллекция ЭБС, Модуль поиска "Интернет Плюс", Коллекция РГБ, Цитирование, Модуль поиска переводных заимствований, Модуль поиска переводных заимствований по elibrary (EnRu), Модуль поиска переводных заимствований по интернет (EnRu), Коллекция eLIBRARY.RU, Коллекция ГАРАНТ, Коллекция Медицина, Диссертации и авторефераты НББ, Модуль поиска перефразирований eLIBRARY.RU, Модуль поиска перефразирований Интернет, Коллекция Патенты, Модуль поиска "СФУ", Модуль поиска общепотребительных выражений, Кольцо вузов



ЗАИМСТВОВАНИЯ

26,67%

САМОЦИТИРОВАНИЯ

0%

ЦИТИРОВАНИЯ

12,13%

ОРИГИНАЛЬНОСТЬ

61,2%

Заимствования — доля всех найденных текстовых пересечений, за исключением тех, которые система отнесла к цитированиям, по отношению к общему объему документа.
 Самоцитирования — доля фрагментов текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника, автором или соавтором которого является автор проверяемого документа, по отношению к общему объему документа.
 Цитирования — доля текстовых пересечений, которые не являются авторскими, но система посчитала их использование корректным, по отношению к общему объему документа. Сюда относятся оформленные по ГОСТу цитаты; общепотребительные выражения; фрагменты текста, найденные в источниках из коллекций нормативно-правовой документации.
 Текстовое пересечение — фрагмент текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника.
 Источник — документ, проиндексированный в системе и содержащийся в модуле поиска, по которому проводится проверка.
 Оригинальность — доля фрагментов текста проверяемого документа, не обнаруженных ни в одном источнике, по которым шла проверка, по отношению к общему объему документа.
 Заимствования, самоцитирования, цитирования и оригинальность являются отдельными показателями и в сумме дают 100%, что соответствует всему тексту проверяемого документа.
 Обращаем Ваше внимание, что система находит текстовые пересечения проверяемого документа с проиндексированными в системе текстовыми источниками. При этом система является вспомогательным инструментом, определение корректности и правомерности заимствований или цитирований, а также авторства текстовых фрагментов проверяемого документа остается в компетенции проверяющего.

№	Доля в отчете	Доля в тексте	Источник	Ссылка	Актуален на	Модуль поиска	Блоков в отчете	Блоков в тексте
[01]	0,96%	6,2%	ГОСТ 33083-2014: Смеси сухие строител..	http://standartgost.ru	30 Янв 2017	Модуль поиска перефразирований Интернет	9	4
[02]	5,3%	5,71%	Межгосударственный стандарт ГОСТ 3...	http://ivo.garant.ru	18 Апр 2017	Коллекция ГАРАНТ	28	37
[03]	0,03%	4,69%	ГОСТ 33083-2014: Смеси сухие строител..	http://standartgost.ru	19 Мая 2016	Модуль поиска "Интернет Плюс"	2	17
[04]	0%	4,37%	2018_ИМ_МО_150402_МД_Пешков_Ол...	не указано	20 Июн 2018	Кольцо вузов	0	20
[05]	3,46%	3,63%	Межгосударственный стандарт ГОСТ 3...	http://ivo.garant.ru	14 Янв 2017	Коллекция ГАРАНТ	13	14
[06]	0,18%	3,52%	Пояснительная записка.doc	не указано	25 Фев 2013	Кольцо вузов	1	14
[07]	0,83%	3,51%	Производство сухих строительных сме.	http://stud24.ru	08 Сен 2018	Модуль поиска "Интернет Плюс"	4	14
[08]	0,45%	3,48%	ГОСТ 31189-2015: Смеси сухие строител..	http://standartgost.ru	05 Янв 2017	Модуль поиска перефразирований Интернет	2	1
[09]	0%	3,41%	Классификация сухих строительных см.	http://steps.ru	08 Янв 2017	Модуль поиска перефразирований Интернет	0	3
[10]	0,02%	3,28%	ГОСТ 31189-2015: Смеси сухие строител..	http://esteline.ru	06 Июл 2018	Модуль поиска "Интернет Плюс"	1	5
[11]	0%	3,18%	Влияние составов сухих строительных..	http://elibrary.ru	29 Апр 2017	Модуль поиска перефразирований eLIBRARY.RU	0	4
[12]	0%	3,03%	Кулаковский Василий Алексеевич Глав..	не указано	26 Июн 2017	Кольцо вузов	0	8
[13]	0%	3,03%	Глава 1	не указано	28 Июн 2017	Кольцо вузов	0	8
[14]	0%	3,03%	Глава 1	не указано	04 Июл 2017	Кольцо вузов	0	8
[15]	2,41%	3,02%	Цементные композиты на основе сухи..	http://dslib.net	08 Янв 2017	Модуль поиска перефразирований	6	8

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА.....	8
1.1 Общие представления и виды сухих строительных смесей	8
1.1.1 История создания сухих строительных смесей.....	8
1.1.2 Сухие строительные смеси	9
1.1.3 Виды сухих строительных смесей. Классификация	9
1.2 Требования к сырьевым материалам и производимым смесям	13
1.2.1 Требования к материалам для изготовления сухих напольных и штукатурных смесей	13
1.2.2 Напольные смеси на цементном вяжущем.....	17
1.2.2.1 Требования к сухим напольным смесям.....	19
1.2.2.2 Требования к растворным напольным смесям.....	19
1.2.2.3 Требования к напольным растворам.....	20
1.2.3 Штукатурные смеси на цементном вяжущем	21
1.2.3.1 Требования к сухим штукатурным смесям	22
1.2.3.2 Требования к свежеприготовленным штукатурным смесям.....	23
1.2.3.3 Требования к затвердевшим растворам из штукатурных смесей	23
1.3 Преимущества ССС перед обычными растворами.....	25
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	26
2.1 Технология изготовления сухих строительных смесей	26
2.1.1 Способы производства сухих строительных смесей	26
2.1.2 Технология производства сухих строительных смесей.....	27
2.2 Номенклатура выпускаемой продукции	31
2.2.1 Смесь сухая напольная самовыравнивающаяся быстротвердеющая .	31
2.2.2 Цементно–известковая выравнивающая штукатурная смесь	31
2.3 Выбор и расчет составов	32

2.4 Химические добавки	33
2.5 Технологические расчеты	36
2.5.1 Расчет производительности технологической линии.....	36
2.5.2 Подбор оборудования технологической линии	39
2.5.3 Расчет вибрационного смесителя циклического действия.....	43
2.5.4 Расчет винтового питателя.....	47
2.5.5 Расчет потребности в сырье и материалах	53
2.5.6 Расчет складов для материалов и готовой продукции.....	61
2.5.7 Штаб основных производственных рабочих	65
3 ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	66
3.1 Экология	66
3.2 Безопасность жизнедеятельности	71
Заключение	81
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	83

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня сухие строительные смеси одни из наиболее популярных отделочных материалов, которые подтвердили свою эффективность использованием в строительстве. Сухие строительные смеси имеют ряд весомых преимуществ перед традиционными растворами, приготовленными в заводских условиях вручную или на строительных площадках.

Сухие строительные смеси (ССС) – это приготовленные в заводских условиях, оптимизированные по составу смеси вяжущих веществ, заполнителей, наполнителей и функциональных добавок. Быстрый рост и развитие строительной индустрии в России вызывает растущий спрос на строительные материалы, в том числе и на сухие строительные смеси, без которых не обходится ни одно современное строительство [1].

Строительная промышленность в последние годы претерпела изменения, обусловленные необходимостью сокращать стоимость работ и сроки, внедрять новые материалы и технологии для повышения и упрощения производительности труда.

В настоящее время производство сухих строительных смесей в нашей стране является одним из наиболее интенсивно развивающихся направлений строительной индустрии. Наметившееся в конце девяностых годов увеличение объемов выпуска продукции на существующих предприятиях, а также создание новых заводов, не только не утратило своей позитивной динамики, но и продолжает с каждым годом увеличиваться. Сегодня производство сухих смесей является не только одним из крупнейших сегментов строительного рынка, но и своеобразной испытательной базой, где перспективные разработки, как в области строительной химии, так и специального технологического оборудования подвергаются самой серьезной проверке и апробации [2].

Основными целями технологий с применением сухих строительных смесей являются:

- 1) легкая переработка продуктов при высокой производительности труда;

- 2) высокий уровень качества и его стабильность;
- 3) сухие смеси обеспечивают широкую номенклатуру научно-обоснованных составов (для каждого вида строительных работ);
- 4) заводское изготовление смесей при весовом дозировании компонентов обеспечивает стабильность их составов;
- 5) оптимизация затрат на транспортировку и использование материалов.

Реализация этих целей напрямую связана с усовершенствованием технологического состояния оборудования.

В целом, наличие в России мощной индустрии по производству вяжущих материалов в сочетании с богатыми природными запасами минерального сырья, являются мощной базой для развития отечественного производства сухих смесей.

Широкое внедрение в практику строительства модифицированных сухих смесей в России началось с начала 90-х годов. За этот небольшой промежуток времени удалось сформировать рынок по их реализации.

Российский рынок сухих строительных смесей активно развивается. Реализация продукции за 2013- 2017 гг. выросла на 58%: с 5,79 млн. т до 9,15 млн т. Показатель рос ежегодно, за исключением 2016 г – тогда спад составил 8,2% относительно 2015 г. В период 2015-2017 гг. в России наблюдалось уменьшение общей площади введенных зданий. По данным Росстата она в 2017 г сократилась на 4,5% относительно 2015 г: со 139,4 до 133,1 млн. м².

Компания «Строительная информация» подвела итоги за 2019 г. на рынке сухих строительных смесей России. По итогам года емкость рынка смесей наконец-то перевалила за давно ожидаемые десять миллионов тонн (10,2 млн. тонн).

По оценкам BusinesStat, в 2018-2022 гг. реализация сухих строительных смесей продолжит активно расти – в среднем на 8,7%. В целом темпы прироста показателя немного замедлятся по сравнению с периодом 2013-2017 гг. По заявлениям экспертов рынка, производственные мощности в два раза выше теку-

щих потребностей в данном строительном материале. В 2022 г. объем реализации сухих строительных смесей составит 13,85 млн. т.

Приведенные данные демонстрируют поступательное развитие производства строительных сухих смесей.

Современные технологии сухих смесей в строительстве нашли широкое признание в России, что привело к расширению производства, увеличению притока инвестиций и активизации научно-исследовательских работ в области сухих смесей и растворов на их основе.

Целью работы является разработка технологической линии для малого предприятия по выпуску сухих строительных смесей.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

- изучить нормативно-техническую документацию по выпуску сухих строительных смесей;
- изучить сырьевую базу региона;
- осуществить выбор составов напольной и штукатурной сухих строительных смесей;
- спроектировать технологическую линию по производству сухих строительных смесей с выбором технологического оборудования.

1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

1.1 Общие представления и виды сухих строительных смесей

1.1.1 История создания сухих строительных смесей

История применения в строительстве сухих смесей берет своё начало много тысячелетий назад. Смесь добавок и базового связующего (известь или гипс) была известна на протяжении веков. Уже более 6000 лет назад в Египте для выравнивания стен и потолков применялись штукатурные составы на основе гашеной извести, а в Древнем Вавилоне - растворы на основе гипса. Для выравнивания использовали также глину, алебастр и другие разводимые (затворяемые) водой композиции. Эти составы непрерывно совершенствовались: в Средние века в Европе и России для улучшения их свойств в них добавляли природные модификаторы - творог (казеин) и яичный белок (лецитин), растительное масло, кровь животных или отвары древесной коры.

Первый патент на изготовление и применение сухих смесей был опубликован в 1893 году. Несмотря на это, в Европе до 1950-х годов строительные растворные смеси приготавливались исключительно на строительных площадках. В течение 1950-х и 1960-х годов в США и Западной Европе, особенно в Германии, в строительной индустрии наблюдался быстро растущий спрос на современные строительные материалы и технологии. Это происходило по ряду причин: нехватка квалифицированной рабочей силы; необходимость сокращения времени строительства наряду с сокращением расходов; увеличение затрат на рабочую силу; диверсификация строительных материалов, подходящих для особых случаев применения; появление новых строительных материалов; повышение спроса на здания и сооружения более высокого качества.

Широкое внедрение в практику строительства модифицированных сухих смесей в России началось с 90-х годов, и за небольшой период времени они завоевали высокий авторитет у российских строителей [3].

В России быстрое развитие производства сухих смесей обычно связывают с экономической ситуацией, возникшей после дефолта 1998 года, до этого сухие смеси преимущественно импортировались из Европы: в 1998 году доля импортных материалов на рынке сухих строительных смесей достигала 80%, а ёмкость рынка составляла 200-250 тысяч тонн в год. В дальнейшем темпы прироста рынка сухих строительных смесей за счёт внутреннего производства достигали 50% в год, а доля импорта снижалась.

Развитие производства сухих смесей в мировой практике связано, прежде всего, с необходимостью увеличения производительности труда строителей при выполнении отделочных и специальных строительных работ и с повышением их качества, что определяется углублением специализации применяемых материалов. Для каждого вида строительных работ разработаны специальные виды растворных смесей, приготовление которых по традиционной «мокрой» технологии нерационально [1].

1.1.2 Сухие строительные смеси

Сухие строительные смеси – это мелкозернистые тщательно перемешанные композиции сухих компонентов рационального состава, в которые входят минеральные вяжущие, фракционированные заполнители строго определенного качества, тонкоизмельченные минеральные наполнители, химические и полимерные добавки. Для получения рабочей растворной смеси сухую смесь затворяют соответствующим количеством воды и тщательно перемешивают [4].

1.1.3 Виды сухих строительных смесей. Классификация

На сегодняшний день существует большое разнообразие сухих строительных смесей, которые классифицируются согласно ГОСТ 31189–2015 по:

- а) условиям применения;

- б) наибольшей крупности зерен заполнителя;
- в) виду вяжущего;
- г) функциональному назначению;
- д) способу нанесения.

По условиям применения сухие смеси подразделяют на предназначенные:

- а) для наружных работ;
- б) для внутренних работ.

Классификация сухих строительных смесей по наибольшей крупности зерен заполнителя $D_{з.макс.}$, представлена в таблице 1.

Таблица 1– Классификация сухих смесей по наибольшей крупности зерен

Вид сухой смеси	Максимальный диаметр заполнителя
Растворные:	
-крупнозернистые	$0 \text{ мм} < D_{з.макс.} < 5 \text{ мм}$
-мелкозернистые	$0 \text{ мм} < D_{з.макс.} < 1,25 \text{ мм}$
-тонкодисперсные	$0 \text{ мм} < D_{з.макс.} < 0,2 \text{ мм}$
Бетонные	$D_{з.макс.} \text{ более } 5 \text{ мм}$

По виду применяемого вяжущего сухие смеси подразделяют на:

- а) цементные;
- б) гипсовые;
- в) известковые;
- г) магнезиальные;
- д) полимерные;
- е) смешанные.

По функциональному назначению сухие смеси подразделяют:

- а) на кладочные:
 - толстослойные (толщина слоя более 5 мм);
 - тонкослойные (толщина слоя до 5 мм).
- б) на штукатурные:
 - тяжелые (средней плотностью более 1300 кг/м^3);
 - легкие (средней плотностью менее 1300 кг/м^3);
 - особо тяжелые (средней плотностью более 2300 кг/м^3).

в) на шпаклевочные:

- выравнивающие;
- финишные.

г) на клеевые, предназначенные для укладки:

- облицовочных материалов (облицовочная плитка);
- листовых материалов (гипсокартонные листы и т.п.).

д) на затирочные (шовные):

- для узких швов (до 6 мм включительно);
- для широких швов (более 6 мм).

е) на напольные:

- по назначению для устройства:
 - 1) стяжек;
 - 2) выравнивающих слоев (прослоек);
 - 3) финишных покрытий.
- по способу укладки:
 - 1) выравниваемые;
 - 2) самовыравнивающиеся.

ж) на ремонтные:

- поверхностно-восстановительные;
- объемно-восстановительные конструкционные;
- инъекционные.

и) на изоляционные:

- гидроизоляционные:
 - 1) поверхностные;
 - 2) инъекционные;
 - 3) проникающие.
- тепло-звукоизоляционные:
 - 1) теплоизоляционные (средней плотностью менее 500 кг/м³);
 - 2) теплоизоляционно-конструкционные (средней плотностью более 500 кг/м³);

3) звукоизоляционные.

к) на специальные:

– защитные:

- 1) огнезащитные;
- 2) огнеупорные и жаростойкие;
- 3) ингибирующие;
- 4) коррозионно-защитные;
- 5) радиационно-защитные;
- 6) биоцидные.

– реставрационные, обеспечивающие:

- 1) соответствие механическим свойствам реставрируемого объекта;
- 2) аутентичность состава смеси;
- 3) соответствие внешнему виду реставрируемого объекта.

– saniрующие для устройства:

- 1) базового сцепляющего слоя;
- 2) выравнивающего влаго- и солеаккумулирующего слоя;
- 3) отделочного паропроницаемого слоя.

л) для фасадных теплоизоляционных композиционных систем с наружными штукатурными слоями для устройства:

- клеевого слоя;
- армированного базового штукатурного слоя;
- выравнивающего слоя;
- декоративно-защитного финишного слоя.

По способу нанесения сухие смеси подразделяют на смеси:

- а) механизированного нанесения;
- б) ручного нанесения [5].

В настоящее время в Красноярском крае действует лишь одно предприятие – «Альфа», выпускающее сухие строительные смеси. Выпускаемые объёмы строительной продукции не покрывают потребность в крае, следовательно, приходится закупать товар вне региона, что повышает его себестоимость.

Учитывая доступность в сырьевых материалах, предлагаем организовать производство сухих строительных смесей (напольные, штукатурные смеси). Производить свой продукт на местном цементе, наполнителях будет гораздо дешевле, чем импорт.

В Красноярском крае большое количество отходов промышленности, которые нужно утилизировать (зола-унос, нефелиновый шлам, доменные шлаки и др.), их использование положительно скажется на экологии и уменьшит расходы на сырье.

1.2 Требования к сырьевым материалам и производимым смесям

1.2.1 Требования к материалам для изготовления сухих напольных и штукатурных смесей

С целью обеспечения конкурентоспособности отечественных сухих смесей необходим тщательный подход, прежде всего, к выбору исходных материалов.

Основные материалы, используемые для их производства, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные материалы для приготовления сухих строительных смесей

Вяжущее	Наполнители	Химические добавки
Портландцемент, белый цемент, гипс, ангидрит, известь, глиноземистый цемент, диспергируемые полимерные порошки, отходы химической промышленности	Кварцевый песок, известняк, мел, доломит, перлит, каолин, микрокремнезем, зола-унос, волокна (фибра), пигменты, легкие заполнители (керамзит, вспученный вермикулит и перлит, пемза и др.)	Пластификаторы, стабилизирующие и водоудерживающие, диспергируемые полимерные порошки, замедлители, ускорители, загустители, порообразующие и антивспенивающие добавки

Высокое качество сухих смесей находится в непосредственной зависимости от входного контроля минеральных вяжущих. Основные контролируемые

показатели качества портландцемента, определяющие его пригодность для традиционных технологий, представлены в нормативно–технической литературе. Такие показатели, как дисперсность, сроки начала и конца схватывания, прочность портландцемента должны обязательно контролироваться и при его использовании в качестве вяжущего в сухих смесях. Однако эти смеси гораздо более чувствительны к изменению типа цемента, чем традиционные растворы и бетоны. В связи с этим количество и природа минеральной добавки является весьма важной характеристикой клинкера.

При проектировании составов сухих строительных смесей основными условиями обеспечения необходимого уровня свойств, как растворных смесей, так и затвердевших растворов, являются: выбор вяжущего, выбор вида и granulometрии заполнителей и наполнителей, и обоснование применения функциональных добавок. Эти три условия являются равноценными для гарантии получения заданного уровня свойств [9].

Вяжущее

Большинство рецептур сухих строительных смесей базируются на применении портландцементов (белые и серые), быстротвердеющих высокоалюминатных цементов, α и β –полугидратном гипсе, а также их комбинации.

Чаще всего применяют высокопрочные, быстротвердеющие и бездобавочные цементы, но при качественно подобранном сырьевом составе и грамотном использовании химических добавок можно использовать рядовые цементы. Эти характеристики цементов в большинстве случаев обеспечивают необходимую кинетику формирования свойств в условиях «тонкослойной технологии» при минимальном расходе функциональных добавок. Все свойства цемента должны удовлетворять требованиям ГОСТ 10178–85 [10].

Также применяют глинозёмистые цементы, которые должны соответствовать требованиям ГОСТ 969–91. Данные цементы обеспечивают быстрое нарастание прочности [11].

Для достижения особых свойств ССС применяют специальные цементы: декоративные, напрягающие и др.

Гидратная известь (пушонка) – представляет собой высокодисперсный сухой порошок, получаемый гашением комовой или молотой негашеной извести должна соответствовать требованиям. Она применяется в сухих смесях широкого профиля в качестве добавки к основному вяжущему для придания высокой адгезии, удобоукладываемости. Щелочные свойства извести оказывают бактерицидное действие, что защищает от появления грибка и плесени на стенах.

Значительной популярностью пользуются смеси на основе гипсового вяжущего, благодаря белизне и быстрому набору прочности они весьма удобны и целесообразны для комплексной отделки. Свойства гипсовых сухих смесей определяются качеством гипсового вяжущего, поскольку его содержание в составе смеси 70–90%. Гипс для сухих строительных смесей должен контролироваться по следующим показателям: марка, сроки схватывания, тонкость помола, влажность и др., которые должны удовлетворять ГОСТ 125–79. Свойства гипсовых сухих смесей дополнительно регулируются с помощью функциональных добавок, при этом учитываются сроки схватывания (замедление), пластические свойства, повышение трещиностойкости, прочности сцепления с основанием, водоудерживающие свойства и др [3].

Заполнители и наполнители

Обязательными компонентами практически всех сухих строительных смесей являются заполнители и наполнители – минеральные природные или искусственно приготовленные материалы определённого зернового состава. Они составляют до 70–80% всего объёма строительных растворных смесей и позволяют сократить расход вяжущих без заметного падения прочности растворов, а также уменьшить усадочные деформации цементного камня [9].

Важнейшими характеристиками заполнителей, используемых в составе строительных сухих смесей, в соответствии с ГОСТ 8736–14 являются:

- минералогический состав;
- зерновой состав;
- плотность зёрен;
- насыпная плотность;
- влажность;
- наличие пылевидных и глинистых частиц [12].

Оптимальный гранулометрический состав заполнителя достигается, если его характеристика совпадает с «идеальной» кривой просеивания, соответствующей такому зерновому составу заполнителя, у которого упаковка зёрен наиболее плотная.

В качестве наполнителей применяют активные минеральные добавки природного происхождения, а также золу-унос, молотый известняк, мел, шлаки, кирпичную крошку и многие другие [3].

Химические добавки

При тщательном подборе состава и соотношения вяжущего, заполнителей и наполнителей не удаётся получить весь комплекс заданных характеристик сухой смеси, и применение функциональных добавок разного назначения становится неизбежным.

Применение модифицирующих добавок в составах сухих строительных растворных смесей позволило изменять в широких пределах технологические свойства растворных смесей и строительно-технические свойства растворов и открыло возможность широкого применения тонкослойных технологий и технологий машинного нанесения.

На сегодняшний день номенклатура добавок велика, к ним относятся: водорастворимые полимеры, поверхностно-активные вещества (ПАВ), добавки-электролиты и др [13].

Основные требования к добавкам для сухих строительных смесей представлены в ГОСТ Р 56178–2014:

- добавка должна быть сухой и негигроскопичной;
- добавка должна хорошо распределяться в смеси при сухом смешении компонентов и быть к ним химически устойчивой;
- добавка должна быть быстрорастворимой или быстродиспергируемой: при затворении сухой смеси водой время растворения (диспергирования) добавки не должно превышать для разных составов 2-10 мин (20°C);
- добавка должна отвечать требованиям нетоксичности, пожаро-, взрыво- и химической опасности [14].

1.2.2 Напольные смеси на цементном вяжущем

Пол – один из важнейших элементов здания, который воспринимает эксплуатационные воздействия. Устройство полов является одним из наиболее трудоемких и затратных строительных процессов. Полы гражданских зданий должны быть упругими, износостойкими, прочными, легко очищаться, иметь эстетический вид, к полам промышленных зданий предъявляют требования к сопротивлениям механических воздействий (истиранию, удару и др.) Приготовить смесь с данными свойствами на строительной площадке затруднительно, так как необходимо использовать химические добавки с точностью до грамма. Данную проблему решает производство уже готовой напольной смеси.

Напольные смеси – изготавливаются на основе минеральных или смешанных вяжущих, содержат продукты переработки органических соединений (полимеры и сополимеры различного химического состава) в размере не более 5 % (в сухом состоянии) от массы смеси, предназначены для устройства полов и применяются при строительстве, реконструкции и ремонте зданий и сооружений [5].

Сухие напольные смеси подразделяют на типы по следующим классификационным признакам:

- по назначению;
- по способу укладки;
- по плотности раствора;
- по скорости твердения;
- по условиям применения.

По назначению напольные смеси подразделяют на следующие классы:

- для устройства базовых толстослойных стяжек;
- для устройства выравнивающих слоев (прослоек) под покрытие;
- для устройства финишных (износостойких) покрытий.

По способу укладки напольные смеси подразделяют на выравниваемые (ровнители), самовыравнивающиеся (наливные).

По плотности раствора напольные смеси подразделяют на легкие напольные смеси и напольные смеси нормальной плотности.

По скорости твердения напольные смеси подразделяют на нормально- и быстротвердеющие.

По условиям применения:

- для наружных работ;
- для внутренних работ.

Напольные смеси должны соответствовать требованиям настоящего стандарта ГОСТ 31358–2019 и приготавливаться по технологической документации, утвержденной предприятием изготовителем [6].

Свойства сухих напольных смесей характеризуются показателями качества сухих смесей, растворных смесей и растворов. Требуемые показатели качества назначаются в зависимости от назначения смеси и области ее применения.

1.2.2.1 Требования к сухим напольным смесям

Сухие напольные смеси должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Требования к сухим напольным смесям

Наименование показателя	Требуемое значение
Влажность сухой смеси, %	Не более 0,5
Полный остаток на контрольном сите, %	Не допускается
Насыпная плотность, кг/м ³	Фактическое значение должно соответствовать заявленному производителем

В качестве контрольного сита производителем выбирается одно из стандартного набора сит согласно ГОСТ 8735–88 (пункт 1.6). Размер ячейки контрольного сита должен быть указан в нормативной и технической документации производителя на продукт и не должен превышать 2/3 от минимальной толщины наносимого слоя растворной смеси, заявленной производителем.

1.2.2.2 Требования к растворным напольным смесям

В зависимости от подвижности напольные смеси подразделяют на марки Рк1, Рк2, Рк3, Рк4, Рк5, Рк6, Рк7, которые представлены в таблице 4.

Таблица 4 – марки напольных смесей по подвижности

Марка по подвижности Рк	Расплыв кольца, см
Рк1	От 10 до 12 включ
Рк2	От 12 до 15 включ.
Рк3	От 15 до 18 включ
Рк4	От 18 до 22 включ.
Рк5	От 22 до 26 включ
Рк6	От 26 до 30 включ.
Рк7	Св. 30

Время начала схватывания растворных напольных смесей должно соответствовать заявленному производителем значению.

Выход растворной смеси из 1 кг сухой смеси должен соответствовать заявленному производителем значению.

1.2.2.3 Требования к напольным растворам

Затвердевшие напольные растворы должны соответствовать основным требованиям, приведенным в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 – Основные требования к напольным растворам

Наименование показателя	Требуемое значение			
	для слабых нагрузок	для умеренных нагрузок	для значительных нагрузок	для весьма значительных нагрузок
Время пешеходного движения, ч	Должно соответствовать заявленному производителем значению			
Предел прочности на растяжение при изгибе, МПа	Не регламентируется	Не менее 2,5	Не менее 3,5	Не менее 7
Предел прочности при сжатии, МПа	Не менее 10	Не менее 15	Не менее 20	Не менее 30
Деформация усадки/ расширения, мм/м	Усадка не более 1,5, расширение не более 0,5			
Плотность раствора, кг/м ³	Должно соответствовать заявленному производителем значению			

В зависимости от прочности на сжатие устанавливают классы: В3,5; В5; В10; В12,5; В15; В20; В25; В35; В40; В50; В60; В70; В80.

В зависимости от прочности на растяжение при изгибе устанавливают классы: Vtb0,8; Vtb1,6; Vtb2,4; Vtb3,2; Vtb4; Vtb4,4; Vtb5,2; Vtb8; Vtb10; Vtb15; Vtb25; Vtb30.

Таблица 6 – Основные требования к напольным растворам

Наименование показателя	Требуемое значение		
	Базовые толсто-слойные стяжки	Выравнивающие слои (прослойки)	Финишные покрытия
Прочность сцепления с бетонным основанием, МПа	Не менее 0,3	Не менее 0,6	Не менее 0,75
Стойкость к ударным воздействиям затвердевшего раствора (бетона), Дж	Не регламентируется	Не регламентируется	Должно соответствовать заявленному производителем значению
Не определяют для напольных смесей, предназначенных для устройства полов на разделительном слое			

Легкие напольные сухие смеси должны характеризоваться пределом прочности на сжатие не менее 5 МПа, предел прочности на растяжение при изгибе не регламентируется. Напольные смеси, предназначенные для наружных работ, должны характеризоваться маркой по морозостойкости не ниже F50. Истираемость напольных растворов, предназначенных для устройства финишных покрытий, должна составлять:

- для умеренных нагрузок не более 0,8 г/см²;
- для значительных нагрузок не более 0,6 г/см²;
- для весьма значительных нагрузок не более 0,4 г/см².

В зависимости от истираемости устанавливают классы А22, А15, А12, А9, А6, А3, А1,5.

1.2.3 Штукатурные смеси на цементном вяжущем

Сухие строительные штукатурные смеси – это смесь, изготавливаемая на цементном вяжущем или смешанных минеральных вяжущих на основе портландцементного клинкера, содержащая полимерные добавки в количестве, не превышающем 5,0% массы смеси, предназначенная для устройства отделочного слоя из строительного раствора, наносимого на поверхность зданий и сооружений для ее выравнивания, подготовки к дальнейшей отделке, а также для защиты от атмосферных воздействий или придания декоративных свойств [7].

Штукатурные смеси классифицируются:

а) по плотности:

- штукатурная тяжелая смесь - средняя плотность более 1300 кг/м³;
- штукатурная легкая смесь - средняя плотность менее 1300 кг/м³;
- штукатурная теплоизоляционная смесь - средняя плотность менее 500 кг/м³.

б) по назначению:

– обычные штукатурки - предназначены для выравнивания стен и защиты внешних стен зданий от воздействия окружающей среды;

– специальные штукатурки - применяются в качестве изоляционного и экранизирующего слоёв (звукопоглощающие, теплосберегающие, рентгенозащитные и пр.);

– декоративные штукатурки - используются при финишной отделке стен, потолков, конструкций для повышения их эстетической выразительности.

Штукатурные смеси должны соответствовать стандартам, которые закреплены в ГОСТ 31357–2007, нормативных или технических документов на смеси конкретных видов и изготавливаться по технологической документации, утвержденной предприятием-изготовителем [8].

Свойства штукатурных смесей должны характеризоваться показателями качества смесей в сухом состоянии; свежеприготовленных смесей, готовых к применению; затвердевшего раствора.

1.2.3.1 Требования к сухим штукатурным смесям

Сухие штукатурные смеси должны соответствовать требованиям ГОСТ 31357–2007.

Влажность сухих штукатурных смесей не должна превышать 0,3% по массе.

Наибольшая крупность зерен заполнителя должна быть не более 2,5 мм для смесей, наносимых механизированным способом, и не более 5,0 мм - для смесей, наносимых ручным способом.

Остаток на сите, соответствующем размеру зерен наибольшей крупности заполнителя, должен быть не более 1,0% [8].

1.2.3.2 Требования к свежеприготовленным штукатурным смесям

Подвижность свежеприготовленной растворной смеси, предназначенной для оштукатуривания поверхностей, должна соответствовать марке П_к 3 (глубина погружения конуса 8-12 см).

Сохраняемость первоначальной подвижности смесей, готовых к применению, определяют временем сохранения первоначальной подвижности в минутах. Сохраняемость первоначальной подвижности смесей должна быть не менее периода времени, в течение которого смесь вырабатывается.

Водоудерживающая способность смесей, готовых к применению, должна быть не менее 95%.

Расслаиваемость растворной смеси не должна превышать 10%.

Свежеприготовленные штукатурные смеси должны быть стойкими к образованию трещин в процессе твердения. Образование трещин на поверхности твердеющего состава не допускается.

1.2.3.3 Требования к затвердевшим растворам из штукатурных смесей

Нормируемые показатели качества затвердевших штукатурных растворов должны быть обеспечены в проектном возрасте в условиях естественного твердения при температуре 20°C–23°C и относительной влажности воздуха 50%–60%. (За проектный возраст принимают 28 суток).

В зависимости от прочности на сжатие устанавливают классы затвердевших штукатурных растворов в проектном возрасте, приведенные в таблице 7.

Таблица 7 – Классы прочности при сжатии

Класс прочности при сжатии	КП I	КП II	КП III	КП IV
Предел прочности при сжатии R _{сж} , МПа	0,4-2,5	2,5-5,0	5,0-7,5	Более 7,5

Штукатурные растворы в зависимости от их вида и вариантов применения должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 8.

Таблица 8 – Требования для штукатурных растворов

Наименование показателя	Вид штукатурного раствора				
	Тяжелый штукатурный раствор	Легкий штукатурный раствор	Однослойный штукатурный раствор для наружных работ	Декоративный штукатурный раствор	Теплоизоляционный штукатурный раствор
Средняя плотность в сухом состоянии, кг/м ³	Более 1300	Менее 1300	Устанавливает производитель		Менее 500
Класс прочности при сжатии	От КП I до КП IV	От КП I до КП III	От КП I до КП IV	От КП I до КП IV	От КП I до КП II
Прочность сцепления с основанием, МПа	Не менее 0,3				Не менее 0,2
Марка морозостойкости контактной зоны	Не ниже F25 для смесей для наружных работ				Устанавливает производитель
Марка по морозостойкости	Не ниже F25 для смесей для наружных работ		Не ниже F25	Не ниже F50	То же
Капиллярное водопоглощение, кг/(м ² *мин ^{0,5})	0-0,4	0-0,4	0,2-0,4	0-0,4	Менее 0,4
Коэффициент паропроницаемости, мг/(м*ч*Па)	Устанавливает производитель	Не менее 0,1	Устанавливает производитель	Устанавливает производитель	Менее 0,07
Теплопроводность, Вт/(м*К)	Не нормируется	Менее 0,2	В зависимости от плотности		Менее 0,1
Стойкость к образованию трещин	Не допускается (толщина образца 20 мм)		Не допускается (толщина образца 10 мм)		Не допускается (толщина образца 20 мм)

Стойкость к ударным воздействиям затвердевшего штукатурного раствора должна соответствовать значениям, установленным нормами строитель-

ного проектирования в зависимости от интенсивности механических воздействий.

Деформация усадки затвердевшего штукатурного раствора не должна превышать 1,0 мм/м, расширения – 0,5 мм/м.

1.3 Преимущества ССС перед обычными растворами

Сухие строительные смеси имеют ряд весомых преимуществ перед традиционными растворами, приготовленными в заводских условиях вручную или на строительных площадках:

- повышение производительности труда в 1,5–5 раз в зависимости от вида работ, транспортировки, механизации и т.д.;
- сухие смеси обеспечивают широкую номенклатуру научно-обоснованных составов (для каждого вида строительных работ);
- повышение качества строительных работ, благодаря стабильности составов;
- возможность хранения и транспортирования при отрицательной температуре;
- длительность срока хранения без изменения свойств.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Технология изготовления сухих строительных смесей

2.1.1 Способы производства сухих строительных смесей

Существует два основных способа производства сухих строительных смесей – каскадный (горизонтальный) и вертикальный.

Горизонтальный способ производства заключается в том, что материалы подаются в оборудование благодаря транспортирующим механизмам (ленточные питатели, шнеки, элеваторы и т.д).

Преимущества данного способа:

– экономия на дорогостоящих конструкциях, следовательно быстрая окупаемость.

Недостатки:

- большая производственная площадь;
- необходимость использования дополнительного транспорта.

Вертикальный (башенный) способ производства – размещение силосов с сырьевыми компонентами в верхней части башни над технологической линией. Сырьевые материалы поднимаются вверх в силосы, далее под силой тяжести проходят все стадии технологической линии. Гравитационный способ подачи сырьевых материалов является одним из главных преимуществ вертикальной схемы производства. Благодаря этому нет необходимости в использовании транспортирующих устройств между смесителем, фасовочной машины и дозаторами. Также снижается производственная площадь.

Недостатком вертикального способа является строительство силовой конструкции для силосов, а это дополнительные затраты на строительные монтажные работы и инфраструктуру.

Для снижения производственных площадей технологического участка и экономии электроэнергии, из-за отсутствия дополнительных транспортных

устройств, был выбран вертикальный способ производства сухих строительных смесей.

2.1.2 Технология производства сухих строительных смесей

Завод по производству сухих строительных смесей имеет вертикальную схему компоновки оборудования, которая заключается в расположении оборудования технологической цепочки одно под другим. Такая схема уменьшает количество вспомогательного оборудования линии.

Автотранспортом на завод доставляется цемент от производителя ООО «Красноярский Цемент». В силос вяжущее загружается по пневмоприводу. Из силосов цемент с помощью винтовых питателей подается в пневмопривод, а с пневмопривода в приемный бункер цемента. В бункер смесителя дозируется весовым дозатором.

Химические добавки поступают упакованными в клапанные мешки, уложенные на поддоны, вскрываются вручную, дозируются и подаются в приемный бункер смесителя.

Известковая мука и гашеная известь поступают на склад в биг бегах. Фронтальным погрузчиком подаются в растариватель. С растаривателя по винтовому питателю в пневмопривод, по которому бункер для последующей дозации.

Песок с Терентьевского месторождения (влажностью более 5%) доставляется на завод автотранспортом и выгружается на склад песка. Ковшовый погрузчик подает песок со склада временного хранения на ленточный питатель, по которому песок поступает в сушильный барабан диаметром 0,95 м и длиной 5,3 м. Температура песка на выходе из сушильного барабана составляет не более 40°C и влажность не более 0,1%. После сушки песок по ленточному конвейеру подается на вибросито.

После разделения на фракции, песок фракции меньше 0,1 и больше 0,63 по конвейеру в отвал. Кварцевый песок требуемой фракции после просева по

ковшовому элеватору подаётся на верхний этаж в приемный бункер для последующей дозации в бункер смесителя.

Вязущие и инертные материалы дозируются весовым дозатором. Порции каждого материала выгружаются в расходный бункер смесителя, загружающий вибрационный смеситель.

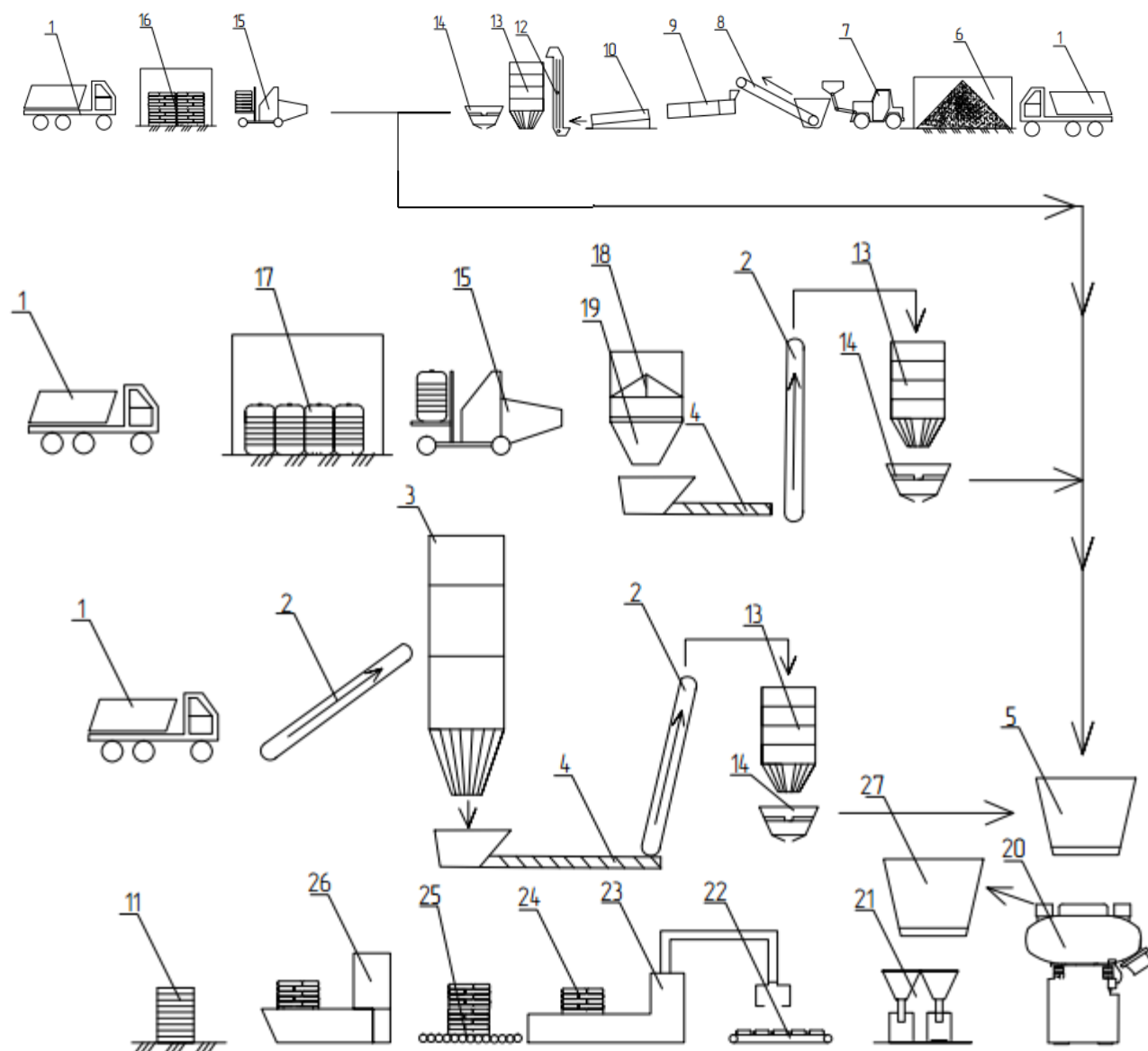
Смешивание компонентов производится на вибрационном смесителе СМВ-1,0. Время смешивания находится в пределах 5-8 мин в зависимости от рецептуры смеси.

По окончании перемешивания смеситель останавливается, открываются его клапаны и вновь включается вибропривод смесителя. Время выгрузки составляет обычно 1,5- 2 мин. Готовая смесь загружается в бункер, под которым установлена фасовочная машина.

Фасовочная машина для клапанных мешков предусматривает турбинную подачу продукта в мешок и двухскоростное наполнение «грубым» и «тонким» потоком. Фасовка производится в автоматическом режиме в клапанные мешки вместимостью от 10 до 50 кг. Оператор помещает мешок на сопло машины и этим автоматически запускает машину. По окончании заполнения мешка оператор либо сам перемещает мешок со смесью на поддон, либо мешки падают на ленточный транспортер и далее отводятся из зоны фасовки, где укладываются на поддоны.

Смеси хранят в сухом месте. Полимерные добавки хранят так же, но при температуре не выше 40°C.

Технологическая и функциональная схемы представлены на рисунках 1 и 2.



1 – автотранспорт; 2 – пневмотранспорт; 3 – силос цемента; 4 – шнековый питатель; 5 – расходный бункер смесителя; 6 – склад песка; 7 – погрузчик; 8 – ленточный конвейер; 9 – сушильный барабан; 10 – вибросито; 11 – склад готовой продукции; 12 – ковшовый элеватор; 13 – приемный бункер; 14 – весовой дозатор; 15 – фронтальный погрузчик; 16 – склад добавок; 17 – склад известковой муки, гашеной извести; 18 – растариватель биг бегов; 19 – приемный бункер; 20 – вибросмеситель СМВ-1.0; 21 – фасовочная машина; 22 – ленточный конвейер; 23 – робот укладчик; 24 – поддон с мешками; 25 – роликовый конвейер; 26 – паллетайзер; 27 – расходный бункер фасовочной машины

Рисунок 1 – Технологическая схема

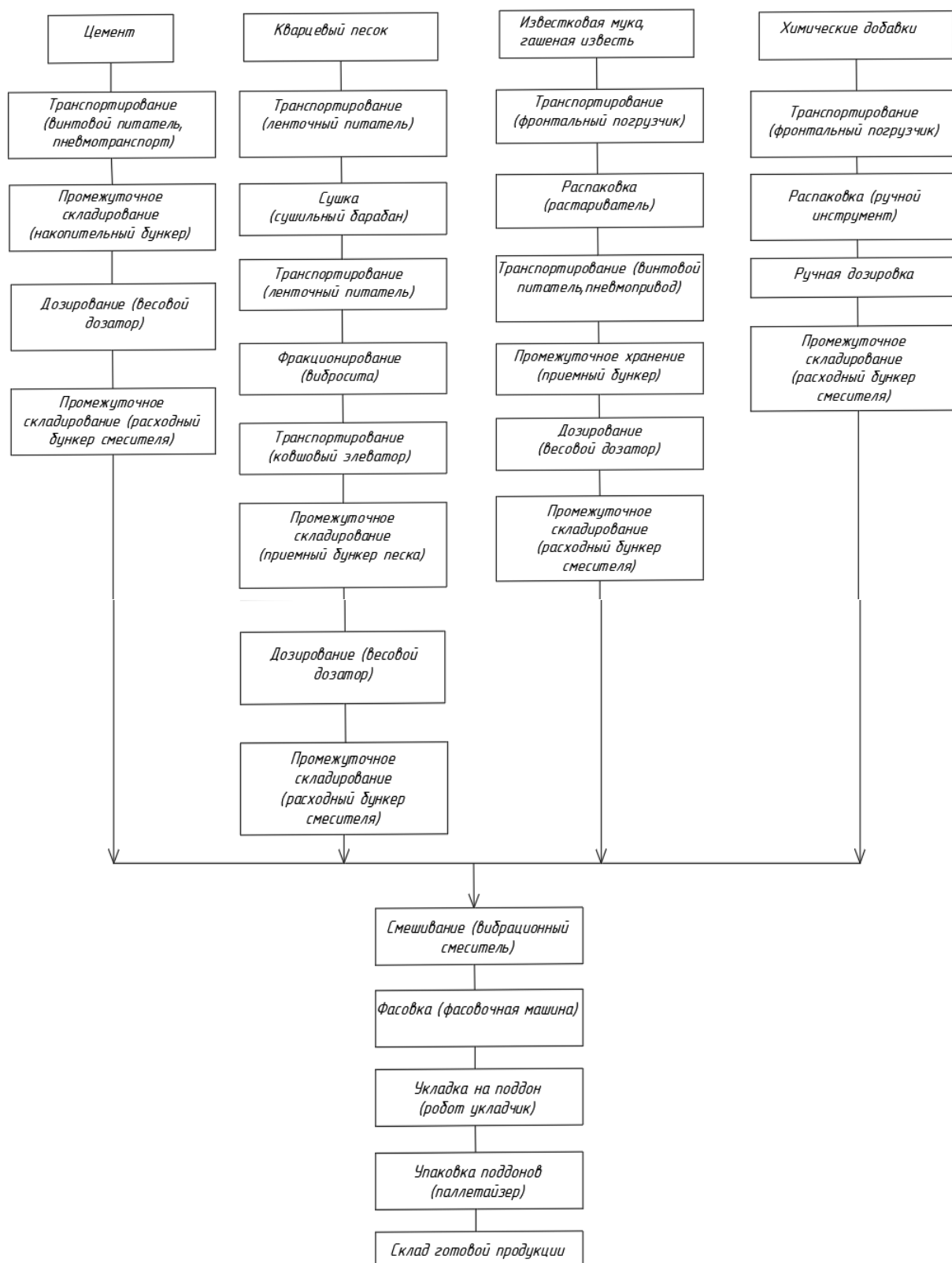


Рисунок 2 – Функциональная схема производства сухих строительных смесей

2.2 Номенклатура выпускаемой продукции

2.2.1 Смесь сухая напольная самовыравнивающаяся быстротвердеющая Рк4, В15, F50

Самовыравнивающийся наливной пол на цементной основе служит для выравнивания бетонных оснований, цементной стяжки и т.д. Обладает повышенным расходом, слой получается довольно тяжелым, но это компенсируется долговечностью и низкой гигроскопичностью смеси.

Основные технические характеристики представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Основные характеристики напольной смеси

Технические характеристики	Значение
Марка по подвижности растворной смеси, не менее	Рк4
Рекомендуемая толщина применения в один слой	2 – 20(30) мм
Максимальная фракция наполнителя, не более	0,63 мм
Жизнеспособность, не менее	40 минут
Расход воды на 1 кг сухой смеси	0,22 - 0,25 л
Расход смеси при толщине слоя 1 мм, около	1,7–1,8 кг на 1 м ²
Прочность на сжатие через 28 суток, не менее	25 МПа
Прочность сцепления через 28 суток, не менее	1 МПа
Морозостойкость	50 циклов
Истираемость, не более	0,8 г/см ²
Влажность, % масс., не более	0,1 мм/м
Деформации усадки, не более	1 мм/м
Деформации расширения, не более	0,5 мм/м
Температура эксплуатации	-25°С...+70°С

2.2.2 Цементно–известковая выравнивающая штукатурная смесь, КП III, F50

Составы на цементно-известковой основе популярны для выравнивания железобетонных плит, бетонных, кирпичных и деревянных поверхностей, устранения отдельных трещин и неровностей. Подходят для подготовки стен под декоративную отделку: нанесение фактурной штукатурки, окраски, поклейки всех видов обоев и облицовки керамической плиткой.

Основные технические характеристики представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Основные характеристики штукатурной смеси

Технические характеристики	Значение
Марка подвижности	Пк2 (4-8 см)
Наибольшая крупность зерен наполнителя	0,63 мм
Жизнеспособность растворной смеси	не менее 4 часов
Рекомендуемая толщина слоя нанесения	5-30 мм
Водоудерживающая способность	95%
Прочность при сжатии	не менее 5,0 МПа
Прочность сцепления с основанием	не менее 0,4 МПа
Морозостойкость, циклы	не менее 50
Удельная эффективная активность естественных радионуклидов $A_{эфф}$	не более 370 Бк/кг

2.3 Выбор и расчет составов

По рекомендации АО «Еврохим –1 Функциональные добавки» выбраны рецептуры для производства сухих строительных смесей [15], которая указана в таблице 11.

Таблица 11– Расход компонентов напольной смеси

Наименование	Дозировка, %	Расход компонентов на 1 м ³ , кг	Расход компонентов на 1 т сухой смеси, кг
Минеральные компоненты			
Портландцемент 400–Д0	40,0	560	400
Известковая мука 100 мкм	15,0	225	150
Кварцевый песок (0,63 и ниже фракции)	38,3	574,5	383
Добавки			
Редиспергируемый порошок Vinnapas 5023 L	2,00	30	20
Mecellose FMC 60150	0,05	0,75	0,5
PCE суперпластификатор Melflux 5581 F	0,25	3,75	2,5
Компенсатор усадки Sitren PSR 100	0,20	3	2
Антивспениватель Vinarpor DF 9010 F	0,10	1,5	1
Винная кислота	0,10	1,5	1

Окончание таблицы 11

Наименование	Дозировка, %	Расход компонентов на 1 м ³ , кг	Расход компонентов на 1 т сухой смеси, кг
Расширяющая добавка Denka CSA 20	4,00	60	40

Таблица 12 – Расход компонентов штукатурной смеси

Наименование	Дозировка, %	Расход компонентов на 1 м ³ , кг	Расход компонентов на 1 т сухой смеси, кг
Минеральные компоненты			
Портландцемент 400–Д0	15,0	225	150
Гашеная известь Ca(OH) ₂	7,3	109,5	73
Известняковая мука CaCO ₃ 40-100 мкм	12,0	180	120
Кварцевый песок 0,1-1,3 мм	65,0	975	650
Добавки			
Эфир целлюлозы Mecellose FMC 2070	0,10	1,5	1
Порообразователь Esaron 1214	0,02	0,3	0,2
Эфир крахмала Amitrolit 8882	0,02	0,3	0,2
Гидрофобизатор (олеат Na, стеараты Ca, Zn, силан-силоксан)	0,20	3	2

2.4 Химические добавки

В производстве сухих напольных и штукатурных смесей применяются следующие химические добавки:

1) Порообразователь Esaron 1214 – порообразователь и смачиватель (ПАВ), действует как смачиватель и пластификатор в строительных растворах, улучшает переработку и потребительские свойства. Порообразование с Esaron 1214 повышает эластичность раствора и предотвращает усадку и образование

трещин. При этом повышается морозостойкость и снижается риск образования высолов.

Допустимая дозировка: 0,005 – 0,03 от массы ССС.

Применяемая дозировка: 0,02 % от массы ССС.

2) Melflux 5581 F – поликарбоксилатный эфир третьего поколения, не влияет на схватывание. Применяется в составах на основе портландцемента и гипса. Совместим с винной и лимонной кислотами.

Допустимая дозировка: 0,03 – 0,5 % на вес вяжущего.

Применяемая дозировка: 0,25 % от массы ССС.

3) Компенсатор усадки Sitren PSR 100

Добавка для снижения усадки в порошкообразной форме в качестве примеси для строительного раствора, сухой смеси или бетонных смесей.

Допустимая дозировка: 0,1 – 1,0 % от массы ССС.

Применяемая дозировка: 0,20 % от массы ССС.

4) Denka CSA 20 – моноссульфоалюминат кальция.

Моноссульфоалюминат кальция. В процессе гидратации портландцемента Denka CSA 20 увеличивает количество химически связанной воды и активизирует рост кристаллической фазы и образование кристаллогидратов, которые заполняют образующиеся пустоты. В результате, химическая усадка материала при твердении смесей уменьшается, в то время как прочностные показатели смесей увеличиваются.

Допустимая дозировка: от 5% до 12% от массы цемента или от 1% до 5% от массы ССС.

Применяемая дозировка: 4,00 % от массы ССС.

5) Гидрофобизатор (стеарат Zn)

Получаемый осаждением неактивный гидрофобный агент с большой удельной поверхностью и очень продолжительным эффектом действия, в первую очередь для цементно–известковых штукатурок. Дозировка 0,1–1%. Для достижения оптимального эффекта необходимо достаточное время пере-

мешивания сухой штукатурки. Стеарат цинка в штукатурке действует также как слабый альгицид (агент препятствующий образованию водорослей).

Допустимая дозировка: 0,1 – 1,0 % от массы ССС.

Применяема дозировка: 0,20 % от массы ССС.

6) Эфир крахмала Amitrolit 8882 – загуститель

Материал Amitrolit 8882 представляет собой специальный крахмал, предназначенный преимущественно для использования в строительстве и химической промышленности. Применение состава Amitrolit 8882 даже в низкой дозировке существенно повышает устойчивость строительных материалов.

Применяемая дозировка: 0,20 % от массы ССС.

7) Пеногаситель Vinapor DF 9010 F

Vinapor DF 9010 F – порошковый пеногаситель на базе производных жирных спиртов и полисилоксанов на неорганическом носителе. Vinapor DF 9010 F – очень эффективный антивспениватель, позволяющий контролировать содержание воздуха в строительном растворе и обеспечивающий гладкую качественную поверхность. Кроме того, Vinapor DF 9010 F может улучшить качество водных паст или свежих растворов в плане уменьшения содержания пены и воздуха (пеногашение).

Допустимая дозировка: 0,05 – 0,50% по отношению к весу сухой смеси.

Применяемая дозировка: 0,10 % от массы ССС.

Область применения:

- самовыравнивающиеся наливные полы (SLU);
- затирки для расшивки швов;
- безусадочные растворы;
- цементные стяжки для пола;
- ремонтные растворы;
- впрыскиваемые растворы.

8) Винная кислота – регулятор схватывания и твердения цемента.

Применяемая дозировка: 0,10 % от массы ССС.

9) Эфиры целлюлозы Mecellose FMC 2070 и Mecellose FMC 60150

представляет собой мелкий порошок растворимый в воде.

Механизм действия:

- формировать водоудерживающую способность;
- регулировать реологические процессы;
- улучшать клеящую способность;
- эффективно регулировать такие параметры, качества как формоустойчивость и эластичность;
- повысить стабильность к температурным воздействиям;
- существенно снизить норму расхода строительного раствора.

Применяемая дозировка Mecellose FMC 2070: 0,10 % от массы ССС.

Применяемая дозировка Mecellose FMC 60150: 0,05 % от массы ССС.

10) Редиспергируемые порошки Vinnapas

Полимерные порошки и дисперсии Vinnapas придают строительным материалам следующие свойства: отличную адгезию к широкому ряду поверхностей, пластичность, которая является критически важной для долговременной прочности и функциональности многих систем.

Vinnapas 5023 L – РПП – способствует растеканию наливных полов.

Область применения: в смеси с неорганическими вяжущими веществами, такими как цемент, ангидрит, гипс и гидрат извести – для изготовления саморастекающихся шпаклевочных смесей для пола, шпаклевок для стен, строительных клеев и ремонтных.

Применяемая дозировка: 2,00 % от массы ССС [15].

2.5 Технологические расчеты

2.5.1 Расчет производительности технологической линии

Производительность проектируемой линии $P_T = 15\ 000$ т/год.

Режим работы предприятия, с учетом поставленных целей и производственного опыта, принимаем:

- предприятие действует по пятидневной рабочей неделе (прерывное производство);
- количество выходных и праздничных дней в году – 118;
- простои (в днях) во всех видах технического обслуживания и ремонта – 7;
- продолжительность смены в часах при пятидневной неделе – 8;
- количество смен в сутки – 2;

Годовой фонд рабочего времени определяется по формуле:

$$T_r = (365 - T_B - T_T) \cdot t_{cm} \cdot n \cdot k_n, \quad (1)$$

где T_B – число выходных и праздничных дней в году;

T_T – простои (в днях) во всех видах технического обслуживания и ремонта;

t_{cm} – продолжительность смены в часах;

n – коэффициент сменности;

k_n – коэффициент, учитывающий перерыв в работе по непредвиденным причинам.

$$T_r = (365 - 118 - 7) \cdot 8 \cdot 2 \cdot 0,96 = 3686,4 \text{ ч.}$$

Производительность смесителя определяет производительность технологической линии. Продолжительность работы смесителя в смену, учитывая часовую перерыв, составляет 7 часов.

Годовой фонд рабочего времени смесителя определяется по формуле:

$$T_c = N \times n \times t, \quad (2)$$

где N – количество рабочих дней в году, сут.;

n – количество рабочих смен в сутки, шт.;

t – продолжительность рабочего времени смесителя в смену, ч.

$$T_c = 240 \times 2 \times 7 = 3360 \text{ ч.}$$

Суточная производительность линии $P_{\text{сут}}$ вычисляется по формуле:

$$P_{\text{сут}} = P_{\text{г}} / N, \quad (3)$$

где $P_{\text{г}}$ – годовая производительность технологической линии, т/год;

$$P_{\text{сут}} = 15\,000 / 240 = 62,5 \text{ т/сут.}$$

Производительность технологической линии в смену $P_{\text{см}}$ рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{см}} = P_{\text{сут}} / n, \quad (4)$$

где n – количество рабочих смен в сутки, шт.

$$P_{\text{см}} = 62,5 / 2 = 31,3 \text{ т/сут.}$$

Часовая производительность линии $P_{\text{ч}}$ определяется по формуле:

$$P_{\text{ч}} = P_{\text{см}} / t, \quad (5)$$

где t – продолжительность рабочего времени смесителя в смену, ч;

$$P_{\text{ч}} = 31,3 / 7 = 4,5 \text{ т/час.}$$

Результаты расчетов производительности технологической линии приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Производительность технологической линии

Наименование изделия	Ед. изм.	Выпуск ССС			
		в год	в сутки	в смену	в час
Напольная смесь, $\rho=1500 \text{ кг/м}^3$	т	7 500	31,25	15,63	2,25
	м^3	5 000	20,85	10,42	1,5
Штукатурная смесь, $\rho=1500 \text{ кг/м}^3$	т	7 500	31,25	15,63	2,25
	м^3	5 000	20,85	10,42	1,5
Итого	т	15 000	62,5	31,25	4,5
	м^3	10 000	41,7	20,83	3

2.5.2 Подбор оборудования технологической линии

Выбор оборудования осуществляется по каталогам и справочникам. Количество требуемого оборудования определяется по формуле:

$$M=P1/(P2 \cdot Kи) \quad (6)$$

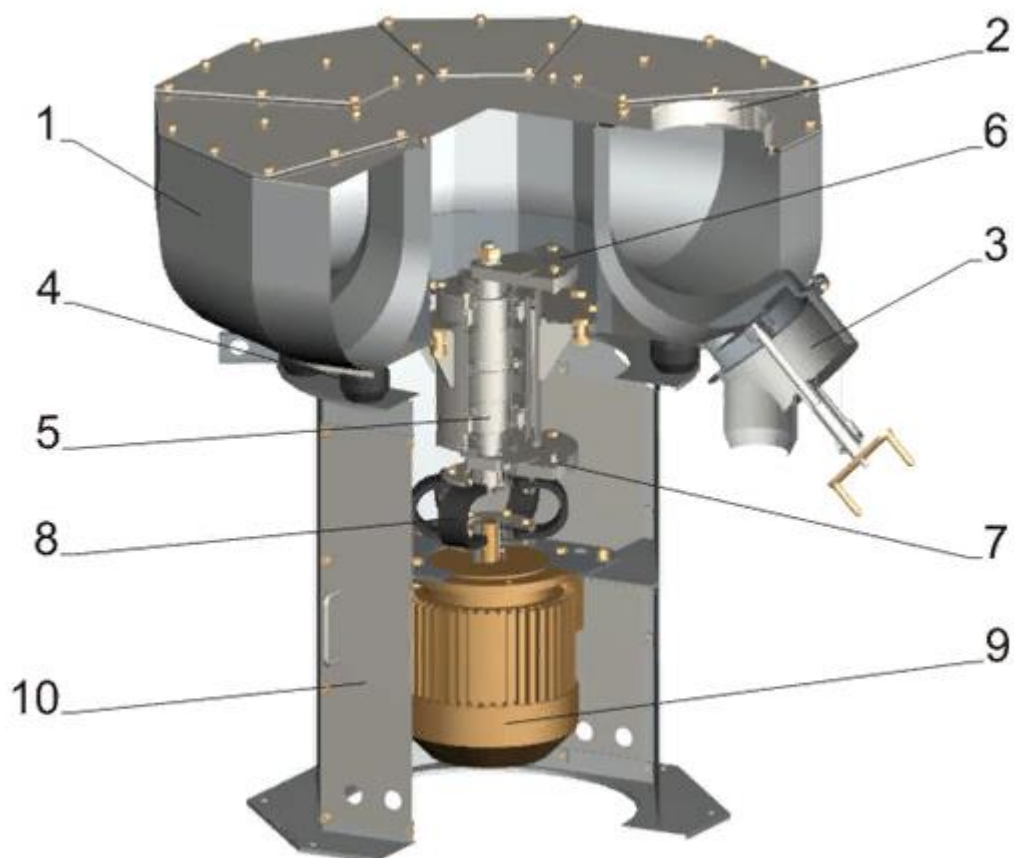
где $P1$ – потребная производительность в час;

$P2$ – паспортная производительность выбранного оборудования в час;

$Kи$ – коэффициент использования оборудования, равный 0,8.

В качестве основного оборудования выбран вибрационный смеситель СМВ–1.0.

В вибросмесителях типа СМВ (рисунок 3) используется пространственная (трехкомпонентная) вибрация.



1 – камера смешивания (рабочий орган); 2 – загрузочный патрубок; 3 – клапан разгрузки;
 4 – упругие опоры; 5 – вибровозбудитель; 6 – верхний дебаланс; 7 – нижний дебаланс;
 8 – упругая муфта; 9 – электродвигатель; 10 – опорная рама

Рисунок 3 – Устройство смесителя СМВ–1.0

Вибросмесители такого типа отличаются свойственным только этим аппаратам движением смешиваемых материалов в трех измерениях, когда частицы материалов участвуют не только в циркуляционном движении со всей массой материала, но и совершают спиралеобразные движения, внутри тороидальной камеры смешивания. Вследствие этого взаимодействие между частицами материалов в аппаратах данного типа происходит весьма интенсивно, что позволяет ускорить процесс смешивания и получить высокую однородность смеси в течение короткого промежутка времени, зависящего от процентного соотношения смешиваемых материалов и их физико-механических свойств. Объем смешиваемых материалов колеблется от 0,6 до 0,8 объема рабочей камеры. При

процессе смешивания не происходит дополнительного механического воздействия на смешиваемые продукты. Вибросмесители типа СМВ успешно конкурируют с планетарными, винтовыми, лопастными и др. смесителями.

Рабочая камера (или рабочий орган) представляет собой сварную металлоконструкцию, выполненную в виде тора. Рабочая камера смесителя на 70-80% заполняется смешиваемыми компонентами. Таким образом для смесителя СМВ-1.0 с объёмом камеры 1000 литров объём загружаемого материала составляет примерно 850 литров. Верхняя часть рабочей камеры закрывается съёмными крышками, через которые осуществляется доступ внутрь. На крышках устанавливаются загрузочные патрубки, через которые осуществляется загрузка сыпучих компонентов смеси. Количество загрузочных патрубков может быть от 1 до 6, а в отдельных случаях и до 12.

В нижней части тора расположен клапан разгрузки, через который выгружается готовая смесь. Открытие и закрытие клапана осуществляется вручную путём вращения рукоятки штока клапана.

При необходимости на месте эксплуатации разгрузка может быть переоборудована в автоматическую. Для этого вместо болта с рукояткой на фланец устанавливается пневматическая камера с рабочим давлением 4–6 кгс/см².

Вибровозбудитель. Вибровозбудитель является основным узлом смесителя и предназначен для сообщения колебаний рабочей камере. Вибровозбудитель (вибратор) инерционного типа располагается в центральной части смесителя. Ось вибропривода лежит в вертикальной плоскости и совпадает с центральной осью торовой камеры. К достоинствам инерционного вибратора относятся возможность получения больших возмущающих сил и различных законов изменения возмущающей силы, сравнительно небольшие размеры и масса привода, простота конструкции и высокая надёжность. Возмущающая сила создается вследствие вращения неуравновешенных масс (дебалансов) расположенных на обоих концах вала вибровозбудителя.

Дебалансы вибратора представляют собой статически неуравновешенный ротор. Основной характеристикой дебаланса является статический момент массы дебаланса.

Вибратор расположен в центральной части торообразной рабочей камеры.

Вибровозбудитель через лепестковую муфту типа МУЛ, приводится во вращение электродвигателем.

Регулировка параметров вибрации (амплитуды, формы колебаний) осуществляется путем изменения статического момента массы дебалансов и углом их разворота относительно друг друга.

Опорная рама. Опорная рама (основание) смесителя является базовой деталью для монтажа на ней функциональных узлов: рабочей камеры с вибратором и упругими элементами, электродвигателя и некоторых других вспомогательных устройств. Рама обеспечивает правильное взаимное расположение узлов смесителя. К ней предъявляются требования неизменности формы, прочности, технологичности конструкции, жесткости, виброустойчивости, малой металлоемкости и низкой стоимости. Опорная рама смесителей работает в сложных по характеру нагружения условиях. Она воспринимает статические и динамические нагрузки от массы неуравновешенных колеблющихся частей мельницы. Вследствие переменного воздействия возмущающей силы вибратора на опорную раму воздействуют одновременно как горизонтальные, так и вертикальные составляющие действующих сил.

Работа смесителя. Смесители типа СМВ относятся к аппаратам периодического действия. Цикл смешивания включает в себя следующие операции:

- 1) включение смесителя, загрузка исходных сухих сыпучих компонентов в камеру смешивания;
- 2) смешивание сыпучих компонентов до требуемой степени усреднения в течение заданного времени;
- 3) остановка смесителя, открытие разгрузочного клапана;
- 4) включение смесителя, выгрузка материала из камеры смешивания;

5) остановка смесителя, закрытие разгрузочного клапана.

В процессе работы под действием возмущающей силы рабочая камера смесителя совершает сложные пространственные колебания. Пространственные колебания рабочей камеры передаются загруженным в нее смешиваемым компонентам. Под воздействием вибрационного импульса в тороидальной камере частицы материала движутся по спиралеобразной траектории, благодаря чему достигается эффективное смешивание [16].

2.5.3 Расчет вибрационного смесителя циклического действия

Расчет смесителя следует начинать с выбора амплитуды и частоты вибрации. Амплитуда вибрации принимается из того расчета, что она должна в несколько раз превышать средний размер частиц смешиваемых материалов (для порошкообразных и мелкозернистых материалов амплитуда вибрации обычно составляет $A = 4 \div 6$ мм. Циклическую частоту вибрации ω (рад/с) можно определить из выражения:

$$\omega = \sqrt{\frac{K \times g}{A}}, \quad (7)$$

где K – критерий вибрации, показывающий отношение ускорения вибрации к ускорению свободного падения g (для процесса смешивания дисперсных материалов $K = 2 \div 8$);

g – ускорение свободного падения;

A – амплитуда вибрации ($A = 4 \div 6$ мм).

$$\omega = \sqrt{\frac{5 \times 9,8}{0,005}} = 98,9 \frac{\text{рад}}{\text{с}}.$$

Таким образом, проведя нетрудные вычисления, можно сказать, что циклическая частота вибрации, в нашем случае будет составлять $\omega \approx 50 \div 250$ рад/с, соответственно частота вибрации $\nu = \omega/2\pi \approx 8 \div 40$ Гц.

Конструктивной особенностью рассматриваемого смесителя является двухвалковый четырехдебалансовый вибропривод, который соединяется с электродвигателем через муфту, обладающей хорошей демпфирующей способностью. Таким образом, частота вращения валков вибропривода равна частоте вращения вала двигателя. С другой стороны, она численно равна частоте вибрации ν . Учитывая вышесказанное и полагая, что смеситель будет оснащен асинхронным трехфазным электродвигателем, его номинальная частота вращения (n , об/мин) должна составлять 750, 1000 или 1500 об/мин.

Таким образом, циклическая частота вибрации окончательно определится по формуле:

$$\omega = \frac{2\pi \times n \times (1 - \varepsilon)}{60}, \quad (8)$$

где ε – коэффициент скольжения ротора электродвигателя (для асинхронных трехфазных электродвигателей $\varepsilon = 0,03 \div 0,05$);

n – номинальная частота вращения = 1000.

$$\omega = \frac{2 \times 3,14 \times 1000 \times (1 - 0,04)}{60} = 100,5 \frac{\text{рад}}{\text{с}}.$$

Задаваясь численным значением амплитуды вибрации из рекомендуемого диапазона $A = 4 \div 6$ мм, определяют действительное значение критерия вибрации, которое сравнивают с допустимым $K = 2 \div 8$ (чем больше различаются гранулометрические составы и свойства смешиваемых материалов, тем меньше должно быть значение критерия вибрации).

$$K = \frac{A \times \omega^2}{g} = \frac{0,005 \times 100,5^2}{9,8} = 5,153 \text{ мм.} \quad (9)$$

Расчет вибропривода и амортизационных опор следует начать с определения ориентировочной массы смесителя, которую можно оценить по формуле:

$$m = Q \times Me, \quad (10)$$

где Me – удельная металлоемкость смесителя (для смесителей данного класса $Me = 500\text{--}600$ кг/кг·с).

$$m = 1,6 \times 500 = 800 \text{ кг.}$$

Расчет амортизационных (пружинных) опор следует начать с определения их жесткости $k_{пр}$, которая находится по формуле:

$$k_{пр} = m \times \frac{\omega_{кр}^2}{n}, \quad (11)$$

где $\omega_{кр}$ – критическое значение циклической частоты вибрации (или собственная частота колебаний смесителя), при которой наступает явление резонанса (учитывая то, что смеситель должен работать в зарезонансном режиме, $\omega_{кр} \approx (0,3\div 0,5) \times \omega$);

n – количество пружин (обычно $n = 4$).

$$k_{пр} = 800 \times \frac{(0,4 \times 100,5)^2}{4} = 323208 \text{ Па.}$$

Диаметр проволоки, из которой изготавливается пружина, рассчитывается по формуле:

$$d = \frac{8 \times c^3 \times k_{\text{пр}} \times j}{G}, \quad (12)$$

где c – индекс пружины, равный отношению ее диаметра к диаметру проволоки (рекомендуется принять $c = 6$);

j – количество витков пружины (рекомендуется принять $j = 3,4$);

G – модуль сдвига материала проволоки (для стали $G = 8 \times 10^{10}$ Па).

$$d = \frac{8 \times 6^3 \times 323208 \times 3,4}{8 \times 10^{10}} = 0,023 \text{ м} \approx 24 \text{ мм.}$$

Расчетное значение диаметра проволоки округляют до стандартного большего из ряда $d = 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16$ мм и определяют диаметр пружины по формуле:

$$D_{\text{пр}} = c \times d = 2,5 \cdot 0,024 = 0,06 \text{ м.} \quad (13)$$

Высоту пружины можно принять в 2–2,5 раза больше ее диаметра.

Полезную мощность электропривода можно оценить по формуле:

$$N = \frac{4 \cdot k_{\text{пр}} \cdot A^2 \cdot \omega}{2\pi} = \frac{4 \cdot 323208 \cdot 0,005^2 \cdot 100,5}{2 \cdot 3,14} = 517 \text{ В.} \quad (14)$$

Установочная мощность электропривода определяется по формуле:

$$N_{\text{уст}} = \frac{N \cdot \beta}{\eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{м}}}, \quad (15)$$

где $\eta_{\text{в}}$ – КПД вибратора ($\eta_{\text{в}} \approx 0,9$);

$\eta_{\text{м}}$ – КПД муфты ($\eta_{\text{м}} \approx 0,96$);

β – коэффициент запаса мощности (учитывая, что пусковая мощность должна существенно превышать номинальную с целью сокращения продолжительности периода пуска и прохождения зоны резонанса, можно принять $\beta = (1,8-2,0)$).

$$N_{уст} = \frac{517 \cdot 1,9}{0,9 \cdot 0,96} = 1137 \text{ Вт.}$$

Рассчитываем количество смесителей, паспортная производительность смесителя равна 6 м^3 :

$$M = 4,5 / (6 \cdot 0,8) = 0,94. \quad (16)$$

Принимаем 1 смеситель СМВ–1.0.

2.5.4 Расчет винтового питателя

Винтовой конвейер – промышленное оборудование (рисунок 4), предназначенное для транспортировки сыпучих и мелкокусковых материалов по желобу при помощи вращающегося винта. Принцип его работы заключается во взаимодействии следующих элементов конструкции:

- желоба в форме половины трубы, которая может быть закрыта или открыта;
- винта (шнека), протяженность которого достигает длины желоба; вращаясь, он перемещает сырье;
- электродвигателя с редуктором, который запускает процесс;
- загрузочного люка (патрубка), через который материал поступает в желоб;
- разгрузочного отверстия (их может быть несколько).

Шнековое устройство используется для перемещения грузов на небольшие расстояния. Кроме того, некоторые их виды могут перемешивать продукт во время рабочего процесса и выступать в качестве питателя. Они имеют два рабочих положения: горизонтальное или наклонное. Очевидное преимущество шнека в сравнении с другими подобными агрегатами (например, пластинчатыми конвейерами) – компактность. При этом они не уступают в производительности, универсальности и безопасности.

Производительность винтового питателя находится по формуле:

$$Q_{\text{расч}} = 47 \times D^2 \times S \times n \times \psi \times \rho \quad (17)$$

где D – диаметр винта, м;

S – шаг винта, м;

n – частота вращения вала винта, об/мин;

ψ – коэффициент наполнения желоба винта;

ρ – насыпная плотность груза, т/м³.

$$Q_{\text{расч}} = 47 \times 0,196^2 \times 0,18 \times 93 \times 0,3 \times 1,5 = 13,66 \text{ т/ч.}$$

Определяем диаметр вала винта $d_{\text{винта}}$ по формуле:

$$d_{\text{винта}} = 35 + 0,1 \times D = 35 + 0,1 \times 196 = 55 \text{ мм.} \quad (18)$$

Определяем скорость транспортирования материала V , м/с:

$$V = S \times n / 60 = 0,18 \times 93 / 60 = 0,279 \text{ м/с.} \quad (19)$$

Определяем требуемую мощность привода $P_{\text{пот}}$ по формуле:

$$P_{\text{пот}} = Q (w' \times L_{\Gamma} + H) \times g / 3600 + D \times L_{\Gamma} / 20, \quad (20)$$

где w' – коэффициент сопротивления $w' = 4,00$;

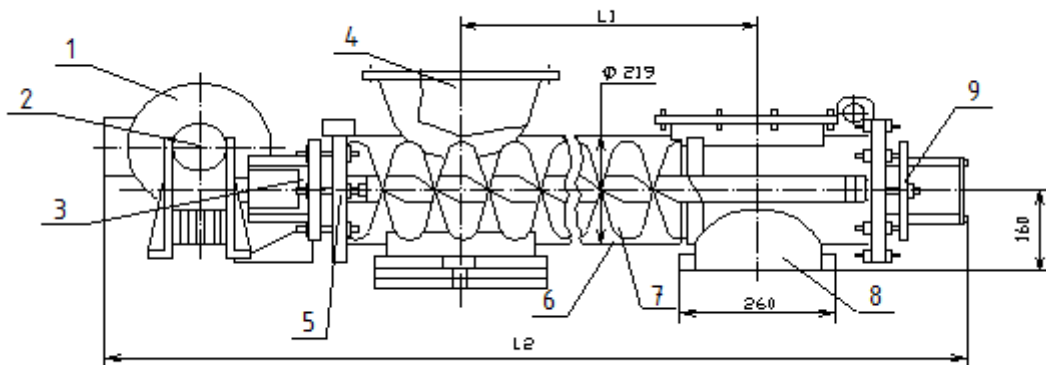
g – ускорение свободного падения;

L_{Γ} – горизонтальная проекция длины транспортирования винтового конвейера = 1,6 м.

$$P_{\text{пот}} = 13,66 \times (4 \times 1,6) \times 9,81 / 3600 + 0,196 \times 1,6 / 20 = 2,9 \text{ кВт.}$$

Определяем мощность на валу винта $P_{\text{в}}$ по формуле:

$$P_{\text{в}} = Q_{\text{расч}} \times L \times (w' + \sin\varphi) / 367 = 13,66 \times 1,6 \times 4 / 367 = 0,24 \text{ кВт} \quad (21)$$



1 – электродвигатель; 2 – редуктор; 3 – муфта сцепления; 4 – загрузочное устройство; 5 – главная опора; 6 – корпус конвейера; 7 – шнек; 8 – разгрузочное устройство; 9 – концевая опора

Рисунок 4 – Устройство винтового питателя ПВ–0,2

На основании производительности аналогично подбираем остальное технологическое оборудование.

Перечень основного оборудования приведен в таблице 14.

Таблица 14 – Ведомость оборудования

Наименование оборудования	Назначение	Техническая характеристика оборудования		Количество
		Параметр	Численное значение	
Машина фасовочная МФ	Фасовка готовой смеси в клапанные мешки	– производительность, т/ч; – установленная мощность, кВт; – потребность в сжатом воздухе м ³ /ч; – давление воздуха, мПа; – габаритные размеры (LxVxH), мм; – точность взвешивания, кг; – масса (без шкафов управления), кг	10 7,5 4-12 0,4 1264x962x2420 ± 0,5 400	1
Питатель винтовой ПВ-0,2	Подача цемента из силоса в дозатор; подача известняковой муки в дозатор; подача гашеной извести в дозатор	– производительность, м ³ /ч; – длина транспортирования, мм; – диаметр шнека, мм; – мощность электропривода, кВт; – частота вращения шнека, об/мин; – габаритные размеры (L2 min...max x B x H), мм; – масса, кг	14,4 5000 196 3 93 (1835..2555)x605 x429 145...178,5	3
Дозатор весовой ДВ – 800	Дозирование цемента; известняковой муки; кварцевого песка; гашеной извести в приемный бункер	– полезная вместимость бункера, м ³ ; – диапазон дозирования, кг; – время разгрузки бункера, с, не более; – масса, кг, без автоматики	0,5 60 ... 800 15 218	4
Смеситель вибрационный СМВ-1,0	Перемешивание компонентов сухой смеси	– количество емкостей, шт; – объем емкости, л; – объем загрузки, л; – мощность электропривода, кВт; – габаритные размеры (LxVxH), мм; – масса, т	1 1000 850 7,5 1846x1816x1956 0,96	1

Продолжение таблицы 14

Наименование оборудования	Назначение	Техническая характеристика оборудования		Количество
		Параметр	Численное значение	
Бункер приемный	Прием всех дозированных компонентов сухой смеси	– объем бункера, м ³	1,5	1
Блок циклонов СЦМ–40	Очистка отходящих газов из сушилки	– КПД, %	90	1
Вентилятор вытяжной ВР–132	Удаление отходящих газов	– установленная мощность, кВт	22	1
Элеватор ковшовый «Нория»	Подача сухого песка в бункер	– производительность, м ³ /ч; – высота транспортирования, мм; – размеры ковша: высота, мм, вылет, мм; – шаг ковшей, мм; – вместимость, л; – скорость движения ковшей, м/с; – мощность двигателя, кВт; – габаритные размеры: L*В*Н, мм; – масса, кг	5,2 15000 125 90 320 0,4 1,45 1,1 1150x645x15700 670	1
Вибросито СВ-0,9	Классификация песка на фракции	– диаметр корпуса, м; – ситовая поверхность, м ² ; – количество фракций, шт; – мощность двигателя, кВт; – размеры: Н*L*В, мм; – масса, кг	1,2 0,8-1,5 2-4 1,5 1350*1575*1520 470	1
Бункер песка	Прием и хранение сухого песка	– объем бункера, м ³	6	1

Продолжение таблицы 14

Наименование оборудования	Назначение	Техническая характеристика оборудования		Количество
		Параметр	Численное значение	
Бункер цемента	Прием и хранение	– объем бункера, м ³	2	1
Бункер гашеной извести	Прием и хранение	– объем бункера, м ³	0,5	1
Бункер известняковой муки	Прием и хранение	– объем бункера, м ³	1	1
Раствариватель РМК-2	Распаривает биг-бэги	– вместимость растваривателя, т; – объем, м ³ ; – толщина банки, мм; – производительность, т/час	2,2 1,5 3 40	2
Силос цемента	Прием и хранение цемента	– вместимость, т	140	2
Фильтр рукавный СМЦ-169А	Предназначен для обеспыливания избыточного воздуха при транспортировании порошкообразных материалов	– производительность по запыленному воздуху, м ³ /ч; – площадь фильтрующей поверхности, м ² ; – диаметр рукава, мм; – длина рукава, мм	360–720 10 200 1370	3
Расходный бункер	Прием готовой смеси из смесителя	– вместимость, м ³ ;	1,5	1
Пневмокамерный насос «ITALTECH» РНК 10	Вертикальная транспортировка цемента; песка; извести; известняковой муки	– производительность, т/ч; – габаритные размеры (L×B×H), мм; – объем приемной камеры насоса, л; – высота подачи, м	6 708×708×972 150 до 30	3

Окончание таблицы 14

Наименование оборудования	Назначение	Техническая характеристика оборудования		Количество
		Параметр	Численное значение	
Барабанная сушилка «ААМикс» СуП1 для песка	Сушка песка	– производительность сушки, т/час; – габаритные размеры (LxBxH), мм; – диаметр, мм; – масса, кг; – число оборотов в минуту, об/мин; – электрическая мощность, кВт	2–5 5300x1400x2107 950 2500 8–9 5,5	1
Ленточный конвейер Р1–КЛ–500	Горизонтальная транспортировка сыпучего сырья	– ширина ленты, мм; – мощность, кВт; – скорость движения ленты, м/с; – максимальная длина транспортирования, мм	500 7,5 1,5 до 84000	4
Рольганг приводной модель «108»	Горизонтальная транспортировка готового продукта	– габаритные размеры (LxB), мм; – шаг роликов, мм; – нагрузка (max), кг; – скорость движения, м/с; – мощность, кВт	3000×1400 150 1200 0,2 2,2	1
Паллетайзер ECO DISCOVERY	Упаковка готовой продукции	– грузоподъемность, кг – диаметр поворотного стола, мм	2000 1650	1

2.5.5 Расчет потребности в сырье и материалах

Потребность в сырье и материалах вычисляется исходя из установленной производительности технологической линии с учетом производственных потерь, которые приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Производственные потери

Вид материала	Учитываемые потери, %
Потери при транспортировке и хранении:	
– вяжущих веществ (цемент, известь);	1,0
– кварцевого песка;	1,9
– известняковой муки;	2,1
– химических добавок	0,4

Окончание таблицы 15

Вид материала	Учитываемые потери, %
Отходы при перемешивании компонентов смеси и ее упаковке	2,0
Брак при хранении готовой продукции и ее транспортировании на склад	0,5

Проектная норма потери вяжущих веществ G_B , на различных переделах производства вычисляется по формуле:

$$G_B = \left(1 + \frac{g_1^B}{100}\right) \times \left(1 + \frac{g_2}{100}\right) \times \left(1 + \frac{g_3}{100}\right), \quad (22)$$

где g_1^B – проектная норма потери вяжущих веществ при транспортировании и хранении, %;

g_2 – отходы при перемешивании компонентов смеси и ее упаковки, %;

g_3 – брак при хранении готовой продукции и ее транспортировании на склад, %.

$$G_B = \left(1 + \frac{1}{100}\right) \times \left(1 + \frac{2}{100}\right) \times \left(1 + \frac{0,5}{100}\right) = 1,035.$$

Проектная норма потери кварцевого песка G_P , на различных переделах производства вычисляется по формуле:

$$G_P = \left(1 + \frac{g_1^P}{100}\right) \times \left(1 + \frac{g_2}{100}\right) \times \left(1 + \frac{g_3}{100}\right), \quad (23)$$

где g_1^P – проектная норма потери песка при транспортировании и хранении, %.

$$G_P = \left(1 + \frac{1,9}{100}\right) \times \left(1 + \frac{2}{100}\right) \times \left(1 + \frac{0,5}{100}\right) = 1,045.$$

Проектная норма потери известняковой муки $G_{и}$, на различных переделах производства вычисляется по формуле:

$$G_{и} = \left(1 + \frac{g_1^и}{100}\right) \times \left(1 + \frac{g_2}{100}\right) \times \left(1 + \frac{g_3}{100}\right),$$

где $g_1^и$ – проектная норма потери известняковой муки при транспортировании и хранении, %.

$$G_{и} = \left(1 + \frac{2,1}{100}\right) \times \left(1 + \frac{2}{100}\right) \times \left(1 + \frac{0,5}{100}\right) = 1,047.$$

Проектная норма потери химических добавок $G_{д}$, на различных переделах производства вычисляется по формуле:

$$G_{д} = \left(1 + \frac{g_1^д}{100}\right) \times \left(1 + \frac{g_2}{100}\right) \times \left(1 + \frac{g_3}{100}\right), \quad (24)$$

где $g_1^д$ – проектная норма потери химических добавок при транспортировании и хранении, %.

$$G_{д} = \left(1 + \frac{0,4}{100}\right) \times \left(1 + \frac{2}{100}\right) \times \left(1 + \frac{0,5}{100}\right) = 1,029.$$

Потребность производства в портландцементе М400 $M_{пц}$ вычисляется по формуле:

$$M_{пц} = P_{г} \times U_{пц} \times G_{в}, \quad (25)$$

где $P_{г}$ – годовая производительность технологической линии, т/год;

$U_{пц}$ – удельный расход портландцемента, кг/т;

$G_{в}$ – проектная норма потери вяжущих веществ.

$$M_{\text{ПЦ}} = 15000 \times 550 \times 1,035 = 8\,538\,750 \text{ кг.}$$

Потребность производства в известняковой муке $M_{\text{ИМ}}$ вычисляется по формуле:

$$M_{\text{ИМ}} = R_{\Gamma} \times U_{\text{ИМ}} \times G_{\text{И}}, \quad (26)$$

где $U_{\text{ИМ}}$ – удельный расход известняковой муки, кг/т;

$G_{\text{И}}$ – проектная норма потери известковой муки.

$$M_{\text{ИМ}} = 15000 \times 270 \times 1,047 = 4\,240\,350 \text{ кг.}$$

Потребность производства в кварцевом песке $M_{\text{П}}$ вычисляется по формуле:

$$M_{\text{П}} = R_{\Gamma} \times U_{\text{П}} \times G_{\text{П}}, \quad (27)$$

где $U_{\text{П}}$ – удельный расход кварцевого песка, кг/т;

$G_{\text{П}}$ – проектная норма потери песка.

$$M_{\text{П}} = 15000 \times 1033 \times 1,045 = 16\,192\,275 \text{ кг.}$$

Потребность производства в гашеной извести $M_{\text{ГИ}}$ вычисляется по формуле:

$$M_{\text{ГИ}} = R_{\Gamma} \times U_{\text{ГИ}} \times G_{\text{В}}, \quad (28)$$

где $U_{\text{ГИ}}$ – удельный расход гашеной извести, кг/т;

$G_{\text{В}}$ – проектная норма потери вяжущих веществ.

$$M_{ГИ} = 7500 \times 73 \times 1,035 = 566\,663 \text{ кг.}$$

Потребность производства в эфире целлюлозы Mecellose FMC 2070 M_M вычисляется по формуле:

$$M_M = P_{Г} \times Y_M \times G_D, \quad (29)$$

где Y_M – удельный расход эфира целлюлозы Mecellose FMC 2070, кг/т;

G_D – проектная норма потери химических добавок.

$$M_M = 7500 \times 1 \times 1,029 = 7\,718 \text{ кг.}$$

Потребность производства в порообразователе Esapon 1214 $M_{ПЕ}$ вычисляется по формуле:

$$M_{ПЕ} = P_{Г} \times Y_{ПЕ} \times G_D, \quad (30)$$

где $Y_{ПЕ}$ – удельный расход порообразователя Esapon 1214, кг/т;

G_D – проектная норма потери химических добавок.

$$M_{ПЕ} = 7500 \times 0,2 \times 1,029 = 1\,544 \text{ кг.}$$

Потребность производства в эфире крахмала Amitrolit 8882 M_K вычисляется по формуле:

$$M_K = P_{Г} \times Y_K \times G_D, \quad (31)$$

где Y_K – удельный расход эфира крахмала Amitrolit 8882, кг/т;

G_D – проектная норма потери химических добавок.

$$M_K = 7500 \times 0,2 \times 1,029 = 1\,544 \text{ кг.}$$

Потребность производства в гидрофобизаторе (олеат Na, стеараты Ca, Zn, силан-силоксан) M_{Γ} вычисляется по формуле:

$$M_{\Gamma} = P_{\Gamma} \times U_{\Gamma} \times G_{\text{Д}}, \quad (32)$$

где U_{Γ} – удельный расход гидрофобизатора, кг/т;

$G_{\text{Д}}$ – проектная норма потери химических добавок.

$$M_{\Gamma} = 7500 \times 2 \times 1,029 = 15\,435 \text{ кг.}$$

Потребность производства в диспергируемом порошке Vinnapas 5023 L $M_{\text{РП}}$ вычисляется по формуле:

$$M_{\text{РП}} = P_{\Gamma} \times U_{\text{РП}} \times G_{\text{Д}}, \quad (33)$$

где $U_{\text{РП}}$ – удельный расход порошка Vinnapas 5023 L, кг/т;

$G_{\text{Д}}$ – проектная норма потери химических добавок.

$$M_{\text{РП}} = 7500 \times 20 \times 1,029 = 154\,350 \text{ кг.}$$

Потребность производства в Mecellose FMC 60150 M_{FMC} вычисляется по формуле:

$$M_{\text{FMC}} = P_{\Gamma} \times U_{\text{FMC}} \times G_{\text{Д}}, \quad (34)$$

где U_{FMC} – удельный расход Mecellose FMC 60150, кг/т;

$G_{\text{Д}}$ – проектная норма потери химических добавок.

$$M_{\text{ФМС}} = 7500 \times 0,5 \times 1,029 = 3\,859 \text{ кг.}$$

Потребность производства в РСЕ суперпластификаторе Melflux 5581 F $M_{\text{С}}$ вычисляется по формуле:

$$M_{\text{С}} = P_{\Gamma} \times U_{\text{С}} \times G_{\text{Д}}, \quad (35)$$

где $U_{\text{С}}$ – удельный расход суперпластификатора, кг/т;
 $G_{\text{Д}}$ – проектная норма потери химических добавок.

$$M_{\text{С}} = 7500 \times 2,5 \times 1,029 = 19\,294 \text{ кг.}$$

Потребность производства в компенсаторе усадки Sitren PSR 100 $M_{\text{КУ}}$ вычисляется по формуле:

$$M_{\text{КУ}} = P_{\Gamma} \times U_{\text{КУ}} \times G_{\text{Д}}, \quad (36)$$

где $U_{\text{КУ}}$ – удельный расход компенсатора усадки, кг/т;
 $G_{\text{Д}}$ – проектная норма потери химических добавок.

$$M_{\text{КУ}} = 7500 \times 2 \times 1,029 = 15\,435 \text{ кг.}$$

Потребность производства в винной кислоте $M_{\text{ВК}}$ вычисляется по формуле:

$$M_{\text{ВК}} = P_{\Gamma} \times U_{\text{ВК}} \times G_{\text{Д}}, \quad (37)$$

где $U_{\text{ВК}}$ – удельный расход винной кислоты, кг/т;
 $G_{\text{Д}}$ – проектная норма потери химических добавок.

$$M_{BK} = 7500 \times 1 \times 1,029 = 7\,718 \text{ кг.}$$

Потребность производства в расширяющей добавке Denka CSA 20 M_P вычисляется по формуле:

$$M_P = P_\Gamma \times U_P \times G_D, \quad (38)$$

где U_P – удельный расход расширяющей добавки, кг/т;

G_D – проектная норма потери химических добавок.

$$M_P = 7500 \times 40 \times 1,029 = 308\,700 \text{ кг.}$$

Потребность производства в антивспенивателе Vinapog DF 9010 F M_A вычисляется по формуле:

$$M_A = P_\Gamma \times U_A \times G_D, \quad (39)$$

где U_A – удельный расход антивспенивателя, кг/т;

G_D – проектная норма потери химических добавок.

$$M_{ПЦ} = 7500 \times 1 \times 1,029 = 7\,718 \text{ кг.}$$

Таким же образом рассчитана потребность производства в материалах и сырье в сутки, в смену и в час. Расчеты приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Потребность производства в материалах и сырье

Наименование материала, полуфабриката	Удельный расход на 2 т, кг	Проектная норма потери, %	Потребность производства, кг			
			год	сутки	смена	час
Портландцемент 400–Д0	550	3,5	8 538 750	35 578	17 789	2 541

Окончание таблицы 16

Наименование материала, полуфабриката	Удельный расход на 2 т, кг	Проектная норма потери, %	Потребность производства, кг			
			год	сутки	смена	час
Известковая мука 100 мк	270	4,7	4 240 350	17 668	8 834	1 262
Кварцевый песок (0,63 и менее фракции)	1033	4,5	16 192 275	67 468	33 734	4 819
Гашеная известь	73	3,5	566 663	2 361	1 181	169
Эфир целлюлозы Mecellose FMC 2070	1	2,9	7 718	32,16	16,08	2,3
Порообразователь Esaron 1214	0,2	2,9	1 544	6,43	3,22	0,46
Эфир крахмала Amitrolit 8882	0,2	2,9	1 544	6,43	3,22	0,46
Гидрофобизатор (олеат Na, стеараты Ca, Zn, силан-силоксан)	2	2,9	15 435	64,31	32,16	4,59
Редиспергируемый порошок Vinnapas 5023 L	20	2,9	154 350	643,13	321,56	45,94
Mecellose FMC 60150	0,5	2,9	3 859	16,08	8,04	1,15
PCE супер-пластификатор Melflux 5581 F	2,5	2,9	19 294	80,39	40,2	5,74
Компенсатор усадки Sitren PSR 10	2	2,9	15 435	64,31	32,16	4,59
Винная кислота(убрать)	1	2,9	7 718	32,16	16,08	2,3
Расширяющая добавка Denka CSA 20	40	2,9	308 700	1 286	643	91,88
Антивспениватель Vinarog DF 9010 F	1	2,9	7 718	32,16	16,08	2,3

2.5.6 Расчет складов для материалов и готовой продукции

Склады цемента служат для хранения и обеспечения бесперебойной работы предприятия по производственной программе.

При проектировании складов цемента необходимо предусматривать раздельное хранение цемента по видам и маркам. По конструкции склада цемента могут быть бункерными, силосными.

Бункерные склады состоят из ряда емкостей круглой, квадратной и прямоугольной формы в плане.

Для приема, хранения и выдачи цемента в проекте принят автоматизированный притрассовый склад цемента.

Разгрузка автоцементовозов осуществляется пневматическим методом.

Производства сухих строительных смесей оснащают обычно складами силосного типа. Они состоят из отдельных ячеек – силосов диаметром 5-10м, вместимостью 25-1500 т. и более, изготовленных из металла или железобетона.

Нормируемый запас цемента применяют из условия 5-10 суточной потребности предприятия.

Силос цемента определяется по формуле:

$$Q_{\text{ц}} = П_{\text{г}} \times \text{Ц} \times n \times k / 0,9 \times P, \quad (40)$$

где $P_{\text{г}}$ – годовая производительность, м^3 ;

Ц – среднесуточный расход цемента на 1 м^3 продукта, $\text{т} / \text{м}^3$;

n – запас цемента на заводе, зависит от вида транспорта (железнодорожный – 7-10 суток, автотранспорт – 5-7 суток), сут;

k – потери при транспортировании – 1,04;

0,9 – коэффициент заполнения силоса;

P – годовой фонд работы оборудования, сут.

$$Q_{\text{ц}} = 10000 \times 0,785 \times 7 \times 1,04 / 0,9 \times 240 = 264 \text{ т.}$$

Для хранения цемента принимаем 2 силоса вместимостью 140 т. (100 м^3).

Склады заполнителей могут быть различных типов в зависимости от вида транспорта, способа приема, хранения и выдачи заполнителей. Склады могут быть открытыми и закрытыми, а в зависимости от способа складирования и хранения заполнителей – штабельные, полубункерные и силосные.

Штабельные и полубункерные склады могут быть оборудованы эстакадами, подземными галереями и т.д.

Склады сырья выбирают таким образом, чтобы их емкость обеспечивала бесперебойную работу предприятия в период между очередными поставками. Запас материалов на складах вяжущих и заполнителей принимается равным: 5-7 – суточной потребности при доставке автомобильным транспортом и 7-10 – суточной – при поступлении железнодорожным транспортом.

Определив количество материалов, подлежащих хранению на складе, в зависимости от местных климатических условий выбирают типовой склад требуемой конструкции и емкости.

Складирование гашеной извести, кварцевого песка и известковой муки осуществляется в одном помещении разделенном перегородками. Гашенная известь и известковая мука доставляется и хранится в биг-бэгах, а кварцевый песок – навалом. Суточные расходы: 17,7т; 67,5т; 2,4т. Площадь склада заполнителей:

$$F = \frac{Q \times T \times K_1}{\rho_n \times Q_n}, \quad (41)$$

где Q – объём материалов, поступающих на склад в сутки, м^3 ;

T – продолжительность хранения изделий;

K_1 – коэффициент, учитывающий проходы и проезды на складе = 1,5;

ρ_n – насыпная плотность материала, $\text{т}/\text{м}^3$;

Q_n – нормативный объём изделий на 1 м^2 площади склада, м^3 .

$$F = \frac{87,6 \times 7 \times 1,5}{1,2 \times 1,8} = 425 \text{ м}^2.$$

Склад заполнителей принимаем длиной 22м и шириной 20м. Были выбраны склады в виде кругового конуса, т.к. склады данного типа применяются на заводах небольшой мощности, работающих сезонно или круглогодично. Конусный склад характеризуется подачей заполнителей ленточным и шнековым конвейерами, точечным сбросом и отгрузкой экскаваторами, погрузчиками.

Все добавки хранятся в одном складском помещении. Общий расход добавок в сутки составляет 2,26т, что составляет 91 мешков по 25 кг. Мешки будут укладываться на поддоны в 8 рядов по 6 штук. Площадь одного поддона равна 2,25 м². Всего поддонов потребуется:

$$n_{\text{под}} = \frac{n_{\text{м}} \times T}{N}, \quad (42)$$

где $n_{\text{м}}$ – суточная потребность химических добавок, шт;

T – нормативный запас материалов, сут, $T=30$;

N – количество мешков на одном поддоне, шт.

$$n_{\text{под}} = \frac{91 \times 30}{48} \approx 57 \text{ шт.}$$

Площадь склада добавок:

$$F = \frac{n_{\text{под}} \times S \times K_1}{Q_{\text{н}}},$$

где S – площадь поддона, м²

$$F = \frac{57 \times 2,25 \times 1,5}{1,1} = 175 \text{ м}^2.$$

Склад добавок принимаем длиной 14м и шириной 13м.

Упаковка готовой продукции осуществляется в мешки по 25 кг. Хранение осуществляется на закрытом складе готовой продукции. Запас на складе гото-

вых изделий – 7 суток. Суточный объем продукции, поступающий на склад, составляет 41,7 м³. Площадь склада готовой продукции:

$$F = \frac{41,7 \times 7 \times 1,5}{1,5} = 292 \text{ м}^2.$$

Склад готовой продукции принимаем длиной 20м и шириной 15м.

2.5.7 Штат основных производственных рабочих

Исходя из принятой организации технологического процесса и компоновки оборудования, а также руководствуясь планами по труду аналогичных передовых предприятий, определяем потребность в рабочем и цеховом персонале. Состав основных производственных рабочих приведен в таблице 17.

Таблица 17 – Состав основных производственных рабочих

Профессия	Кол-во в смену		Итого
	1	2	
Оператор сушилки	1	1	2
Оператор фасовочной машины	1	1	2
Оператор смесителя	1	1	2
Оператор вибросита	1	1	2
Водитель фронтального погрузчика	3	3	6
Рабочий по хим. добавкам	1	1	2
Рабочий по приемке материала	2	2	4
Рабочий по отгрузке	2	2	4
Водитель экскаватор-погрузчика	1	1	2
Всего	13	13	26

3 ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

3.1 Экология

Развитие промышленного производства во всех странах мира поставило перед человечеством острую проблему охраны окружающей природной среды с целью сохранения экологических систем в различных регионах нашей планеты.

Охрана природы является одной из важнейших экологических и социальных задач нашего государства, так как с развитием промышленности, транспорта, сельского хозяйства, введением новых технологических процессов и вовлечением в эксплуатацию все большего количества природных ресурсов происходит резкое увеличение вредного воздействия на окружающую среду.

При нормировании концентрации вещества в воздухе или в воде используется принцип лимитирующего показателя, согласно которому нормирование производится по наиболее чувствительному для обслуживающего персонала или окружающей среды показателю.

В качестве меры, ограничивающей содержание загрязняющих веществ в окружающей среде, принята предельно допустимая концентрация (ПДК). ПДК – это такая концентрация, при воздействии которой на организм человека периодически или в течение жизни, прямо или опосредованно через экологические системы не возникает заболеваний или изменений состояния здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования сразу или в отдаленные сроки жизни настоящего или последующих поколений.

В практике нормирования и для санитарной оценки степени загрязнения воздушной и водной среды используется предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны (ПДК рз, мг/м³). Это такая концентрация вещества в воздухе, которая не вызывает у работающих при ежедневном вдыхании по 8 ч в течение всего рабочего стажа заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования непосредственно в процессе работы или в отдаленной перспективе. Рабочей зо-

ной считается пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которой находятся места постоянного или временного пребывания работающих.

В соответствии с законом Российской Федерации об охране окружающей среды для действующих, проектируемых и реконструируемых объектов независимо от организационно-правовых форм собственности производится оценка воздействия на окружающую среду.

Заложенное в проекте технологическое и вентиляционное оборудование соответствует мировому научно-техническому уровню.

В качестве пылесадительных устройств предпочтительно использовать рукавные фильтры, применение которых, по мнению большинства специалистов, более эффективно по сравнению с электрофильтрами. Использование для этих целей циклонов менее эффективно, так как последние обеспечивают эффективное улавливание лишь частиц пыли крупнее 30 – 40 мкм.

Рукавные фильтры предназначены для высокоэффективной очистки запыленного воздуха (газа) от пыли в вытяжных аспирационных системах различных отраслей промышленности: металлургической, химической, деревообрабатывающей, стройиндустрии и т.д.

Фильтр состоит из корпуса, разделенного на камеры неочищенного и очищенного газов, фильтровальных элементов (каркасного типа), клапанной секции с управляющими электромагнитами и устройством управления регенерацией рукавов.

Запыленный воздух через входной патрубок поступает в камеру, где расположены фильтрующие рукава. Пыль задерживается на фильтрующей поверхности материала, а очищенные газы удаляются через верхние открытые части рукавов в камеру очищенного газа.

Фильтрующие рукава изготавливаются на специализированном швейном оборудовании из высокоэффективных нетканых фильтрующих полотен как отечественного, так и зарубежного производства. Рукава могут также изготавливаться из токопроводящих материалов для снятия статического заряда.

Регенерация фильтровальных рукавов осуществляется периодически по сигналу от датчика перепада давления входящего в стандартную комплектацию без отключения фильтра односторонней импульсной продувкой сжатым воздухом, поступающим внутрь рукавов сверху через отверстия в продувочных коллекторах. Длительность импульсов и частота циклов регенерации устанавливается с помощью прибора управления регенерацией входящего в комплект поставки фильтра.

Система регенерации рассчитана на использование сжатого воздуха давлением 0,3 – 0,6 МПа (3 – 6 кгс/см²).

Фильтры для улавливания взрывоопасной пыли оснащаются предохранительными клапанами с разрушающейся мембраной. При этом пусковая аппаратура фильтра должна устанавливаться в отдельном (невзрывоопасном) помещении.

Для обеспечения нормальной работы фильтра должна периодически или постоянно (в зависимости от начальной запыленности) проводиться выгрузка уловленной пыли из бункера. Если выгрузка пыли производится в процессе эксплуатации фильтра, должна быть обеспечена герметизация выгрузного отверстия, которая осуществляется посредством шлюзовых питателей (шлюзовых затворов типа ШЗ или другого типа). Возможна установка других герметизирующих устройств. Для работы фильтров с двумя или тремя бункерами применяются шнековые транспортеры (по отдельному заказу), осуществляющие опорожнение бункеров и выгрузку пыли в одной точке. Для герметизации шнекового транспортера на его выгрузном отверстии необходимо установить шлюзовой затвор или другие герметизирующе-выгрузные устройства.

По заказу фильтр(ы) могут быть оснащены системой автоматики, которая может включать:

- сигнализацию и защиту фильтра от повышенной температуры очищаемых газов;
- управление пылевывозными устройствами одного или нескольких фильтров.

Система автоматики имеет возможность передачи всей информации на верхний уровень для контроля и управления системой очистки воздуха в комплексе с технологией, которую она обслуживает.

В процессе эксплуатации фильтра фильтрующие рукава подвергаются износу и через определенные промежутки времени должны заменяться. Замена рукавов производится сверху, для чего над фильтром должно быть пространство высотой не менее 1,5 м.

Запрещается сбрасывать или смывать в водоемы санитарно – бытового использования и в канализацию добавки и другие отходы производства, их растворы, эмульсии, а также отходы, образующиеся от промывки тракта хранения, подачи и дозирования вредных веществ – компонентов.

Для предотвращения загрязнения атмосферного воздуха в нашей стране принято ограничение на выброс вредных веществ в атмосферу промышленными предприятиями. Защита воздушного бассейна регламентируется предельно допустимыми концентрациями (ПДК) вредных веществ в атмосферном воздухе, предельно допустимыми выбросами (ПДВ) вредных веществ и временно согласованными выбросами (ВСВ) от источников загрязнения. С целью нормирования содержания примесей в атмосферном воздухе населенных пунктов министерством здравоохранения Российской Федерации установлены нормативные концентрации вредных веществ в виде среднесуточных и максимально разовых ПДК. За основу принято, что допустимая концентрация вредных веществ в воздухе может быть такая, которая не оказывает на человека вредного воздействия, не снижает его работоспособности, не влияет на его самочувствие и настроение, при этом привыкание к таким веществам признается недопустимым. Среднесуточная ПДК установлена для предупреждения общетоксического, канцерогенного, мутагенного и другого влияния. Максимально разовая ПДК – это такая концентрация вредного вещества в атмосферном воздухе, которая после 20 – минутного воздействия вызывает у человека рефлекторные реакции (ощущение запаха, привкуса, световой чувствительности).

Отходы производства: отсев песка (глинистые включения) возвращаются автотранспортом поставщику песка; отходы бумажных мешков сдаются в пункты приемки макулатуры, отходы моторного масла от автопогрузчиков используются в качестве антикоррозионной смазки наружных поверхностей металлических конструкций.

Отработанные люминесцентные лампы будут вывозиться в специальном контейнере один раз в год на их демеркуризации (удаления ртути).

Источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека (загрязнение атмосферного воздуха и неблагоприятное воздействие физических факторов) являются объекты, для которых уровни создаваемого загрязнения за пределами промплощадки превышают ПДК.

В проекте учтены все загрязняющие вещества, образующиеся при строительстве и эксплуатации завода по производству сухих строительных смесей.

При строительстве и эксплуатации объекта загрязняющие вещества содержатся в выхлопных газах строительной техники и автотранспорта (оксид углерода, углеводороды, диоксид азота, сажа и диоксид серы), а также при проведении окрасочных работ (ксилол и уайт-спирит), сварочных работ (железа оксид, марганец и его соединения). Основными видами строительных работ являются электротехнические работы, так как комплекс по изготовлению сухих строительных смесей является энергонасыщенным производством. Количественные характеристики загрязняющих веществ и их состав осуществлялись расчетно-аналитическими методами.

Проектом предусматривается использование установок сухой очистки загрязненного воздуха - циклонов и фильтров, что позволит в целом снизить выбросы пыли до 6,8 т/год. Все тракты подачи компонентов выполнены в полностью закрытом исполнении. Места выделения пыли оборудованы местными отсосами аспирационных систем. Доставка цемента и извести предусматривается в цементовозах, а их разгрузка и заполнение силосов – пневмотранспортом. Степень заполнения силосов контролируется с помощью вибрационных датчиков (мин/макс). Если при запуске сырья датчик сигнализирует о полном запол-

нении силоса, включается сирена. Основными компонентами являются песок и цемент.

Изготовители всех видов машин подтверждают, что уровень шума от работающего оборудования не превышает 100 дБ. Наибольшим локальным источником шума является воздуходувка (компрессор). В целях снижения шума до допустимых значений воздуходувка оснащена шумопоглощающим кожухом.

Проектируемый объект размещен на свободной территории. На отведенном земельном участке в процессе строительства плодородный слой почвенного покрова планируется бережно сохранять, складировав его на специальных участках, расположенных в пределах предоставленного в собственность земельного участка, и рекультивировать после окончания строительных работ.

На обозначенном земельном участке зеленые насаждения отсутствуют (пашня). После завершения строительства на территории, прилегающей к заводу, будет убран строительный мусор и проведено благоустройство земельного участка.

Таким образом, возникновение нежелательных социально-экологических последствий на период проведения строительно-монтажных работ, а также после его завершения и начала эксплуатации завода по производству сухих строительных смесей, вызванных экологическими причинами, исключается.

3.2 Безопасность жизнедеятельности

Безопасность проекта

Охрана труда рассматривается как одно из важнейших социально-экономических, санитарно-гигиенических и экономических мероприятий, направленных на обеспечение безопасных и здоровых условий труда. Охрана здоровья рабочих и служащих в процессе исполнения трудовых обязанностей закреплена в трудовом законодательстве, непосредственно направленном на создание безопасных и здоровых условий труда. Кроме того, разработаны и вве-

дены в действие многочисленные правила техники безопасности, санитарии, нормы и правила, соблюдение которых обеспечивает безопасность труда. Ответственность за состояние охраны труда несет администрация предприятия, которая обязана обеспечивать надлежащее техническое оснащение всех рабочих мест и создавать на них условия работы, соответствующие правилам охраны труда, техники безопасности, санитарным нормам.

Одним из важнейших принципов организации производства является создание безопасных и безвредных условий труда на всех стадиях производственного процесса. Мероприятия по охране труда обеспечиваются проектно-сметно-конструкторской и другой технической документацией.

Микроклиматические условия

Микроклимат производственных помещений – это комплекс физических факторов, оказывающих влияние на теплообмен человека и определяющих самочувствие, работоспособность, здоровье и производительность труда. Поддержание микроклимата рабочего места в пределах гигиенических норм – важнейшая задача охраны труда.

Показатели микроклимата:

- температура воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- мощность теплового излучения.

Воздушная среда из всех элементов, составляющих среду обитания и деятельности человека, является важнейшей. Природный воздух представляет собой сложную динамическую систему, образованную различными газами (и парами) и находящимися во взвешенном состоянии мельчайшими твердыми и жидкими частицами – аэрозолями.

Жизнедеятельность человека может нормально протекать лишь при условии сохранения температурного гомеостаза организма, что достигается за счет

системы терморегуляции и деятельности других функциональных систем: сердечно-сосудистой, выделительной, эндокринной и систем, обеспечивающих энергетический, водно-солевой и белковый обмен.

Для исключения переохлаждения или перегрева тела человека необходимо создавать на рабочем месте такие метеорологические условия (подобрать такие значения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха), при совместном действии которых был бы обеспечен нормальный режим терморегуляции организма человека. Потери тепла с поверхности тела человека при определённой влажности воздуха зависят от фактической скорости перемещения воздуха на рабочем месте.

В состоянии покоя человек отдаёт в среднем 2400–2700 ккал в сутки, включая потерю тепла на нагрев пищи, питья и выдыхаемого воздуха.

В условиях производства отдача тепла затрудняется, так как при той или иной работе вырабатывается дополнительное количество тепла.

Тогда в организме изменяется режим работы кровеносных сосудов, которые расширяются у поверхности тела, отчего кровь перемещается к периферии. Вследствие этого изменяются соотношения между количеством тепла, отдаваемого посредством испарения пота, излучения и конвекции.

Метеорологические условия, обеспечивающие нормальный режим терморегуляции, таким образом, зависят от категории тяжести работ, выполняемых человеком.

Параметры воздушной среды (температура $t^{\circ}\text{C}$, относительная влажность $r\%$ и скорость движения воздуха v м/сек), обеспечивающие нормальный режим терморегуляции, расцениваются как оптимальные.

Для того чтобы судить о том, удовлетворяют ли метеорологические условия на рабочем месте санитарно-гигиеническим требованиям, т.е. являются или нет указанные выше параметры воздушной среды оптимальными, необходимо провести исследование метеорологических условий на данном рабочем месте и полученные результаты сравнить с допустимыми по нормам.

В нашем цехе негативное воздействие на человека может оказывать барабанная сушилка песка за счет поступления теплоизбытков.

Контроль температуры воздуха в лаборатории осуществляется согласно который устанавливает оптимальные и допустимые микроклиматические условия в зависимости от характера производственных помещений, времени года и категории выполняемой работы.

Освещение

Требования к освещению, состоят в обеспечении достаточной освещенности рабочих поверхностей, высокого качества и надежности осветительных установок, удобства их обслуживания и эксплуатации. При этом обязательно учитываются требования пожарной и электробезопасности. Сегодня поговорим только про требования к освещению.

Одним из факторов внешней среды, определяющих благоприятные условия труда, является рациональное освещение рабочей зоны. Недостаточное освещение является одной из причин снижения производительности труда и появления профессиональных заболеваний зрительного аппарата.

Рациональное освещение помещений – один из наиболее важных факторов, от которых зависит эффективность трудовой деятельности человека. Хорошее освещение необходимо для выполнения большинства задач оператора. Для того, чтобы спланировать рациональную систему освещения, учитывается специфика рабочего задания, для которого создается система освещения, скорость и точность, с которой это рабочее задание должно выполняться, длительность его выполнения и различные изменения в условиях выполнения рабочих операций.

Освещенность на рабочем месте должна соответствовать характеру зрительной работы, который определяется следующими параметрами:

- не должно быть резких теней на рабочем месте;
- обеспечить постоянство освещенности на рабочем месте во времени;

- отсутствие прямой и отраженной блескости в поле зрения;
- рациональное направление светового потока;
- обеспечить необходимый спектральный состав;
- безопасность и простота в эксплуатации;
- естественное и искусственное освещение в помещениях регламентируется нормами в зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона, контраста объекта с фоном.

Правильно выполненное освещение рабочих мест способствует здоровью, безопасности и общему психологическому состоянию работающих.

Требования к естественному освещению регламентируют ГОСТ Р 55710 – 2013. При недостаточном естественном освещении применяют искусственное освещение, которое бывает общее или местное [17].

Вредные факторы производства

Под загрязнением воздуха понимается прямое или косвенное введение в него любого вещества в таком количестве, которое изменяет качество и состав чистого атмосферного воздуха, нанося вред людям, живой и неживой природе.

Пыль в производстве сухих строительных смесей при многих технологических процессах выделяется пыль, загрязняющая воздушную среду. Она является опасной гигиенической вредностью, отрицательно влияющей на здоровье человека. Пыль может проникать в организм человека тремя путями: через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт и кожу.

Концентрация пыли в воздухе чаще всего измеряется весовым методом и регламентируется также ГОСТ Р 55175 – 2012 [18].

В нашей лаборатории концентрацию пыли не измеряют, но здесь предусмотрена искусственная вентиляция и постоянное проветривание естественным путем. Для защиты тела работающих применяют различную спецодежду теплозащитную, противопыльную, кислотостойкую и др. Голова работающего защищается каской, шлемом и др.

Разнообразны виды спецобуви в соответствии с условиями рабочей среды. Она изготавливается на нескользящей подошве, стойкой к действию загрязнений рабочей среды. В необходимых случаях обувь изготавливается утепленной, противоударной, виброзащищенной. Для защиты рук применяются перчатки и рукавицы прорезиненные или из кислотостойких материалов; выпускаются также виброзащитные рукавицы.

При приготовлении сухих строительных смесей основную вредность оказывают пыль от цемента, песка.

Цемент. Пыль цемента вызывает отдышку, кашель, сухость во рту, кожные заболевания. ПДК_{р.з.} – 6 мг/м³. Защита: респираторы и смазывание открытых частей тела жиряющими кремами.

Песок. Пыль песка вызывает кашель, сухость во рту, кожный зуд. ПДК_{р.з.} – 2 мг/м³. Защита: респираторы и спецодежда.

Вибрация и шумы

С использованием вибрационного оборудования организм человека подвергается вредному воздействию.

Ослабление вибрации в нашем случае достигается путем установки между виброактивной машиной и поддерживающей конструкцией виброизолирующих устройств которыми служат резиновые прокладки. Также оборудование установлено на самостоятельный фундамент, масса которого уменьшает амплитуду колебания.

Ослаблять вибрацию возможно применением виброизоляции, виброгасящих оснований, виброизоляция в сочетании с применением виброгасящих оснований. Установка машин на упругие опоры практически не ослабляет вибраций самой машины, но уменьшает передачу вибраций на поддерживающую конструкцию и, следовательно, уменьшает вибрацию рабочих мест.

Вибрационное оборудование при приготовлении сухих строительных смесей по мимо вибрации создает шум. Общие требования к шуму регламентируется ГОСТ 12.1.003 – 2014 [19].

Для защиты работающих с шумным оборудованием, применяется звукоизоляция вспомогательных помещений, смежных с шумным производственным участком, звукоизолирующие кожухи, обработка стен и потолка звукоизолирующими облицовками или штучными поглотителями, звукоизолирующие кабины и укрытия для регламентированного отдыха работников шумных постов.

Электробезопасность

Электробезопасность регламентируется ГОСТ 12.1.019 – 2017. Настоящий стандарт относится к группе стандартов в области электробезопасности, регламентирующих общие требования и номенклатуру видов защиты и применяемых для электроустановок и электрооборудования на стадиях проектирования, изготовления, монтажа, наладки, испытаний и эксплуатации [20].

При выполнении работ вблизи токоведущих частей, находящихся под напряжением, существует опасность случайного прикосновения к ним. При работах на отключенных токоведущих частях, проводах имеется опасность случайного появления на них напряжения в результате ошибочного включения. При работе на электроустановках с целью защиты от поражения электрическим током применяют электрозащитные средства.

Основные изолирующие электрозащитные средства способны длительное время выдержать рабочее напряжение и их использование допускает прикосновение к частям электроустановок, находящихся под напряжением (до 1000 В). К ним относят диэлектрические резиновые перчатки, инструменты с изолированными рукоятками, токоискатели, в электроустановках напряжением выше 1000 В – изолирующие штанги, изолирующие и токоведущие клещи, указатели высокого напряжения. Дополнительные изолирующие средства не могут полностью защитить человека от поражения электрическим током. Их основное

назначение, усилить защитное действие основных изолирующих средств. К дополнительным средствам в электроустановках напряжением до 1000 В относят диэлектрические галоши, коврики и изолирующие подставки. В электроустановках свыше 1000 В к дополнительным средствам относятся диэлектрические перчатки, боты, коврики и изолирующие подставки. Изолирующие средства проверяют внешним осмотром перед каждым употреблением и периодически испытывают через 6...12 месяцев.

Электробезопасностью предусмотрено: заземление и шкаф, в котором размещены источники электроэнергии, распределительных устройств и к которому закрыт доступ посторонним лицам. На дверях шкафа установлена блокировка, отключающая электроэнергию при открывании дверей. Проводящие части, находящиеся под опасным рабочим, наведенным, остаточным напряжением, не должны быть доступными, а доступные проводящие части не должны находиться под опасным напряжением при нормальных условиях (при отсутствии повреждения), а также в случае единичного повреждения.

Пожарная безопасность

Пожары и взрывы возникают на объектах, где имеются горючие и взрывоопасные вещества и источники зажигания. Пожарная безопасность выполняется согласно ГОСТ Р 12.3.047 – 2012 [21].

В отношении каждого объекта руководитель организации утверждает инструкцию о мерах пожарной безопасности. В том числе отдельно для каждого пожаровзрывоопасного и пожароопасного помещения категории В1 производственного и складского назначения.

К работе на объекте можно допускать только тех лиц, которые прошли обучение мерам пожарной безопасности. Обучение делится на два вида:

- противопожарный инструктаж;
- пожарно-технический минимум.

Порядок и сроки проведения противопожарного инструктажа и прохождения пожарно-технического минимума определяет руководитель организации.

Лица, не прошедшие инструктаж о соблюдении мер пожарной безопасности, не допускаются к работе. Каждый работающий на предприятии обязан выполнять требования «Правил пожарной безопасности», а также принимать меры по устранению выявленных противопожарных нарушений и ликвидации возникающих загораний и пожаров.

На объектах с массовым пребыванием людей, а также на объектах с рабочими местами на этаже для 10 и более человек руководитель организации размещает планы эвакуации людей при пожаре. На планах эвакуации людей при пожаре обозначают места хранения первичных средств пожаротушения.

Руководитель организации обеспечивает наличие табличек с номером телефона для вызова пожарной охраны в следующих помещениях:

- складских;
- производственных;
- административных;
- общественных;
- в местах размещения технологических установок.

В нашей работе используемые материалы пожароопасными не являются. В помещении необходимо исключить использование открытого огня, курения, короткого замыкания в электроприборах. Лаборатория снабжена сигнальной кнопкой в случае пожара и огнетушитель.

Не реже одного раза в год руководитель организации проводит работы по очистке вентиляционных камер, циклонов, фильтров и воздухопроводов от горючих отходов. По итогам составляют соответствующий акт.

Осуществление мероприятий, направленных на обеспечение пожарной безопасности, возлагается на руководящий персонал. Они несут ответственность за организацию пожарной безопасности, за выполнение в установленные сроки необходимых противопожарных мероприятий, за соблюдение противопожарного режима. Они должны осматривать помещение перед его закрытием

по окончании рабочего дня. Выявление при этом нарушения требований пожарной безопасности должны быть немедленно устранены.

Заключение

Особое место среди современных материалов занимают сухие строительные смеси, они имеют неоспоримые преимущества и высокую эффективность, как в техническом, так и в экономическом отношении, от них зависит архитектурная выразительность и эстетика градостроительства, создание комфортных условий проживания, рациональное использование топливно-энергетических ресурсов и многое другое.

Рассматривая тенденцию развития производства сухих строительных смесей можно выделить два основных факторов, тормозящих и ускоряющих развитие их производства. Производство сухих строительных смесей в России, в ближайшем будущем имеет благоприятные перспективы развития, поскольку возрастающий объем строительства предопределяет повышение спроса на ССС, при этом важным фактором увеличения емкости рынка является замещение конкурентно способной отечественной продукцией импортных аналогов.

По результатам выпускной квалификационной работы были сделаны следующие выводы:

1) В качестве выпускаемой продукции были выбраны напольные и штукатурные сухие смеси. Предпосылками к созданию производства выступали следующие факторы:

– увеличение объемов индивидуального жилищного строительства на рынке г. Красноярска;

– изменение предпочтений потребителей в пользу экологически чистых строительных материалов;

– наличие достаточной сырьевой базы для организации производства.

2) В качестве основных сырьевых материалов выбраны: вяжущее – портландцемент 400–Д0 от производителя ООО «Красноярский цемент»; заполнитель – кварцевый песок Терентьевского месторождения; химические добавки АО «Еврохим-1 Функциональные добавки».

3) Для снижения производственных площадей технологического участка и экономии электроэнергии, из-за отсутствия дополнительных транспортных устройств, был выбран вертикальный способ производства сухих строительных смесей. Производственная программа технологической линии составляет 15 000т сухих строительных смесей в год.

4) Выполнены все необходимые технологические расчеты, благодаря которым было подобрано технологическое оборудование.

5) При разработке технологической линии были учтены все загрязняющие вещества, образующиеся при строительстве и эксплуатации малого предприятия. Таким образом, возникновение нежелательных социально-экологических последствий на период проведения строительно–монтажных работ, а также после его завершения и начала эксплуатации завода по производству сухих строительных смесей, вызванных экологическими причинами, исключается.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Остроухов, А.В. Анализ современного состояния автоматизации процесса производства сухих строительных смесей / А.В. Остроухов, П.А. Вэй, Н.Е. Суркова // Механизация строительства. – 2014. – № 7(841) – С. 59–63.
- 2 Лях, А.Ф. Оценка возможности выхода на рынок сухих строительных смесей в Новосибирской области / А.Ф. Лях, Ю.А. Казанцева // Теория и практика современной науки. – 2015. – № 6 – С. 595–600.
- 3 Дергунов, С. А. Сухие строительные смеси (состав, технология, свойства): учебное пособие / С. А. Дергунов, С. А. Орехов.– Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2012. – 106 с.
- 4 Денисов, Г.А. Производство и использование сухих строительных смесей / Г.А. Денисов // Сухие строительные смеси. – 2011. – № 1 – С. 14–17.
- 5 ГОСТ 31189–2015 Смеси сухие строительные. Классификация (с Поправкой) – взамен ГОСТ 31189–2003; введ. 01.10.2015 г. – Москва: Стандартинформ. 2015. – 6 с.
- 6 ГОСТ 31358–2019 Смеси сухие строительные напольные. Технические условия – взамен ГОСТ 31358–2007; введ. 1.05.2020 г. – Москва: Стандартинформ. 2020. – 14 с.
- 7 Селяев, В.П. Сухие строительные смеси для штукатурных работ с тонкодисперсными минеральными активными добавками / Р.Е. Нурлыбаев, Е.С. Орынбеков // Региональная архитектура и строительство. – 2019. – № 2(39) – С. 72–79.
- 8 ГОСТ 31357–2007 Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Общие технические условия; введ. 22.05.2008 г. – Москва: Стандартинформ. 2008. – 9 с.
- 9 Альжанова, А.Ж. влияние составов сухих строительных смесей на технические свойства строительных материалов / А.Ж. Альжанова, // Управление инновациями: теория, методология, практика. – 2016. – № 18 – С. 526–59.

- 10 ГОСТ 10178–85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия – взамен ГОСТ 10178–76; введ. 1.01.1987 г. – Москва: Стандартинформ. 1987. – 12 с.
- 11 ГОСТ 969–91 Цементы глиноземистые и высокоглиноземистые. Технические условия (Переиздание) – взамен ГОСТ 969–77; введ. 1.01.1992 г. – Москва: Стандартинформ. 2007. – 7 с.
- 12 ГОСТ 8736–2014 Межгосударственный стандарт. Песок для строительных работ. Технические условия; введ. 1.04.2015 г. – Москва: Стандартинформ. 2015. – 10 с.
- 13 Дергунов, С. А. Проектирование составов сухих строительных смесей / С. А. Дергунов, В. Н. Рубцова. – Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2007. – 97 с.
- 14 ГОСТ Р 56178–2014 Модификаторы органоминеральные типа МБ для бетонов, строительных растворов и сухих смесей; введ. 21.10.2014 г. – Москва: Стандартинформ. 2015. – 21 с.
- 15 Добавки для производства сухих строительных смесей / Функциональные добавки // ЕвроХим–1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.eurochem.ru – Загл. с экрана.
- 16 Смеситель вибрационный СМВ / Механическое оборудование // Консит – А [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.consit.ru – Загл. с экрана.
- 17 ГОСТ Р 55710–2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений; введ. 01.07.2014 г. – Москва: Стандартинформ. 2014. – 16 с.
- 18 ГОСТ Р 55175-2012 Атмосфера рудничная. Методы контроля запыленности; введ. 01.12.2013 г. – Москва: Стандартинформ. 2014. – 11 с.
- 19 ГОСТ 12.1.003– 2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (Переиздание) – взамен ГОСТ 12.1.003– 83; введ. 01.11.2015 г. – Москва: Стандартинформ. 2015. – 23 с.

20 ГОСТ 12.1.019–2017 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты; введ. 01.01.2019 г. – Москва: Стандартинформ. 2019. – 15 с.

21 ГОСТ Р 12.3.047–2012 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля – взамен ГОСТ Р 12.3.047 – 98 ; введ. 01.01.2014 г. – Москва: Стандартинформ. 2014. – 23 с.

Номенклатура выпускаемой продукции

Смесь сухая напольная самовыравнивающаяся
быстротвердеющая Рк4, В15, F50

Цементно-известковая выравнивающая
штукатурная смесь, КП III, F50

Состав и дозировка напольной смеси

Наименование	Дозировка, %	Расход на 1 ³ , м ³ кз
Портландцемент М400	40,0	560
Известковая мука 100 мкм	15,0	225
Кварцевый песок (0,63 и ниже)	38,3	574,5
Редиспергируемый порошок Vi parax 5023 L	2,00	30
Мecellose FMC 60150	0,05	0,75
PCE суперпластификатор Mel flux 5581 F	0,25	3,75
Компенсатор усадки Sitren PSR 100	0,20	3
Антивспениватель Vi parox DF 9010 F	0,10	1,5
Винная кислота	0,10	1,5
Расширяющая добавка Denka CSA 20	4,00	60

Характеристики напольной смеси

Техническая характеристика	Значение
Марка по подвижности растворной смеси, не менее	Рк4
Рекомендуемая толщина применения в один слой	2 - 20(30) мм
Максимальная фракция наполнителя, не более	0,63 мм
Жизнеспособность, не менее	40 минут
Расход воды на 1 кг сухой смеси	0,22 - 0,25 л
Расход смеси при толщине слоя 1 мм, около	1,71,8 кг на 1 м ²
Прочность на сжатие через 28 суток, не менее	25 МПа
Прочность сцепления через 28 суток, не менее	1 МПа
Морозостойкость	50 циклов
Истираемость, не более	0,8 г/см ²
Влажность, %масс., не более	0,1 мм/м
Деформации усадки, не более	1 мм/м
Деформации расширения, не более	0,5 мм/м
Температура эксплуатации	-25°С... +70°С

Состав и дозировка штукатурной смеси

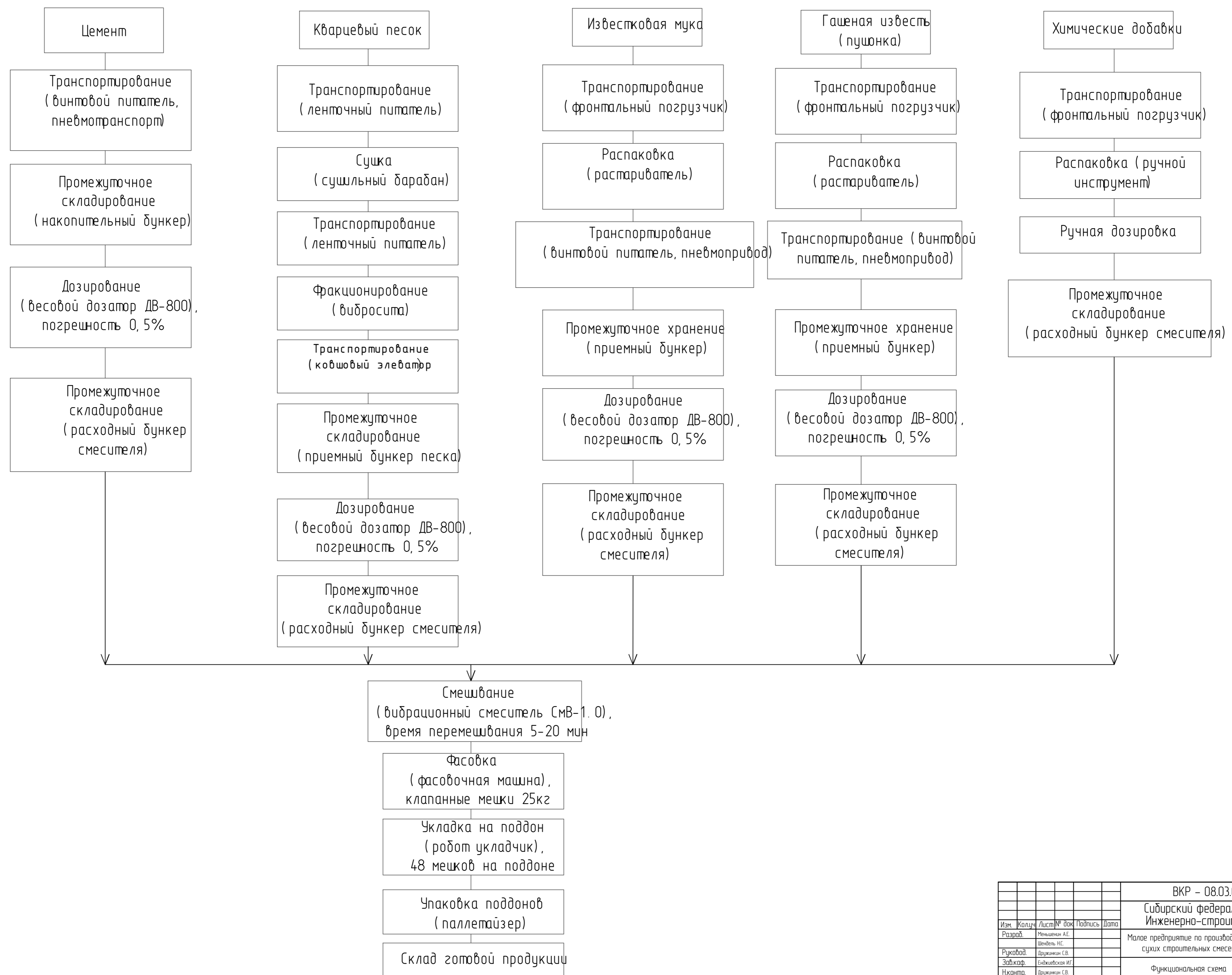
Наименование	Дозировка, %	Расход на 1 м ³ , кг
Портландцемент М400	15,0	225
Гашеная известь Са(ОН)2	7,3	109,5
Известняковая мука СаСО3 40-100 мкм	12,0	180
Кварцевый песок 0,1-1,3 мм	65,0	975
Эфир целлюлозы Мecellose FMC 2070	0,10	1,5
Порообразователь Esapon 1214	0,02	0,3
Эфир крахмала Amifrolit 8882	0,02	0,3
Гидрофобизатор	0,20	3

Характеристики штукатурной смеси

Техническая характеристика	Значение
Марка подвижности	Рк2 (4-8 см)
Наибольшая крупность зерен наполнителя	0,63 мм
Жизнеспособность растворной смеси	не менее 4 часов
Рекомендуемая толщина слоя нанесения	5-30 мм
Водоудерживающая способность	95%
Прочность при сжатии	не менее 5,0 МПа
Прочность сцепления с основанием	не менее 0,4 МПа
Морозостойкость, циклы	не менее 50
Удельная эффективная активность естественных радионуклидов Аэфф	не более 370 Бк/кг

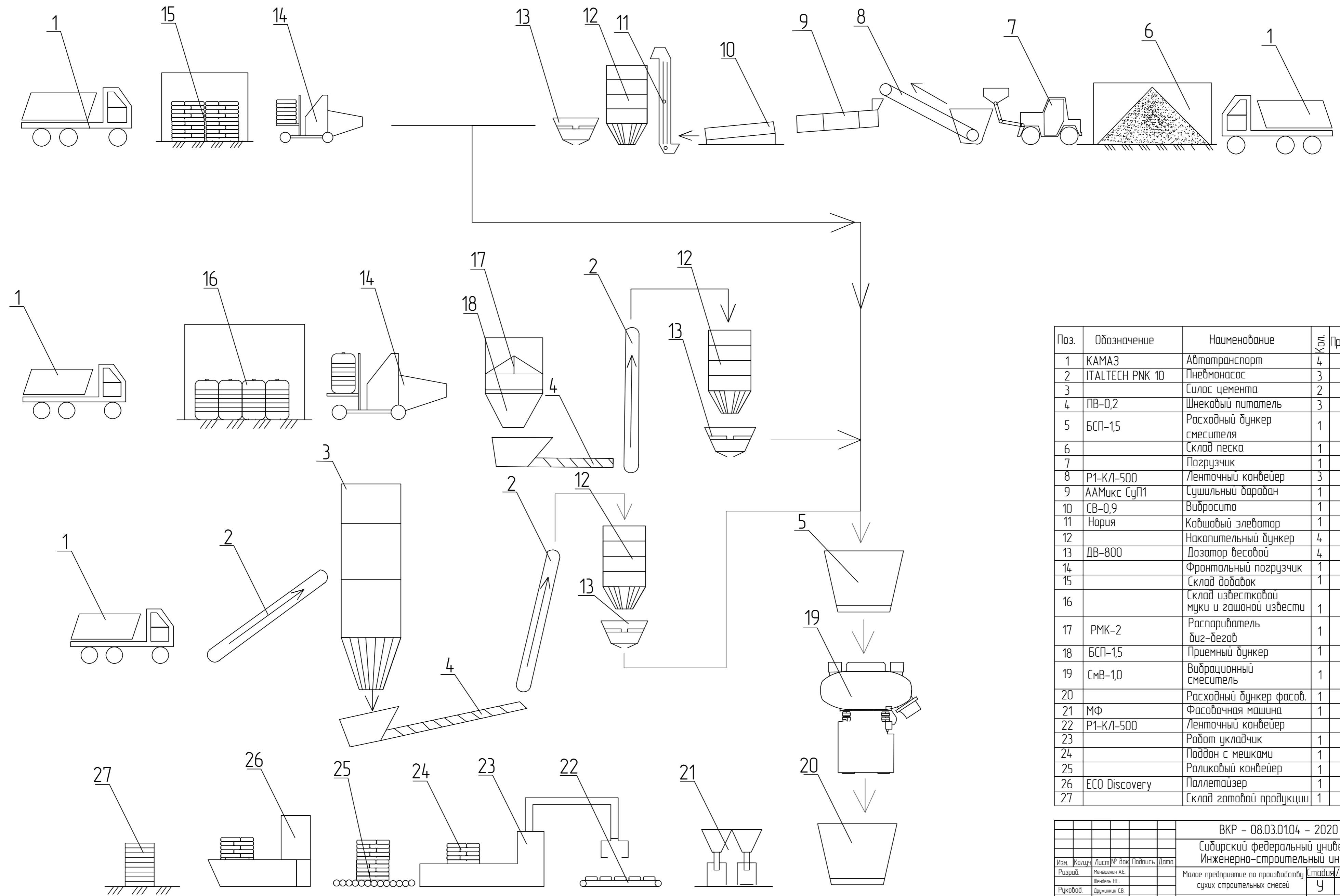
ВКР - 08.03.01.04 - 2020					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол-во	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разроб.	Мельник А.Е.				
Руковод.	Шувель Н.С.				
Зав.каф.	Дружанин С.В.				
Н.контр.	Дружанин С.В.				
Малое предприятие по производству сухих строительных смесей					Страницы/Листы/Листов
Номенклатура выпускаемой продукции					У 2 10
					СМУТС

Функциональная схема



ВКР - 08.03.01.04 - 2020					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Колуч	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разроб.	Меньшин А.Е.				
Руковод.	Шмель Н.С.				
Заб.каф.	Дружанин С.В.				
Н.контр.	Будышевская И.Г.				
	Дружанин С.В.				
Малое предприятие по производству сухих строительных смесей				Страница/Лист	Листов
Функциональная схема				У	3 / 10
				СМУТС	

Технологическая схема

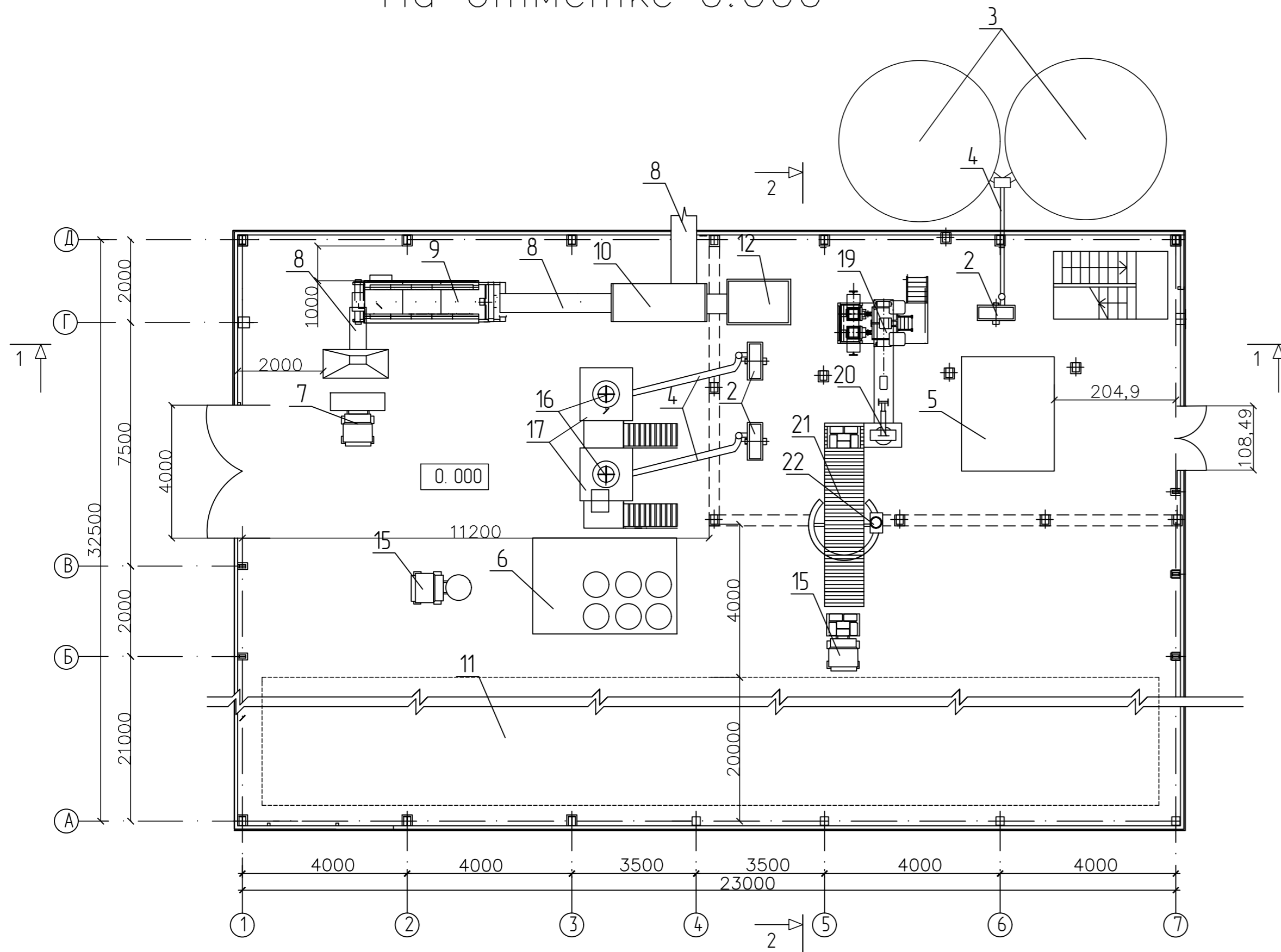


Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
1	КАМАЗ	Автомобиль	4	
2	ITALTECH PNK 10	Пневмонасос	3	
3		Силос цемента	2	
4	ПВ-0,2	Шнековый питатель	3	
5	БСП-1,5	Расходный бункер смесителя	1	
6		Склад песка	1	
7		Погрузчик	1	
8	P1-KЛ-500	Ленточный конвейер	3	
9	ААМикс СуП1	Сушильный барабан	1	
10	СВ-0,9	Вибросито	1	
11	Нория	Ковшовый элеватор	1	
12		Накопительный бункер	4	
13	ДВ-800	Дозатор весовой	4	
14		Фронтальный погрузчик	1	
15		Склад добавок	1	
16		Склад известковой муки и гашеной извести	1	
17	РМК-2	Распариватель диг-дегов	1	
18	БСП-1,5	Приемный бункер	1	
19	СМВ-1,0	Вибрационный смеситель	1	
20		Расходный бункер фасов.	1	
21	МФ	Фасовочная машина	1	
22	P1-KЛ-500	Ленточный конвейер		
23		Робот укладчик	1	
24		Поддон с мешками	1	
25		Роликовый конвейер	1	
26	ECO Discovery	Паллетайзер	1	
27		Склад готовой продукции	1	

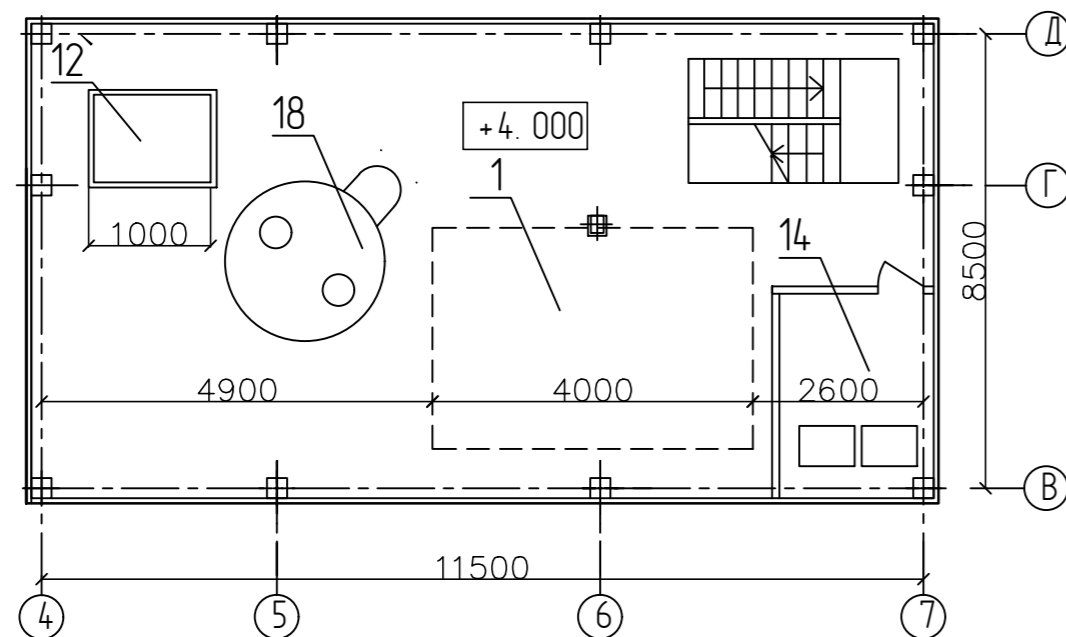
ВКР - 08.03.01.04 - 2020 ТХ				
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт				
Изм.	Коллч	Лист № док	Подпись	Дата
Разроб.	Меньшиков А.Е.			
Руковод.	Шендель Н.С.			
Заб.каф.	Дружников С.В.			
Н.контр.	Будышевская И.Г.			
	Дружников С.В.			
Малое предприятие по производству сухих строительных смесей				Страницы/Листы/Листов
Технологическая схема				У 4 10
				СМУТС

Планы

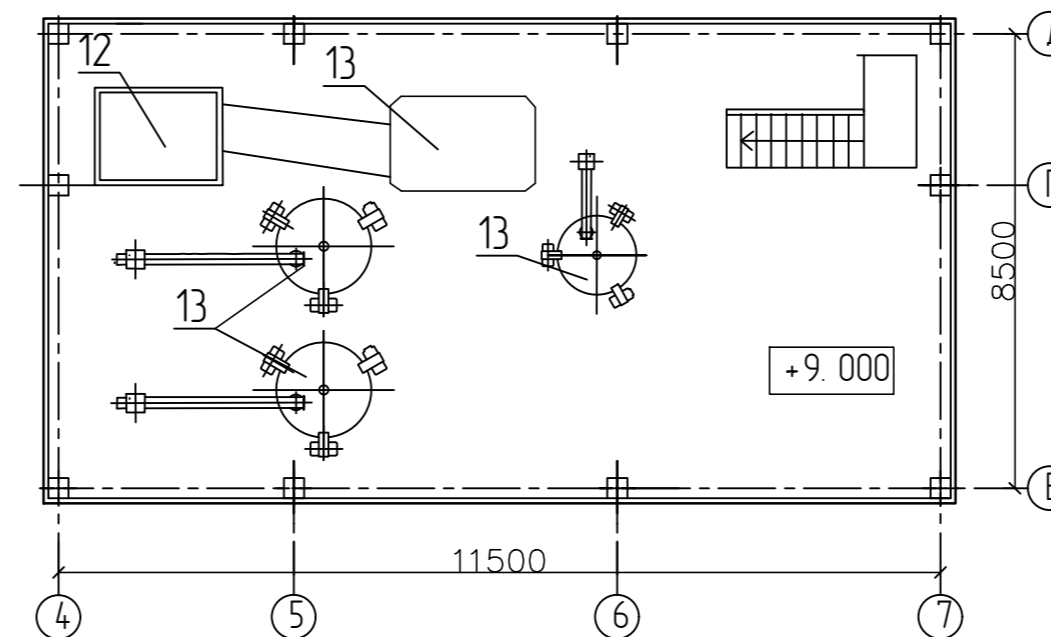
На отметке 0.000



На отметке +4.000



На отметке +9.000

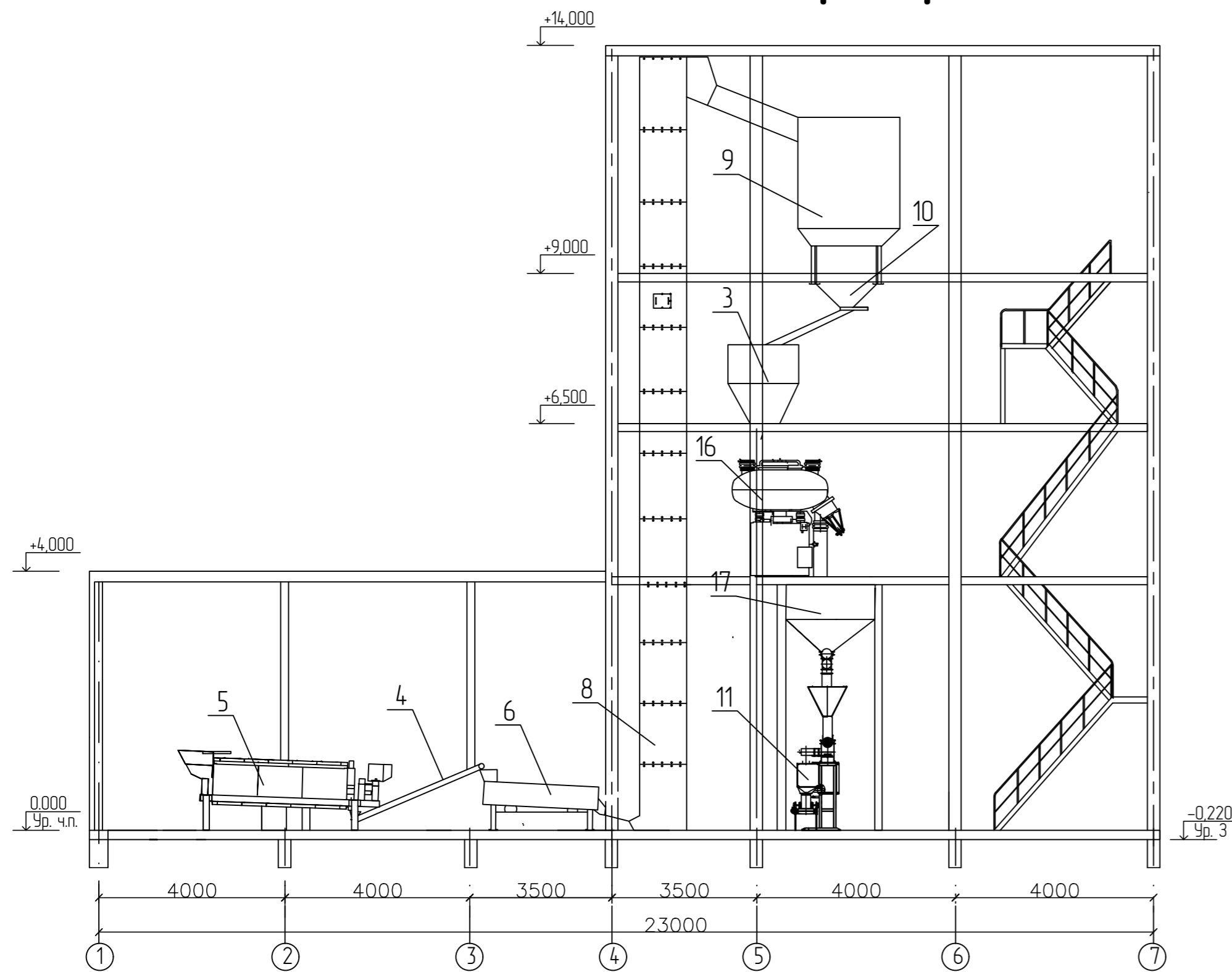


Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
1		Пост дозировки добавок	1	
2	ITALTECH PNK 10	Пневмонасос	3	
3		Силос цемента	2	
4	ПВ-0,2	Шнековый питатель	3	
5		Временное складирование добавок	1	
6		Пост разгрузки диг-бегов	1	
7		Погрузчик	1	
8	P1-KL-500	Ленточный конвейер	3	
9	ААМикс СуП1	Сушильный барабан	1	
10	СВ-0,9	Вибросита	1	
11		Склад готовой продукции	1	
12	Нария	Ковшовый элеватор	1	
13		Накопительный бункер	4	
14		Операторская	1	
15		Фронтальный погрузчик	2	
16	РМК-2	Распариватель диг-бегов	2	
17	БСП-1,5	Приемный бункер	2	
18	СМВ-1,0	Вибрационный смеситель	1	
19	МФ	Фасовочная машина	1	
20		Робот укладчик	1	
21	КАМАЗ	Роликовый конвейер	1	
22	ECO Discovery	Паллетайзер	1	

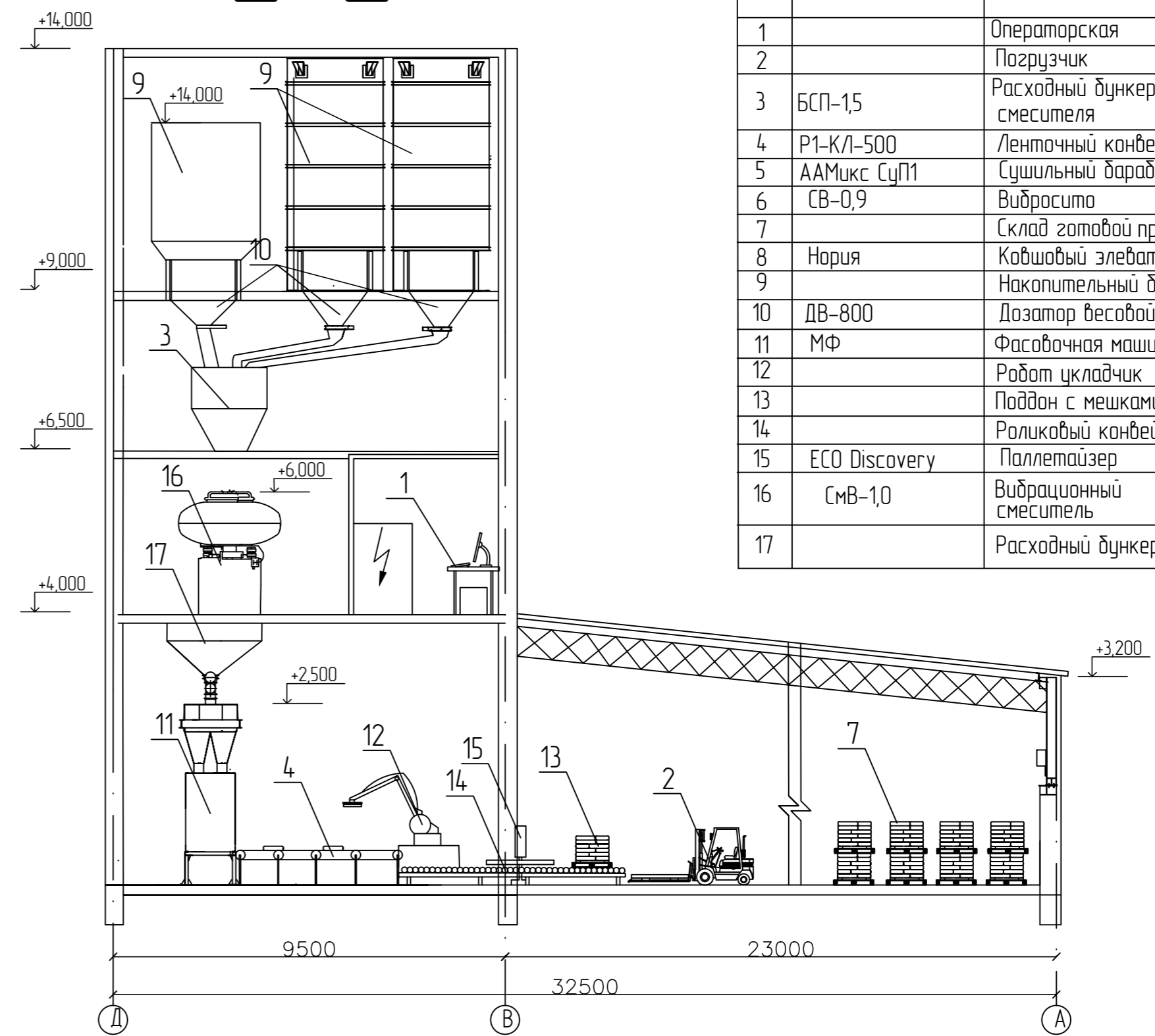
ВКР - 08.03.01.04 - 2020 СБ				
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол-во	Лист № док	Подпись	Дата
Разроб.	Меньшиков А.Е.			
Руковод.	Шендель Н.С.			
Заб.каф.	Дружанин С.В.			
Н.контр.	Буйкишевская И.Г.			
Малое предприятие по производству сухих строительных смесей				Страницы/Листы/Листов
Планы на отметках 0.000, +4.000, +9.000				У 5 10 СМУТС

Разрезы

1-1



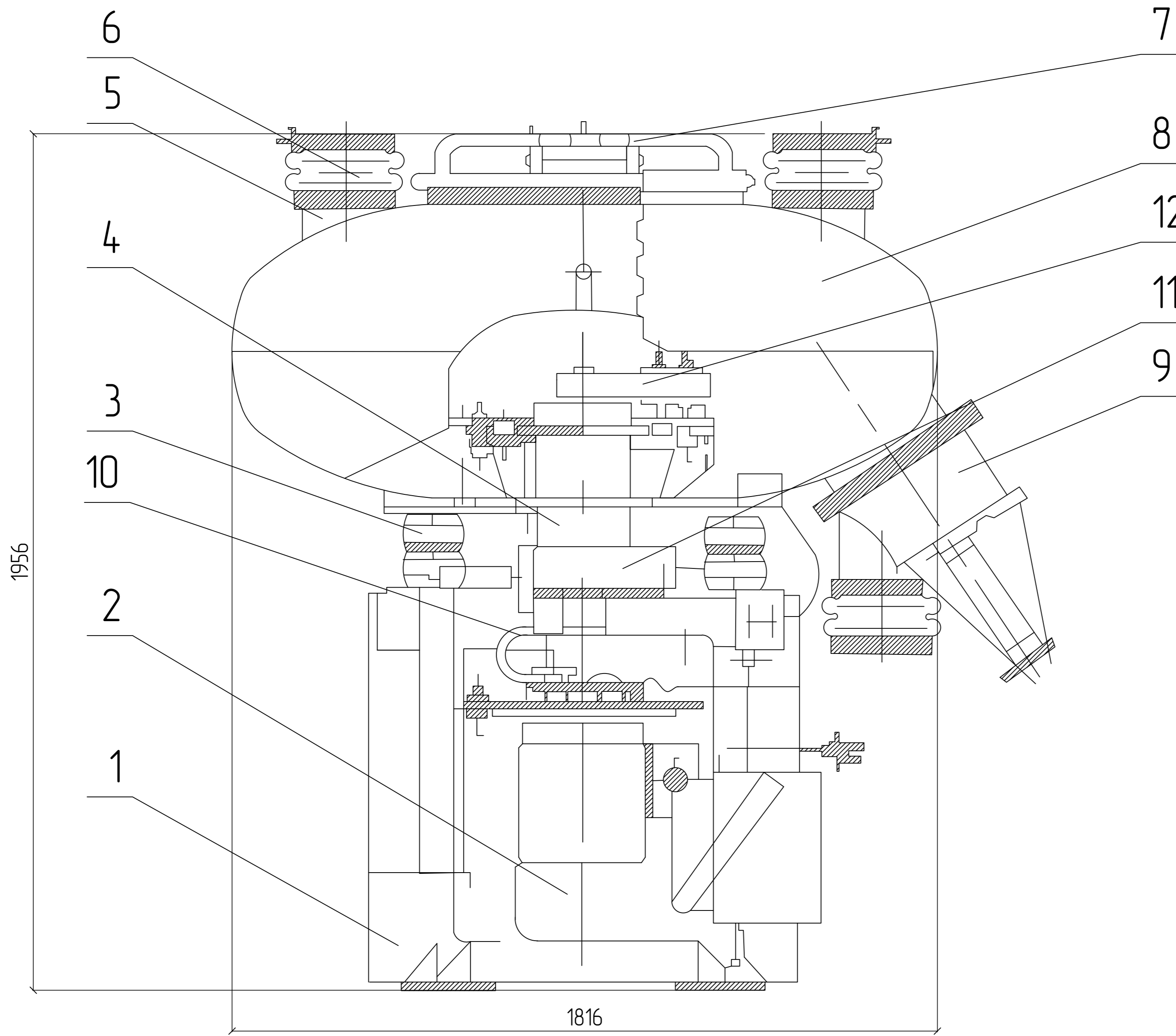
2-2



Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
1		Операторская	1	
2		Погрузчик	1	
3	БСП-1,5	Расходный бункер смесителя	1	
4	P1-KЛ-500	Ленточный конвейер	3	
5	ААМикс СуП1	Сушильный барабан	1	
6	СВ-0,9	Вибросито	1	
7		Склад готовой продукции	1	
8	Нория	Ковшовый элеватор	1	
9		Накопительный бункер	4	
10	ДВ-800	Дозатор весовой	4	
11	МФ	Фасовочная машина	1	
12		Работ укладчик	1	
13		Поддон с мешками	1	
14		Роликовый конвейер	1	
15	ЕССО Discovery	Паллетайзер	1	
16	СМВ-1,0	Вибрационный смеситель	1	
17		Расходный бункер фасов.	1	

ВКР - 08.03.01.04 - 2020 СБ					
Сибирский федеральный университет					
Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.	Меньшиков А.Е.				
	Шендель Н.С.				
Руковод.	Дрожжин С.В.				
Зав.каф.	Евдокимов И.Г.				
Н.контр.	Дрожжин С.В.				
Малое предприятие по производству сухих строительных смесей				Страницы	Листов
Разрезы 1-1; 2-2				У	6 / 10
				СМУТС	

Смеситель СВ-1, 0

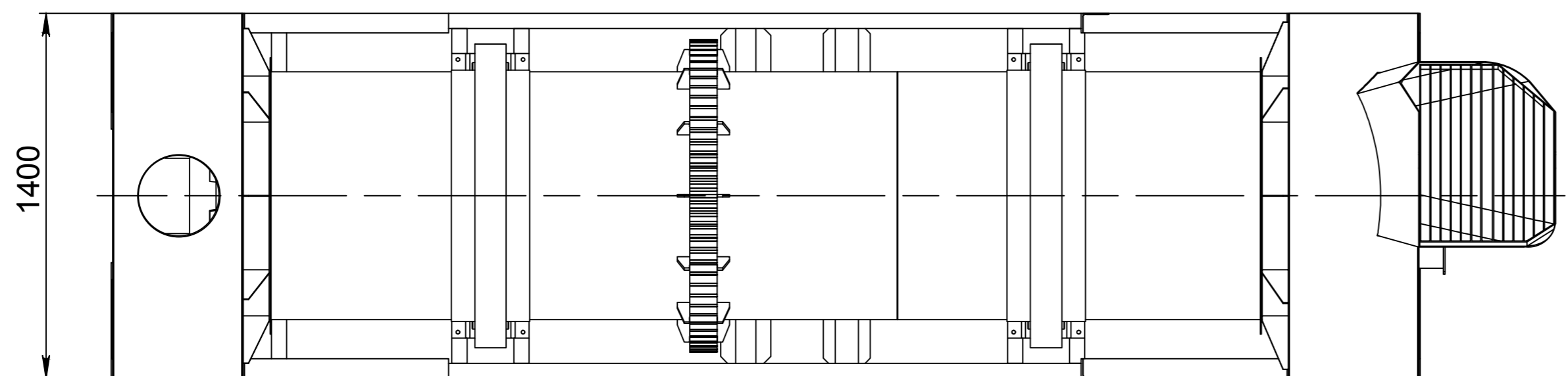
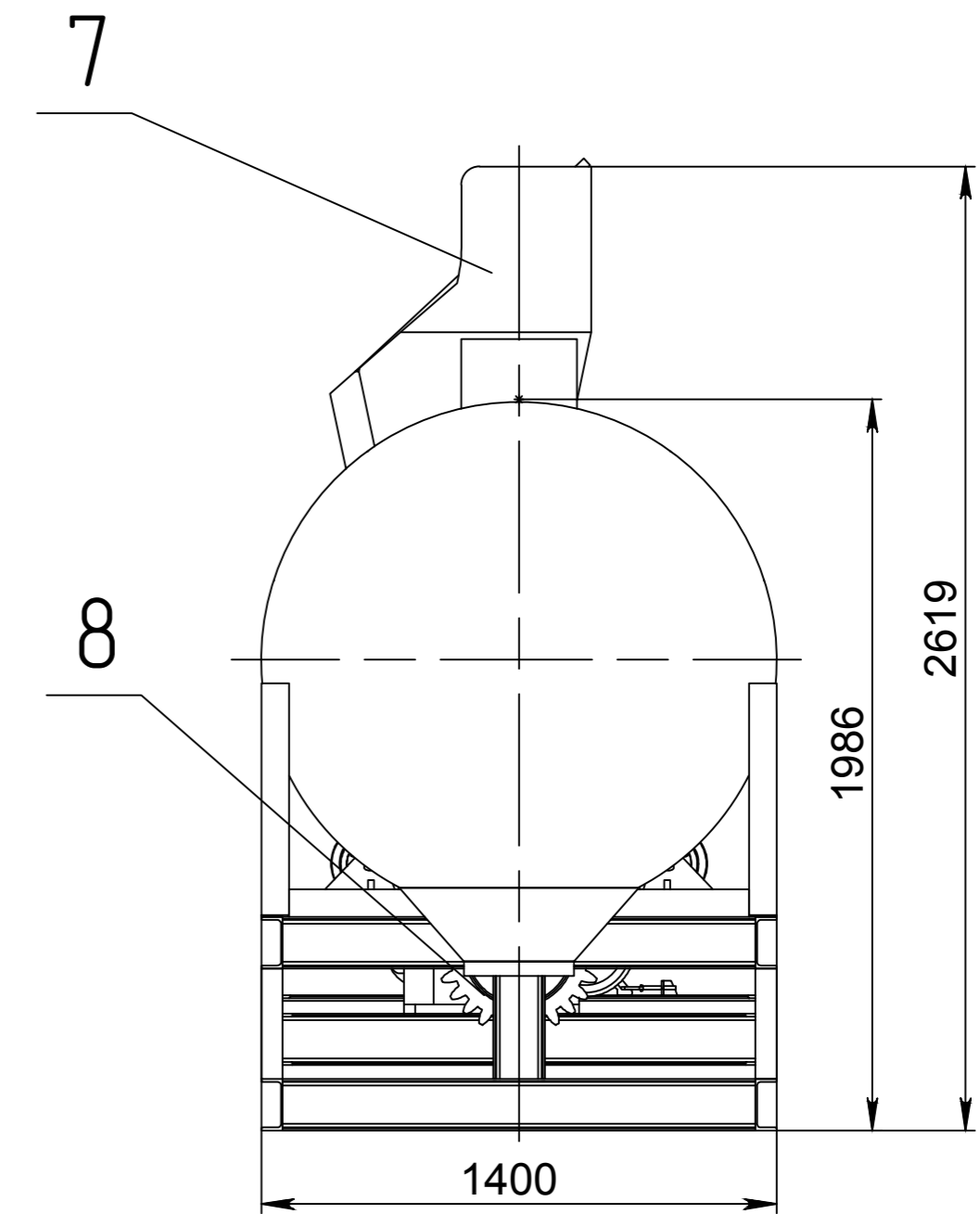
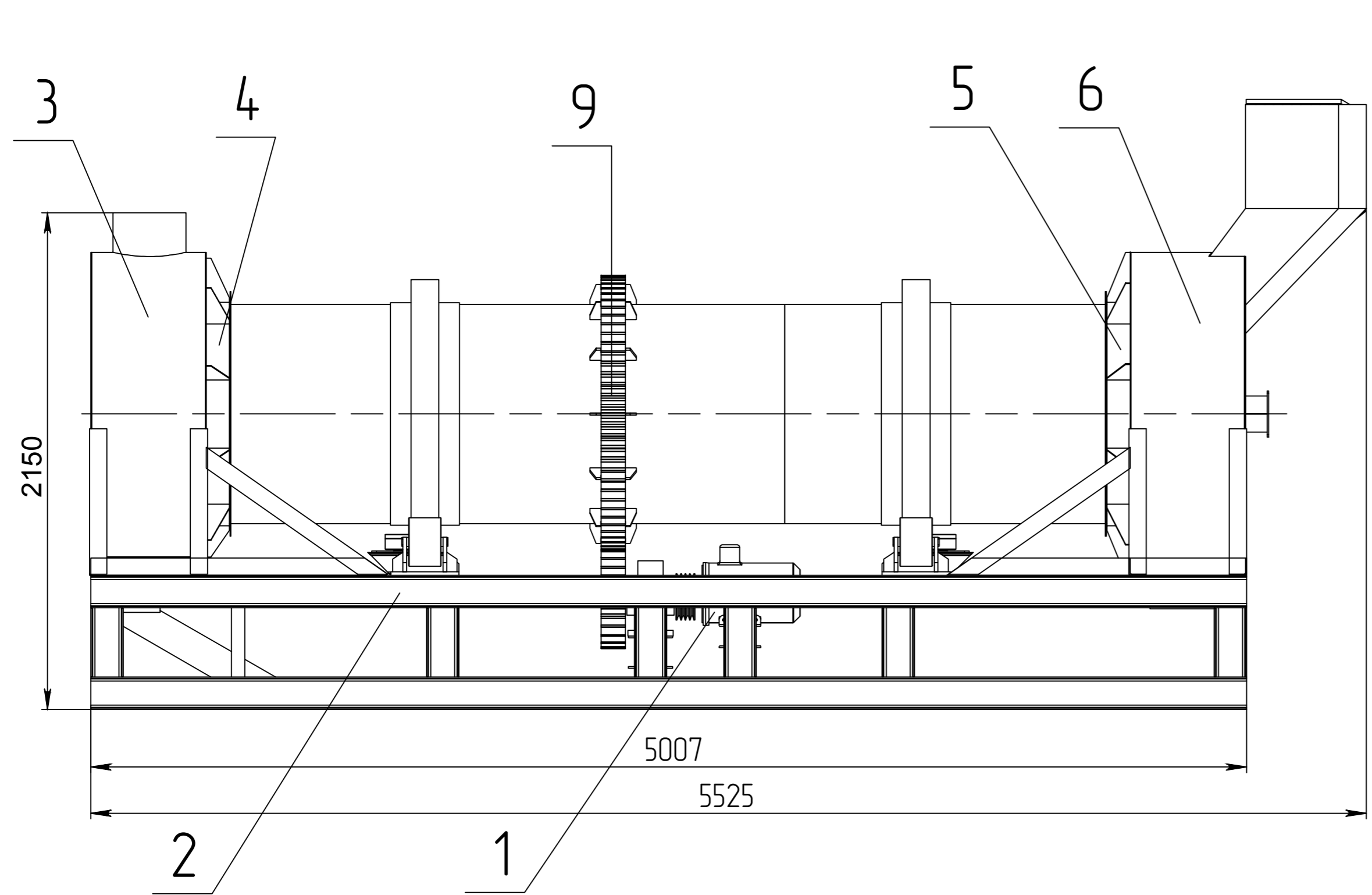


№	Наименование	Показатель
1	Количество емкостей, шт	1
2	Объем емкости, л	1000
3	Объем загрузки, м	1
4	Мощность электропривода, кВт	7,5
5	Габариты (длина, ширина, высота) мм	1846.1816.1956
6	Масса, т	0,96

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				Документация		
A1			ВКР-08.03.01-0В	Сборочный чертеж		
				Сборочные единицы		
		1	ВКР-08.03.01-10	Рама	1	
		2	ВКР-08.03.01-20	Двигатель	1	
		3	ВКР-08.03.01-30	Виброизолятор	2	
		4	ВКР-08.03.01-40	Виброизводитель	1	
		5	ВКР-08.03.01-50	Патрубок загрузки	2	
		6	ВКР-08.03.01-60	Герметизатор	3	
		7	ВКР-08.03.01-70	Крышка	1	
		8	ВКР-08.03.01-80	Камера	1	
		9	ВКР-08.03.01-90	Клапан разгрузки	1	
		10	ВКР-08.03.01-100	Упругая муфта	1	
		11	ВКР-08.03.01-110	Нижний дебаланс	1	
		12	ВКР-08.03.01-120	Верхний дебаланс	1	

ВКР - 08.03.01.04 - 2020 0В						
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт						
Изм.	Колуч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	
Разроб.	Мельников А.Е.					
Шнфельд Н.С.						
Дружанин С.В.						
Руковод.	Дружанин С.В.					
Заб.каф.	Байжиевская И.Г.					
Н.контр.	Дружанин С.В.					
Малое предприятие по производству сухих строительных смесей					Стадия/Лист	Листов
Вибрационный смеситель					У	7 / 10
					СМУТС	

Сушильный барабан

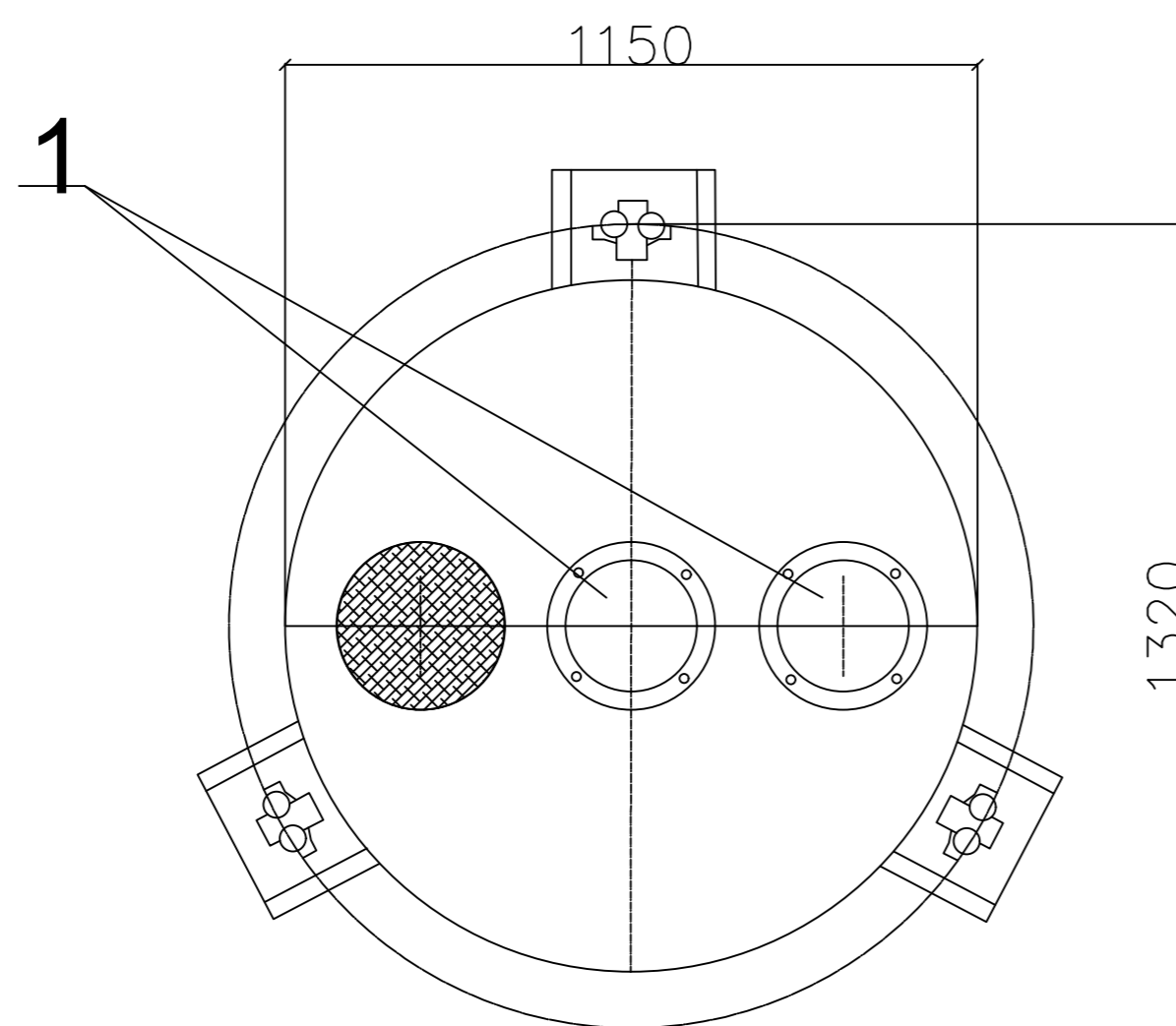
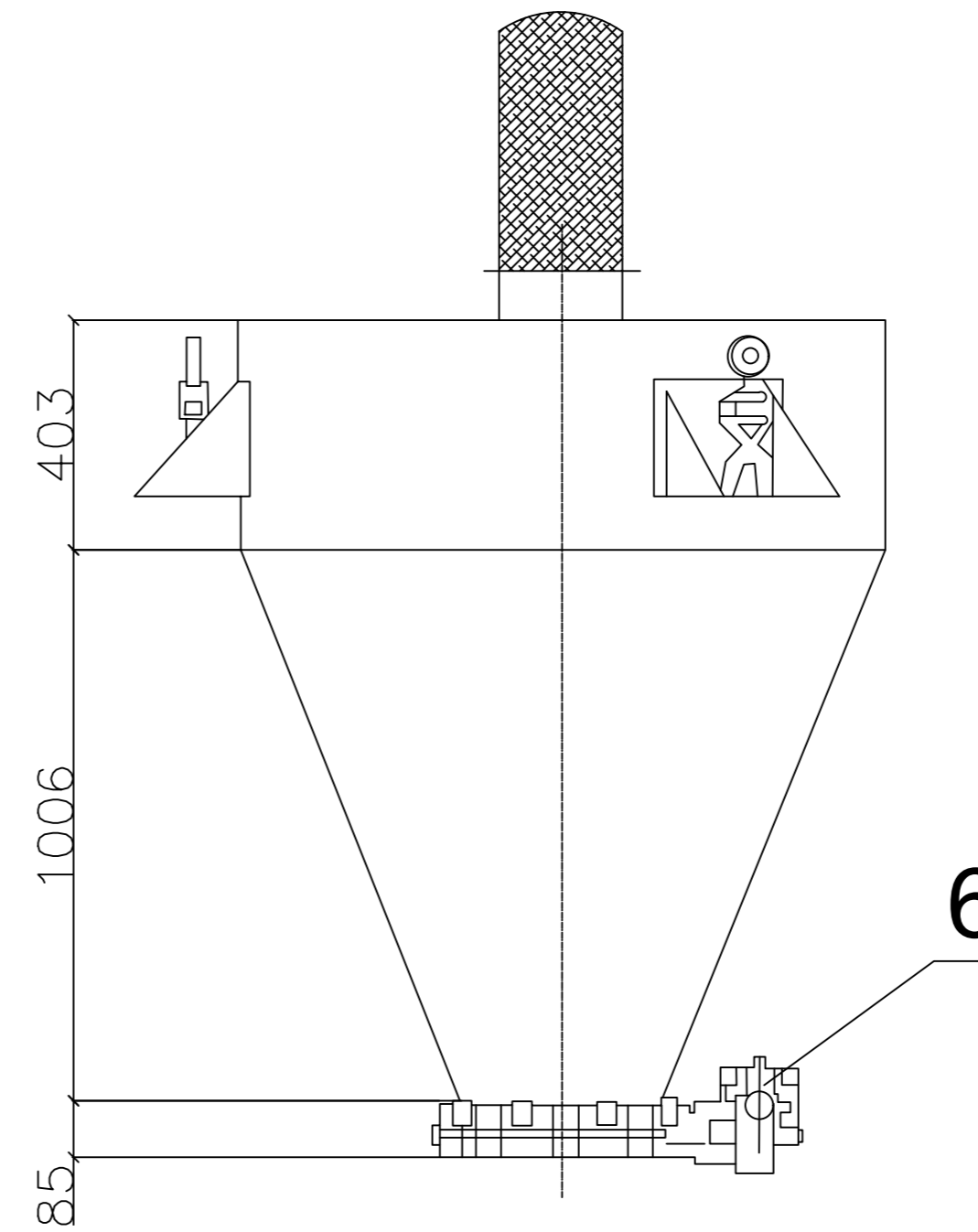
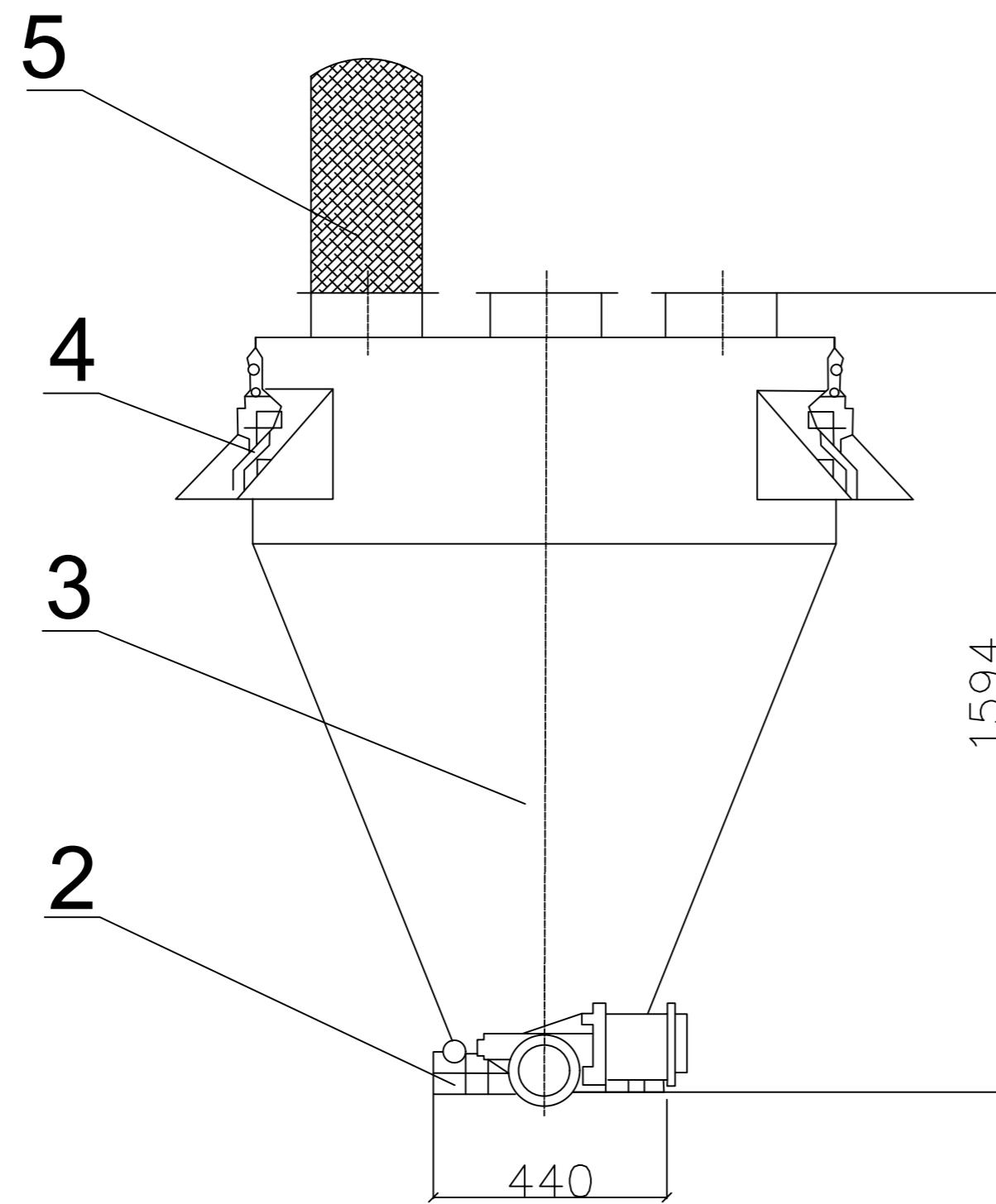


№	Наименование	Показатель
1	Число оборотов в минуту, об/мин	8-9
2	Напряжение питания, В	380
3	Мощность электропривода, кВт	5,5
4	Диаметр, мм	950
5	Габариты (длина, ширина, высота), мм	5300.1400.2107
6	Масса, т	2,5

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				Документация		
A1			ВКР-08.03.01-СБ	Сборочный чертеж		
				Сборочные единицы		
		1	ВКР-08.03.01-10	Двигатель	1	
		2	ВКР-08.03.01-20	Рама агрегата	1	
		3	ВКР-08.03.01-30	Камера выгрузки	1	
		4	ВКР-08.03.01-40	Уплотнение (холодное)	1	
		5	ВКР-08.03.01-50	Уплотнение (горячее)	1	
		6	ВКР-08.03.01-60	Камера загрузки	1	
		7	ВКР-08.03.01-70	Питатель	1	
		8	ВКР-08.03.01-80	Шестерня ведущего вала	1	
		9	ВКР-08.03.01-90	Шестерня ведомая	1	

Изм.	Колуч.	Лист	№ док	Подпись	Дата	ВКР - 08.03.01.04 - 2020 СБ		
Разроб.	Мельник А.Е.					Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт		
Руковод.	Шмель Н.С.					Малое предприятие по производству сухих строительных смесей		
Заб.каф.	Дружанин С.В.					Стадия	Лист	Листов
Н.контр.	Дружанин С.В.					У	8	10
Сушильный барабан							СМТС	

Весовой дозатор ДВ-800



№	Наименование	Показатель
1	Время разгрузки бункера, с	15
2	Диапазон дозирования, кг	60-800
3	Полезная вместимость бункера, м ³	0,5
4	Мощность электропривода, кВт	7,5
5	Масса, кг	220

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				Документация		
A1			ВКР-08.03.01-08	Сборочный чертеж		
				Сборочные единицы		
	1		ВКР-08.03.01-10	Патрубки загрузки	2	
	2		ВКР-08.03.01-20	Пневмозабивка	1	
	3		ВКР-08.03.01-30	Емкость дозатора	1	
	4		ВКР-08.03.01-40	Тензодатчик	3	
	5		ВКР-08.03.01-50	Фильтр мешочный	1	
	6		ВКР-08.03.01-60	Пневмоцилиндр	1	

ВКР - 08.03.01.04 - 2020 СБ						
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт						
Изм.	Кол-во	Лист	№ док	Подпись	Дата	Стадия/Лист/Листов
Разроб.	Меньшин А.Е.					Малое предприятие по производству сухих строительных смесей
	Шмель Н.С.					
Руковод.	Дружанин С.В.					У 9 10
Заб.каф.	Байжиева И.Г.					
Н.контр.	Дружанин С.В.					Весовой дозатор ДВ-800
						СМУТС

Ведомость оборудования

Поз.	Наименование и техническая характеристика	Завод изготовитель, тип, марка	Единица измерения	Количество	Масса единицы, кг
1	Машина фасовочная, производительность 10 т/ч, мощность 7,5 кВт	МФ	шт.	1	400
2	Питатель винтовой, производительность 14,4 м ³ /ч, мощность 3 кВт, длина транспортирования 5000 мм	ПВ-0,2	шт.	3	150
3	Дозатор весовой, полезная вместимость бункера 0,5 м ³	ДВ-800	шт.	4	218
4	Смеситель вибрационный, объём ёмкости 1000 л, мощность 7,5 кВт	СМВ-1,0	шт.	1	960
5	Бункер приёмный, объём бункера 1,5 м ³	БСП-1,5	шт.	1	54
6	Блок циклонов, КПД 90%	СЦМ-40	шт.	1	70
7	Вентилятор вытяжной, мощность 22 кВт	ВР-132	шт.	1	403
8	Бункер песка, объём бункера 6 м ³	БСП-6	шт.	1	218
9	Элеватор ковшовый, производительность 5,2 м ³ /ч, высота транспортирования 15000мм, вместимость 0,4 л, скорость движения ковшей 1,45 м/с	Нория	шт.	1	670
10	Вибросито, ситовая поверхность 1,5 м ² , кол-во фракций 2, мощность 1,5 кВт	СВ-0,9	шт.	1	470
11	Бункер цемента, объём бункера 2 м ³	БСП-2	шт.	1	70
12	Бункер гашеной извести, объём бункера 0,5 м ³	БСП-0,5	шт.	1	25
13	Бункер известняковой муки, объём бункера 1 м ³	БСП-1	шт.	1	36
14	Распариватель, вместимость 2,2 т, производительность 40 т/час	РМК-2	шт.	2	150
15	Силос цемента, вместимость 140 т	ООО"ПРОМСИЛТЭК"	шт.	2	6400
16	Фильтр рукавный, производительность 360-720м ³ /ч, диаметр рукава 200мм	СМЦ-169А	шт.	3	20
17	Расходный бункер, вместимость 1,5 м ³	БСП-1,5	шт.	1	54
18	Пневмокамерный насос, производительность 6 т/ч, высота подачи до 30 м	ITALTECH PNK 10	шт.	3	300
19	Барабанная сушилка, производительность 2-5 т/ч, диаметр 950 мм, число оборотов в минуту 8-9 об/мин, мощность 5,5 кВт	ААМикс СуП1 для песка	шт.	1	2500
20	Ленточный конвейер, ширина 500 мм, мощность 7,5 кВт, скорость 1,5 м/с	Р1-КЛ-500	шт.	4	600
21	Рольганг приводной, ширина 1400 мм, скорость 0,2 м/с, мощность 2,2 кВт	Модель "108"	шт.	1	780
22	Паллетайзер, грузоподъёмность 2000 кг, диаметр поворотного стола 1,65м	ECO Discovery	шт.	1	1400

ВКР - 08.03.01.04 - 2020					
Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол-во	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разроб.	Меньшин А.Е.				
Руковод.	Шувель Н.С.				
Заб.каф.	Дружанин С.В.				
Н.контр.	Евдокимов И.Г.				
	Дружанин С.В.				
Малое предприятие по производству сухих строительных смесей					Страницы/Листы/Листов
Ведомость оборудования					У 10 10
					СМУТС

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт

институт

Строительные материалы и технологии строительства

кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Енджиевская М.Г. Енджиевская

подпись инициалы, фамилия

« ____ » _____ 2020 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01 «Строительство»

код, наименование направления

«Малое предприятие по производству сухих строительных смесей»

тема

Руководитель

С.В. Дружинкин 10.07.2020

подпись, дата

доцент, к.т.н., С.В. Дружинкин

должность, ученая степень, инициалы, фамилия

Выпускники

Н.С. Шендель 10.07.2020
А.Е. Меньшенин 10.07.2020

подпись, дата

Н.С. Шендель

А.Е. Меньшенин

инициалы, фамилия

Красноярск 2020