

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

Инженерно-строительный институт
институт

Строительные материалы и технологии строительства
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующая кафедрой
И.Г. Енджиевская
подпись инициалы, фамилия

«___» _____ 2020г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

В виде технологической работы

08.03.01 «Строительство»
код – наименование направления

Участок по производству плит бетонных тротуарных

Руководитель

подпись, дата

канд. техн. наук, доцент, С.В. Дружинкин
должность, ученая степень, инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

В.В. Кузнецов
инициалы, фамилия

Красноярск 2020

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

Инженерно-строительный институт
институт

Строительные материалы и технологии строительства
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующая кафедрой
И.Г. Енджиевская
подпись инициалы, фамилия

«___» _____ 2020г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

в форме бакалаврской работы

Студенту Кузнецову Владимиру Владимировичу
фамилия, имя, отчество

Группа СБ 16-41 БП Направление (профиль) 08.03.01.17
(номер) (код)

«Строительство» - профиль «Технология бетонного производства»
наименование

Тема выпускной квалификационной работы Участок по производству плит бетонных тротуарных

Утверждена приказом по университету №7679/с от 11.06.2020г.

Руководитель ВКР С.В. Дружинкин, канд. техн. наук, доцент кафедры СМиТС ИСИ СФУ

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР бакалавра Произвести расчет состава мелкозернистого бетона, изучить физико-механические свойства и подобрать технологическую линию производства.

Перечень разделов ВКР бакалавра Введение, состояние вопроса, технология производства, заключение.

Перечень графического материала Технология производства – 5 листов.

Руководитель ВКР

подпись, дата

С.В. Дружинкин
инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению

подпись, дата

В.В. Кузнецов
инициалы, фамилия

«__» _____ 2020г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Участок по производству плит бетонных тротуарных» включает пояснительную записку, содержащую 60 страниц текстового документа, 38 использованных источников, 5 листов графического материала.

МЕЛКОЗЕРНИСТЫЙ БЕТОН, РАСЧЕТ СОСТАВА, ДОБАВКА ПЛАСТИФИКАТОР, ВИБРОПРЕССОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ.

Объектом данной работы является участок по производству тротуарных плит из мелкозернистого бетона с применением добавок и пигментов.

Целью является расчет состава мелкозернистого бетона и подбор технологической линии производства плит бетонных тротуарных.

В результате проведенной работы был рассчитан состав мелкозернистого бетона и выбрана оптимальная технология производства.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Состояние вопроса.....	8
1.1 Номенклатура выпускаемой продукции.....	9
1.2 Материалы, применяемые для производства.....	11
2 Технические требования.....	20
2.1 Характеристики плит бетонных тротуарных.....	21
2.2 Подбор состава мелкозернистого бетона.....	23
3 Технология изготовления.....	26
3.1 Производство методом вибропрессования.....	26
4 Организация производства.....	32
4.1 Режим работы предприятия. Годовой фонд рабочего времени.....	32
4.2 Расчет складов сырьевых материалов.....	34
4.3 Расчет бетоносмесителя.....	35
4.4 Расчет формующей установки.....	40
4.5 Расчет складов готовой продукции.....	40
4.6 Ведомость технологического и транспортного оборудования.....	41
5 Контроль качества.....	43
6 Охрана труда и техники безопасности.....	45
7 Экология.....	50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	53
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	56

ВВЕДЕНИЕ

Архитектурный облик городского пространства зависит не только от зданий, которыми оно застроено, но во многом и от ландшафта, окружающего эти сооружения. Тротуары являются теми инженерными объектами, с которыми ежедневно взаимодействует каждый человек.

В наше время благоустройству территории городских площадей, парков и скверов, дворовых территорий стали уделять все больше внимания. Возможность расширить рынок тротуарной плитки в России возможно за счет участия в государственных программах, направленных на улучшение уровня жизни граждан.

В своей статье А.В. Иванчук [1] писал, что потребителей тротуарной плитки можно разделить на две категории. В первую категорию входят муниципальные, а также коммерческие предприятия, которые используют тротуарную плитку для реализации государственных или коммерческих проектов по благоустройству городских всеобщих доступных территорий. Вторая категория – это физические лица, использующие плитку для благоустройства своих придомовых территорий в индивидуальном жилом секторе. На долю первой категории приходится более 80% потребления, на вторую около 20%.

Структура потребления тротуарной плитки. В статье А.В. Иванчука [1] указано, что на благоустройство общественных пространств – улиц, остановок общественного транспорта приходится 26%, на благоустройство торговых комплексов, объектов промышленности – 39% и на обустройство загородных участков и частных домовладений чуть более 35% от общего объема производства.

Интерес к применению тротуарных плит также растет с появлением новых объектов капитального строительства. Сложно представить новый многоквартирный дом или коттеджный поселок без должного благоустройства прилегающей их территории. Для мощения пешеходных зон

в этих проектах чаще всего применяются тротуарные плиты, популярность которых связана не только с многообразием их форм, размеров, богатством цветовых сочетаний, но и с техническими показателями.

Стоимость конечного продукта зависит от используемых сырьевых материалов и технологии производства. Повышению стоимости способствует применение качественных пигментов и заполнителей. Использование вторичных заполнителей позволяет снизить цену конечного продукта. В конечном счете, рыночная стоимость определяется качеством продукции, разнообразием форм, цветов и фактур.

Целью данной выпускной квалификационной работы является расчет состава мелкозернистого бетона и технологии производства тротуарных плит.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить свойства исходных сырьевых материалов для получения мелкозернистого бетона для производства тротуарной плитки.
2. Произвести расчет мелкозернистого бетона, изучить влияние добавок и пигментов на свойства бетонной смеси и мелкозернистого бетона.
3. Выбрать способ производства на основании требований к конечному изделию и подобрать технологическое оборудование.

1 Состояние вопроса

Применение тротуарных плит получило распространение благодаря своим уникальным свойствам. К преимуществам тротуарной плитки можно отнести: долговечность, экологичность, эстетичность, универсальность, удобство использования.

При качественной укладке, а именно соблюдения всех требований к основанию, тротуар может прослужить более 15 лет. Тротуарная плитка, изготовленная с учетом требований стандартов, отличается высокой прочностью и низкой истираемостью. Новые технологии изготовления позволяют передать тротуарной плитке многие качества натурального камня.

На поверхности, выложенной тротуарной плиткой, практически не бывает скоплений дождевой воды. Наличие зазоров, заполненных песком, позволяет воде свободно проникать в грунт.

Пример раскладки тротуарной плитки приведен на рисунке 8.

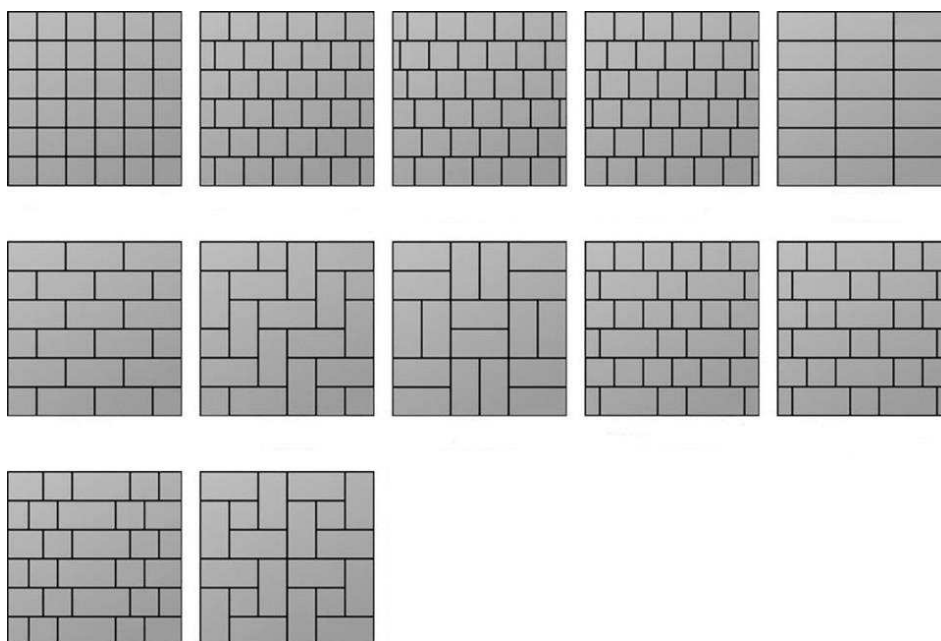


Рисунок 8 – Раскладка тротуарной плитки

Тротуарная плитка отличается разнообразием форм и цвета, что позволяет реализовывать любые дизайнерские предложения, создавая уникальный продукт.

Поверхность, вымощенная тротуарной плиткой, легка в уходе и ремонте. Укладка тротуарной плитки не требует привлечения тяжелой строительной техники. Возможно осуществление частичного или фрагментного ремонта, так как при механическом повреждении сломанная плитка легко заменяется на новую. При проведении ремонтных работ, связанных с прокладкой подземных коммуникация, тротуарную плитку можно с легкостью снять, провести ремонтные работы и уложить снова.

Перечисленные характеристики в сочетании с относительно низкой стоимостью производства и дальнейшего обслуживания заметно увеличивает спрос на данный строительный материал.

Технология изготовления тротуарной плитки методом вибропрессования. В статье И.И. Романенко [2] писал, что такая технология обеспечивает высокую производительность и полную автоматизацию производственного цикла, что в свою очередь обеспечивает точность дозировки компонентов. Тротуарная плитка изготовленная методом вибропрессования отличается стабильностью геометрических размеров и постоянством физико-механических свойств.

1.1 Номенклатура выпускаемой продукции

Бетонная плитка используется для устройства покрытия, способного выдержать нагрузки и атмосферное воздействие. Квадратная плитка формата 200x200x50 мм и 250x250x50 мм, представленная на рисунке 1, обладает достаточной прочностью и стойкостью к различным видам внешних воздействий. Она подходит для мощения поверхностей различной площади с всевозможными фигурными участками. Прямоугольная плитка размера 375x250x50 мм, представленная на рисунке 2, служит хорошим дополнением. Плитку таких размеров можно укладывать в различной последовательности, создавая ритмичный узор.

Форма и размер тротуарных плит регламентируется ГОСТ 17608–2017 «Плиты бетонные тротуарные. Технические условия».

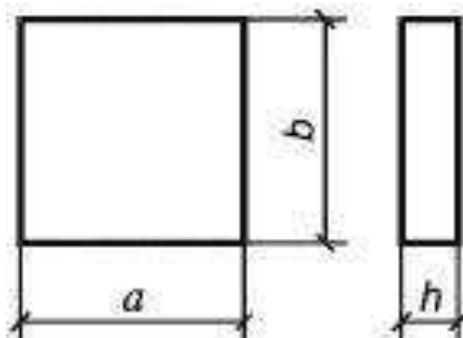


Рисунок 1 – Пример квадратных плит

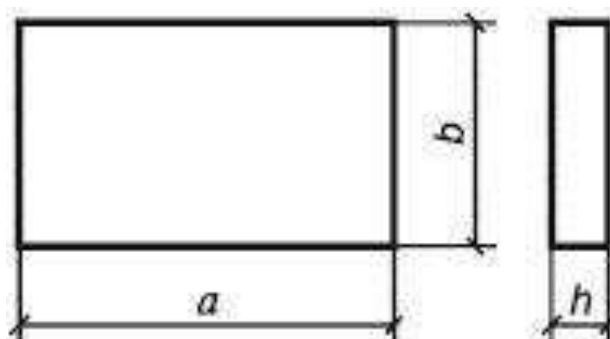


Рисунок 2 – Пример прямоугольных плит

Размеры изделий приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Номенклатура продукции

Марка	Длина а, мм	Ширина b, мм	Толщина h, мм	Масса, кг
1К.5	200	200	50	7,68
2К.5	250	250	50	15
1П.5	375	250	50	22,5

1.2 Материалы, применяемые для производства

Для получения вибропрессованных бетонов с высокой морозостойкостью, прочностью и низким водопоглощением необходимо использовать высококачественные материалы.

В статье И.И. Романенко [2] указано, что основными сырьевыми материалами для производства тротуарной плитки служат: вяжущее вещество (цемент), мелкий заполнитель (песок) и крупный заполнитель (щебень), вода и добавки, к ним можно отнести и пигменты.

Вяжущее вещество

В своей статье А.В. Кудимова [5] говорит, что для приготовления бетонной смеси следует применять портландцемент на клинкере нормированного состава без минеральных добавок и с минеральными добавками доменного гранулированного шлака до 5%, портландцемент для дорожных и аэродромных покрытий, содержащие в цементном клинкере трехкальциевого алюмината C_3A не более 7%, оксида магния MgO не более 5%, щелочных оксидов в пересчете на Na_2O не более 0,8% массы цемента, отвечающие требованиям ГОСТ 10178–85 «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия», ГОСТ 31108–2016 «Цементы общестроительные. Технические условия», ГОСТ 33174–2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Цемент. Технические требования». Допускается применение белых портландцементов по ГОСТ 965–89 «Портландцементы белые. Технические условия» и цветных портландцементов по ГОСТ 15825–80 «Портландцемент цветной. Технические условия».

Крупный заполнитель

В качестве крупного заполнителя применяют щебень из естественного камня и гравия по ГОСТ 8267–93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия», ГОСТ 31424–2010 «Материалы строительные нерудные из отсевов дробления плотных горных

пород при производстве щебня. Технические условия», ГОСТ 22856–89 «Щебень и песок декоративные из природного камня. Технические условия», удовлетворяющие требованиям ГОСТ 26633–2015 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия»

Наибольший размер зерен крупного заполнителя:

10 мм для плит толщиной до 50 мм;

20 мм для плит толщиной более 50 мм.

Марки щебня по прочности на сжатие должны быть не ниже:

1200 для щебня из изверженных пород;

800 для щебня из осадочных пород.

Марка щебня по морозостойкости должна быть не ниже F200.

Мелкий заполнитель

В качестве мелкого заполнителя для бетона плит применяют природные, обогащенные и фракционированные, а также дробленые обогащенные пески по ГОСТ 8736–2014 «Песок для строительных работ. Технические условия», ГОСТ 31424–2010 «Материалы строительные нерудные из отсеков дробления плотных горных пород при производстве щебня. Технические условия», ГОСТ 22856–89 «Щебень и песок декоративные из природного камня. Технические условия», удовлетворяющие требованиям ГОСТ 26633–2015 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия».

Для мелкозернистого бетона применяют пески с модулем крупности не менее 2,2, а для тяжелого бетона - не менее 2,0. Допускается применять пески с модулем крупности менее указанных при условии обеспечения требований к прочности, морозостойкости, истираемости бетона.

Вода

Вода для приготовления бетона должна удовлетворять требованиям ГОСТ 23732–2011 «Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия». Содержание в воде органических поверхностно-

активных веществ, сахаров или фенолов, каждого не должно быть более 10мг/л. Вода не должна содержать пленки нефтепродуктов, жиров и масел. В воде, применяемой для затворения бетонных смесей, и поливки бетона, не должно быть окрашивающих примесей, если к бетону предъявляют требования технической эстетики.

Содержание в воде растворимых солей, ионов, и взвешенных частиц не должно превышать допустимых величин. Окисляемость воды не должна быть более 15мг/л. Водородный показатель воды (рН) не должен быть менее 4 и не более 12,5 Вода не должна также содержать примесей в количествах, нарушающих сроки схватывания и твердения цементного теста и бетона, снижающих прочность и морозостойкость бетона.

Лучше использовать чистую питьевую воду, но допускается применение морской воды, если содержание солей в ней не превышает 5000 мг/л.

Добавки

Добавки, применяемые для приготовления бетонной смеси, должны удовлетворять ГОСТ 24211–2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия».

Добавки – регулирующие свойства бетонных смесей:

Водоредуцирующие – снижение водопотребности смесей, уменьшение количества воды затворения. Снижение раслаиваемости смесей и проницаемости бетонов, повышение прочности, морозостойкости и коррозионной стойкости, снижение деформаций усадки.

Стабилизирующие – снижение раслаиваемости смесей, снижение раствороотделения и водоотделения. Повышение водоудерживающей способности и однородности, замедление схватывания, изменение удобоукладываемости смесей, повышение однородности, замедление твердения.

Добавки – регулирующие свойства бетонов:

Повышающие прочность – повышение прочности бетонов и растворов в проектном возрасте. Повышение коррозионной стойкости и снижение проницаемости.

Снижающие проницаемость – увеличение марки бетонов по водонепроницаемости. Увеличение прочности, повышение коррозионной стойкости и морозостойкости бетонов.

Повышающие морозостойкость – повышение стойкости бетонов в условиях многократного попеременного замораживания и оттаивания. Изменение прочности, снижение плотности, и в следствии повышение проницаемости и водопоглощения бетонов.

Повышающие стойкость к коррозии – увеличение стойкости бетонов по отношению к агрессивным средам и к внутренней коррозии. Изменение технологических свойств смесей и физико-технических свойств бетонов.

Добавки – придающие бетонам специальные свойства:

Гидрофобизирующие – придание поверхности бетона водоотталкивающих свойств. Повышение морозостойкости и коррозионной стойкости бетонов.

Фотокаталитические – придание бетону способности к самоочищению. Гидрофилизация поверхности под воздействием ультрафиолетовых лучей. Повышение долговечности.

Повышение эффективности производства достигается путём применения суперпластификатора «Полипласт СП-1».

Суперпластификатор «Полипласт СП-1» относится к добавкам, регулирующим свойства готовых к употреблению бетонных смесей вида пластифицирующие-водоредуцирующие (снижающие водоцементное отношение). Относится к классу суперпластификаторов.

Суперпластификатор «Полипласт СП-1» предназначен: для существенного повышения удобоукладываемости и формуемости бетонной смеси без снижения прочности и показателей долговечности бетона (при

неизменном водоцементном отношении); для повышения физико-механических показателей и строительнотехнических свойств бетона (при сокращении расхода воды и неизменной удобоукладываемости); для повышения удобоукладываемости бетонной смеси и повышения физико-механических показателей и строительнотехнических свойств бетона (при одновременном снижении водоцементного отношения); для сокращения расхода цемента без снижения удобоукладываемости бетонной смеси, физико-механических показателей и строительнотехнических свойств бетона (при снижении водосодержания бетонной смеси).

Рекомендуемая дозировка суперпластификатора «Полипласт СП-1» 0,4...0,8% массы цемента (в расчете на сухое вещество). Суперпластификатор «Полипласт СП-1» вводят в бетоносмеситель в виде водного раствора рабочей концентрации через дозатор химических добавок или через дозатор воды с водой затворения.

Пигменты

Для изготовления цветных плит следует применять пигменты.

Пигменты обладают определенным цветом.

Пигменты позволяют получить имитацию различных пород натурального камня и даже древесины или металла.

Пигменты должны удовлетворять требованиям ГОСТ 56585–2015 «Пигменты для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия».

Пигменты могут выпускаться в разной форме. Наиболее распространены пигменты в порошкообразной или гранулированной форме, их удобнее транспортировать. Также существуют пигменты в форме концентрированных водных суспензий или паст.

К пигментам предъявляются особые требования. Краситель должен быть стойким к щелочной среде. Пигменты должны противостоять атмосферным воздействиям и осадкам. Самое главное требование к

пигментам заключается в стойкости к ультрафиолетовому излучению – солнечному свету.

В своей статье Т.В. Кармановская [3] пишет о том, что химический состав пигмента характеризует его основные свойства: термостойкость, коррозионную и химическую устойчивость и цвет.

Пигменты для окраски бетона не должны вступать в реакцию с цементом и выцветать под действием света и погодных явлений, они должны быть устойчивы по отношению к агрессивной среде. Пигменты не должны растворяться в воде.

Содержание водорастворимых солей в пигментах должно быть минимальным, так как под воздействием воды они вымываются.

Виды и объем пигментов, вводимых в бетонную смесь, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем пигментов, вводимых в бетон

Цвет	Пигмент		% от массы цемента
	Неорганический	Органический	
Красный	Редоксайд		5
	Сурик железный		8
	Железоокисный		5
Желтый	Железоокисный		5
Зеленый	Окись хрома		8
		Фталоцианиновый	0,5
Голубой		Фталоцианиновый	0,5
Черный	Руда марганцевая при содержании окиси марганца не менее 90%		10
Белый	Белый цемент		-

В статье Т.В. Кармановской [3] также говорится о том, что собственный цвет цемента влияет на цвет готовой тротуарной плитки. Серый цвет цемента приглушает все цвета и оттенки. При добавлении пигмента, с целью окраски бетона, который производится на основе обычного портландцемента, бывает невозможно добиться таких яркости и сочности цвета, которые достигаются при использовании белого цемента. Именно поэтому при производстве бетона светлых тонов рекомендуется использовать белый цемент.

Степень насыщенности и чистоты цвета, которая достигается благодаря применению белого цемента, зависит и от самого пигмента. В случае использования красного или темно-коричневого пигмента это отличие является не значительным, рисунок 3.

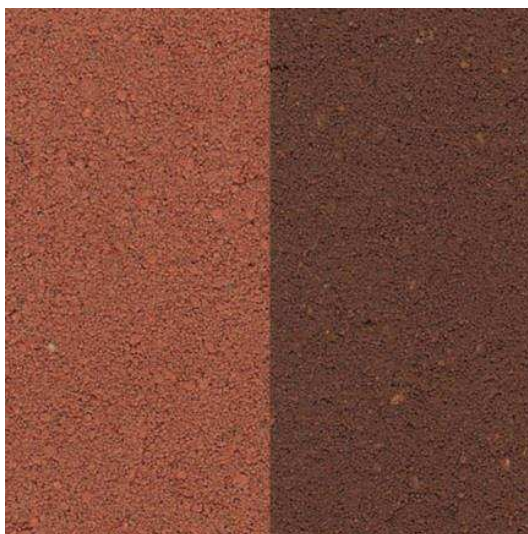


Рисунок 3 – Поверхность бетона на белом цементе (слева) и сером цементе (справа) с добавлением пигмента – цвет красный

Что касается желтого пигмента – рисунок 4 и зеленого пигмента – рисунок 5, то в данном случае это отличие значительно.



Рисунок 4 – Поверхность бетона на белом цементе (слева) и сером цементе (справа) с добавлением пигмента – цвет желтый



Рисунок 5 – Поверхность бетона на белом цементе (слева) и сером цементе (справа) с добавлением пигмента – цвет зеленый

Чем выше степень чистоты желаемого оттенка, чем он светлее, тем выше необходимость использования белого цемента. Применение синего пигмента – рисунок 6.

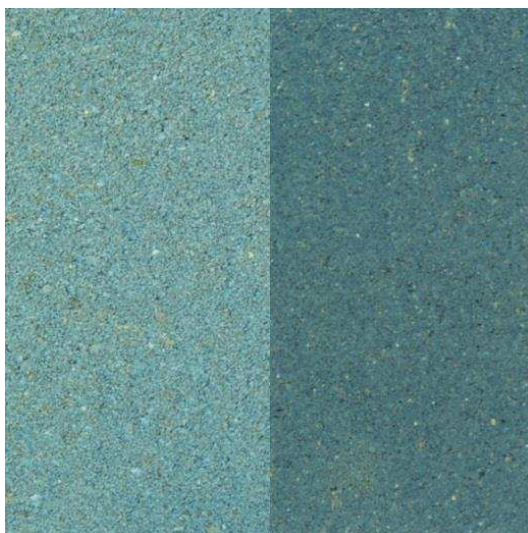


Рисунок 6 – Поверхность бетона на белом цементе (слева) и сером цементе (справа) с добавлением пигмента – цвет синий

Различные виды цемента имеют как правило различные оттенки серого цвета – рисунок 7.



Рисунок 7 – Поверхность бетона на белом цементе (слева) и сером цементе (справа) без добавления пигмента

2 Технические требования

Тротуарные бетонные плиты следует изготавливать в соответствии с требованиями ГОСТ 17608–2017 «Плиты бетонные тротуарные. Технические условия».

Основные параметры и размеры:

Тротуарные плиты подразделяют на типы в зависимости от конфигурации: К – квадратные, П – прямоугольные, Ш – шестиугольные, Д – доборные изделия, в том числе четырехугольные и пятиугольные для окаймления шестиугольных плит и пятиугольные для окаймления квадратных и прямоугольных плит при диагональном способе укладки, Ф – фигурные, ГР – газонная решетка.

Плиты могут подразделяться на подтипы в зависимости от назначения и характера применения: СМ – смешанная коллекция, ДР – дренажные изделия.

Конфигурации и размеры изготавливаемых плит устанавливаются заводом-изготовителем.

Плиты подразделяют на группы в зависимости от эксплуатационных нагрузок и воздействий:

Группа А – Тротуары улиц местного значения, пешеходные и садово-парковые дорожки, газоны, придомовые территории частных строений, эксплуатируемые кровли зданий и сооружений.

Группа Б – Тротуары магистральных улиц, пешеходные площади и посадочные площадки общественного транспорта, велосипедные дорожки.

Группа В – Дороги с малоинтенсивным движением и площади, территории стоянок легкового транспорта.

Группа Г – Зоны высокой нагрузки

Плиты могут изготавливаться однослойными и двухслойными с лицевым слоем различной цветовой гаммы, в том числе со смешанными м

переходными оттенками, с фактурным декоративным слоем, с дополнительной обработкой и без.

Для двухслойных плит толщина лицевого слоя бетона должна быть не менее 10% номинальной толщины плиты.

2.1 Характеристики плит бетонных тротуарных

Прочность тротуарной плитки.

Согласно статье А.И. Полтояйнен [4] прочность бетона зависит от ряда факторов, среди которых:

Активность цемента. Между прочностными характеристиками бетонного продукта и активностью вяжущего существует линейная зависимость. Чем выше активность, тем лучше прочностные показатели.

Количество вяжущего. Повышение содержания вяжущего положительно влияет на прочностные характеристики только до определенного процентного содержания. Выше – прочностные показатели растут незначительно, а другие технические параметры ухудшаются – растут усадка и ползучесть.

Водоцементное соотношение. Оптимальная величина определяется необходимой маркой удобоукладываемости. Оптимальное значение В/Ц = 0,4. Превышение оптимального количества жидкости инициирует образование открытой пористости, снижающей прочность конечного продукта.

Гранулометрический и минералогический состав заполнителей. На прочность бетонного продукта отрицательно влияют: неоптимальный состав мелкого и крупного заполнителей, наличие в них пылевидных и глинистых частиц.

Вибрирование бетонной смеси при укладке. При вибрировании из смеси выходит лишний воздух, снижающий прочностные характеристики. Однако излишнее вибрирование приводит к расслаиванию смеси.

Соблюдение оптимальных условий твердения.

В зависимости от вида прочности в проектном возрасте устанавливают следующие классы бетона по прочности:

B – класс бетона по прочности на сжатие; B_{tb} – класс бетона по прочности на растяжение при изгибе.

Прочность бетона плит на сжатие характеризуется классами по прочности на сжатие: B22,5; B25; B30; B35; B40.

Класс бетона плит по прочности на растяжение при изгибе принимается B_{tb} 3,2; B_{tb} 3,6; B_{tb} 4,0; B_{tb} 4,4; B_{tb} 4,8.

Износостойкость плитки – это способность плитки сохранять свои свойства под влиянием атмосферных факторов. Ультрафиолетовое излучение, высокие и низкие температуры, повышенная влажность воздуха отрицательно влияют на долговечность тротуарной плитки.

Истираемость тротуарной плитки.

В случае если бетон эксплуатируется, как покрытие для полов, дорожек, паркингов или иных поверхностей, подверженных износу, важным параметром становится стойкость бетона к истираемости.

Истираемость бетона в зависимости от условий работы покрытий должна удовлетворять требованиям ГОСТ 13015–2012 “Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения”:

марки G1 – не более 0,7 г/см²;

марки G2 – не более 0,8 г/см²

марки G3 – не более 0,9 г/см²

Водопоглощение тротуарной плитки.

Водопоглощение тротуарной плитки – это способность плитки впитывать и удерживать воду в порах. От водопоглощения зависит долговечность и устойчивость плитки к перепадам температуры. Чем меньше плитка впитывает в себя влагу, тем долговечнее и прочнее будет покрытие из нее. Вода от дождей или влага из воздуха попадает в поры плитки и

накапливается в ней. Зимой при заморозках вода расширяется и постепенно разрушает структуру плитки.

Водопоглощение бетона плит не должно превышать по массе:

5% – для плит из тяжелого бетона;

6% – для плит из мелкозернистого бетона.

Морозостойкость тротуарной плитки.

Морозостойкость бетона должна соответствовать температурному режиму зимы того региона, где будет уложена тротуарная плитка. Эта характеристика показывает, сколько циклов замораживания и оттаивания может выдержать материал при полном насыщении водой без потери прочности и внешних повреждений.

Марку бетона плит по морозостойкости принимают по проекту строительства, но не ниже F200.

2.2 Подбор состава мелкозернистого бетона

Состав бетона подбирают в соответствии с требованиями ГОСТ 27006–86 «Бетоны. Правила подбора состава».

Характеристика цемента: ПЦ 500-Д0, активность 35,2МПа, истинная плотность $\rho^u = 3150 \text{ кг/м}^3$.

Характеристика мелкого заполнителя: песок кварцевый с модулем крупности $M_{кр}=2,6$, истинная плотность $\rho^n = 2600 \text{ кг/м}^3$, насыпная плотность $\rho^n_o = 1800 \text{ кг/м}^3$.

Характеристика крупного заполнителя: щебень гранитный с наибольшей крупностью 10 мм, истинная плотность $\rho^{uu} = 2650 \text{ кг/м}^3$, насыпная плотность $\rho^{uu}_o = 1500 \text{ кг/м}^3$.

Класс бетона В25. Подвижность бетонной смеси составляет 1...4 см.

В своей статье И.В. Немахов [6] и Т.В. Сафонова [7] пишут, что для производства брусчатки необходима жесткая смесь. Достигается это низким

водоцементным соотношением. Снижение количества воды происходит путем применения добавок пластификаторов.

Характеристика добавки: применяется пластификатор в количестве 0,5 % от массы цемента.

Отпускная прочность – 90 %.

Определяем водоцементное отношение:

$$\frac{B}{Ц} = \frac{A \cdot R_{ц}}{R_{б} + 0,5 \cdot A \cdot R_{ц}} = \frac{0,4 \cdot 352}{300 + 0,5 \cdot 0,4 \cdot 352} = 0,38$$

где $R_{ц}$ – марка цемента, МПа;

$R_{б}$ – марка бетона, МПа;

A – коэффициент, учитывающий качество материалов (принимаем $A = 0,4$ для цемента и песка среднего качества).

Определяем расход воды по ОНТП 07–85. Расход воды на 1 м³ бетона составляет $B = 200 \text{ л/м}^3$.

Определяем расход цемента:

$$Ц = \frac{B}{B/Ц} = \frac{200}{0,38} = 526 \text{ кг}$$

Так как марка цемента М500 и отпускная прочность бетона – 90 %, то расход цемента составляет:

$$Ц \cdot 0,92 = 526 \cdot 0,92 = 484 \text{ кг}$$

Определяем расход добавки:

$$\frac{0,5 \cdot Ц}{100} = \frac{0,5 \cdot 484}{100} = 2,42 \text{ кг}$$

Определяем расход щебня:

$$Щ = \frac{1000}{V_n \cdot \frac{\alpha}{\rho_o^u} + \frac{1}{\rho^u}} = \frac{1000}{0,434 \cdot \frac{1,43}{1,5} + \frac{1}{2,65}} = 1264 \text{ кг}$$

$$V_n = 1 - \frac{\rho_o^u}{\rho^u} = 1 - \frac{1,500}{2,650} = 0,434$$

где: α – коэффициент раздвижки зёрен (при $\frac{B}{Ц} = 0,38$ и $Ц = 484 \text{ кг}$ принимается $\alpha = 1,43$);

ρ_o^u, ρ^u – насыпная и истинная плотности щебня, соответственно, г/см^3 .

Определяем расход песка:

$$П = \left[1000 - \left(\frac{Ц}{\rho^u} + \frac{В}{\rho^s} + \frac{Щ}{\rho^u} \right) \right] \cdot \rho^n = \left[1000 - \left(\frac{484}{3,15} + \frac{200}{1} + \frac{1264}{2,65} \right) \right] \cdot 2,6 = 440 \text{ кг}$$

Все полученные данные представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Расход материалов на 1 м³ бетона

Цемент, кг	Песок, кг	Щебень, кг	Вода, л	Добавка, кг
484	440	1264	200	2,42

3 Технология изготовления

Производство плитки осуществляется методом прессования на гидравлическом вибропрессе. Гусев Б.В. И Зазимко В.Г. [8] утверждают о том, что современная технология позволяет производить очень прочную декоративную плитку из бетонных смесей с низким содержанием воды. Гончаревич И.Ф. и Фролов К.В. [9] пишут, что для производства плитки методом вибропрессования необходима жесткая смесь, приготавливаемая в бетоносмесителе принудительного действия. Механизм вибропрессования заключается в одновременном воздействии вибрации и прессования под давлением. Бетон, используемый при вибропрессовании, имеет низкое В/Ц. Вибропрессование снижает расход цемента, обеспечивает высокую прочность и морозостойкость плитки. Произведенная данным методом тротуарная плитка отличается точной геометричностью линий и одинаковостью размеров. Вибропрессованная плитка имеет шероховатую поверхность, что делает ее удобной для мощения городских территорий, автостоянок и различных прилегающих территорий. В отличие от плитки, полученной вибролитьевым методом, окраска вибропрессованной плитки преимущественно однотонная, содержит пигмент во всей своей толщине. Основные преимущества вибропрессования: технологичность, низкая себестоимость, высокая производительность, минимум ручного труда. Описание выбранного способа приведена ниже.

3.1 Производство методом вибропрессования

На завод цемент поступает в железнодорожных вагонах закрытого типа, а также может поступать в автоцементовозах в силосный склад. Загрузка цемента в силосные банки осуществляется с помощью аэрационно-пневматического транспорта. После разгрузки в приемное устройство цемент подается по аэрожелобу в бункер, расположенный над винтовым питателем, который подает цемент по цементоводу к силосам склада. Воздух, подаваемый вместе с цементом, удаляется через установленный над

силосами циклон, и оседающий в нем цемент возвращается в силосы шнеком. Из силоса материал по аэрожелобу подается в бункер винтового пневмопитателя, с помощью которого цемент нагнетается в расходные бункера смесительного отделения. Перед выдачей в расходные бункера смесительного отделения цемент попадает в циклон, из которого выгружается в расходный бункер. Воздух перед выпуском из циклона в атмосферу предварительно очищается рукавными фильтрами. Просасывание воздуха осуществляется при помощи вентилятора. Заполнители на завод поступают в специальных саморазгружающихся четырехосных полувагонах с люками в полу в полубункерный эстакадотраншейный склад. Выгрузка прибывающих на склад заполнителей из транспортных средств производится гравитационным способом. Выгрузка смерзшихся заполнителей осуществляется с помощью виброрыхлителей, которые восстанавливают сыпучесть смерзшихся заполнителей. В полубункерный эстакадотраншейный склад заполнители загружают сверху с помощью ленточных контейнеров, установленных на эстакаде. Заполнители в них хранятся в виде штабелей трапецеидального сечения, частично или полностью заглубленного в землю. Заполнители хранятся по фракциям, разделенные между собой перегородками. Далее по системе ленточных конвейеров со склада заполнители поступают в расходные бункера смесительного отделения. В производстве тротуарных плит применяются химические добавки в виде раствора. Добавки поступают автотранспортом на завод. Они перекачиваются с автомашин в баки. В смесительном отделении все сырьевые материалы дозируются по массе, кроме рабочего раствора (вода с добавками), который дозируется по объему. Дозаторы присоединены с помощью фланцев к расходным бункерам и выдают соответствующие порции цемента, фракции заполнителей и рабочего раствора.

Технологическая схема представлена на рисунке 9.

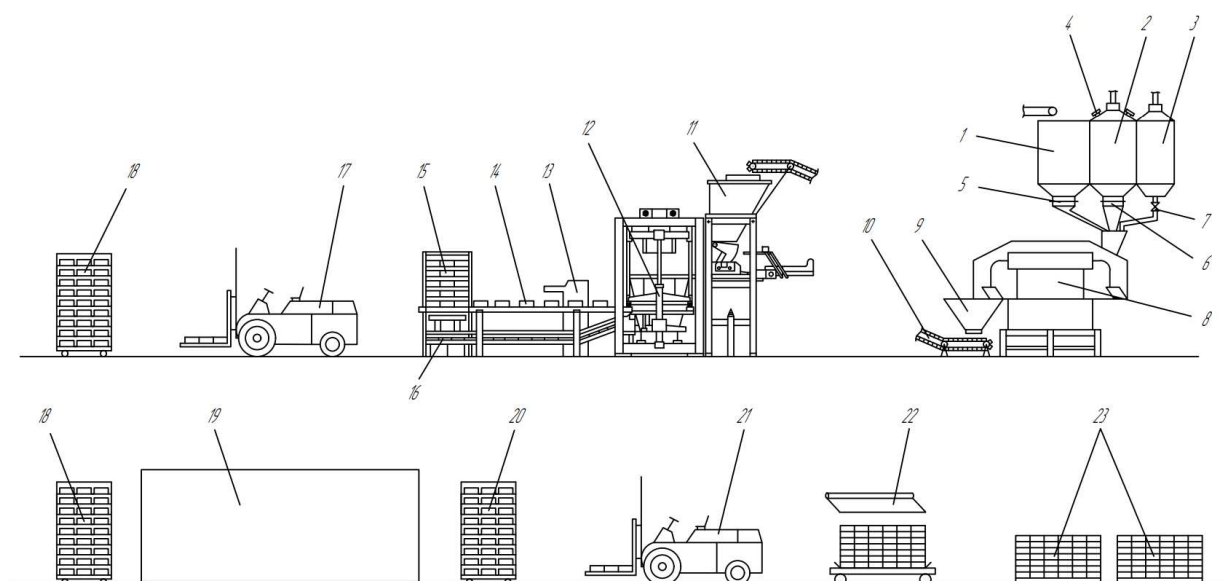


Рисунок 9 – технологическая схема производства плит бетонных тротуарных:

1 – Промежуточное хранение песка; 2 – Промежуточное хранение цемента; 3 – Промежуточное хранение раствора с добавками; 4 – Очитска воздуха; 5 – Дозирование песка; 6 – Дозирование цемента; 7 – Дозирование раствора с добавками; 8 – Приготовление бетонной смеси; 9 – Выгрузка бетонной смеси; 10 – Транспортирование бетонной смеси по ленточному транспортеру; 11 – Промежуточное хранение бетонной смеси; 12 – Формование изделий; 13 – Дистанционное управление вибропрессом; 14 – Транспортирование свежесформованных изделий; 15 – Штабелирование изделий; 16 – Подача поддонов в формовочное отделение; 17 – Загрузка изделий на тележку; 18 – Подача тележки с изделиями в напольную камеру ТВО; 19 – Тепловлажностная обработка изделий; 20 – Выгрузка тележки с изделиями из напольной камеры ТВО; 21 – Разгрузка изделий автопогрузчиком на самоходную тележку; 22 – Пакетирование готовой продукции; 23 – Складирование готовой продукции.

Отдозированные сырьевые материалы поступают в бетоносмеситель принудительного перемешивания. Все компоненты бетона подвергают перемешиванию. Это один из важнейших этапов приготовления бетона, когда составляющие в процессе перемешивания необходимо превратить в однородную гомогенную массу. Сухой исходный материал содержит значительный объем воздуха. При перемешивании воздух частично

вытесняется из смеси, его место занимают более мелкие частицы заполнителя и цемент в виде пленки; начинается процесс схватывания цемента, или его гидратация. Перемешивание обеспечивает равномерное распределение составляющих бетонной смеси. Следствием неравномерного перемешивания может стать снижение прочности бетона, а также ухудшение других его свойств. Перемешивание длится 4...5 минуты. Готовая бетонная смесь из бетоносмесителя по наклонному ленточному конвейеру поступает в расходный бункер вибропрессующей установки. На гидролифт-штаблер в передней части вибропресса устанавливается стопка технологических поддонов, которые посредством шагающего транспортера перемещаются в зону формовки на вибростол. На поддон посредством гидроцилиндров опускается формообразующая рама (матрица). Затем дозирующая тележка перемещается в сторону матрицы и все свое содержимое переносит в зону вибропрессования, чтобы рабочий раствор полностью заполнил весь объем формы. Одновременно с заполнением матрицы бетоном, включают вибраторы на вибростоле. Это делают для более полного заполнения формы бетоном и получения более плотной структуры бетона. Затем дозирующая тележка своим возвратным движением освобождает зону прессования, одновременно уносит излишки бетонной смеси и металлической щеткой производит очистку рабочей поверхности пригруза (пуансона). Посредством системы гидроцилиндров пригруз опускается до поверхности рабочего раствора. Происходит объемное уплотнение бетонной смеси за счет включения верхних вибраторов на пуансоне и нижних вибраторов на вибростоле. За счет вибрации происходит подпрессовка рабочей смеси до конкретно установленного размера. После отключения вибрации происходит подъем матрицы, а затем пуансона со свежесформованных изделий. После чего поддон посредством шагающего транспортера перемещается из зоны вибропрессования в зону штабелирования, а на освободившееся место поступает пустой поддон и цикл работы вибропресса повторяется. В зоне штабелирования поддон со свежесформованными изделиями

подхватывается гидролифтом-штабелёром снизу и поднимается вверх до конца хода гидроцилиндра, при этом срабатывают пружинные клапанные упоры, которые удерживают поддон в верхнем положении и таким образом на гидролифте-штабелёре образуется этажерка из поддонов с изделиями. Затем этажерка поддонов виловым автопогрузчиком переносится в камеру тепловой обработки. Тепловая обработка свежесформованных изделий производится в напольных камерах. Напольная камера имеет прямоугольную форму и изготавливают ее из стальных листов с теплоизоляцией для снижения потерь тепла в окружающую среду. Пол камеры делают с уклоном для стока конденсата. Стены камеры имеют отверстие для ввода пара, который подается вниз камеры по трубопроводу от сети. Также в стене камеры делают отверстие для вентиляции в период охлаждения. По высоте между поддонами с изделиями устраивают технические зазоры, чтобы обеспечить наиболее рациональную тепловую обработку. После загрузки камера закрывается крышкой, представляющая собой металлический каркас, заполненный теплоизоляционным материалом. После закрытия крышки камеры включают подачу пара, начинается тепловая обработка изделий. По мере поступления пара степень нагрева камеры с материалом возрастает и достигает в конце периода прогрева максимальной заданной температуры. Пар в камеру подается под давлением $0,105 \dots 0,101$ МПа. В период подогрева в теле бетона образуется избыточное давление, возрастает внутреннее напряженное состояние, начинается процесс структурообразования. Поэтому температуру в камере следует поднимать плавно во избежание возникновения значительных температурных перепадов в изделии, не более 25 °С/ч. Далее изделия выдерживают в камере при достигнутой температуре, при этом в теле бетона продолжают химические реакции и структурообразование, а также снимается напряженное состояние. При изотермическом прогреве, как только температура в камере достигает максимальной, количество подаваемого пара снижают, ибо потребность в нем уменьшается. После изотермической выдержки начинают охлаждение.

Для этого отключают подачу пара, соединяют вентиляционный канал камеры с вентиляционной системой. Пар из камеры и с поверхности изделий вместе с воздухом начинает удаляться в вентиляционную сеть, а крышка камеры начинает пропускать воздух из цеха благодаря испарению влаги из швеллера в камеру. Скорость охлаждения изделий после отключения подачи пара не должна превышать 25 °С/ч. В процессе охлаждения в изделиях снижаются перепады температур и давления, заканчивается процесс структурообразования. Режим работы камеры: подъем температуры до 70 °С – 3 ч, изотермический прогрев – 4 ч, охлаждение – 2 ч. Влажность среды в камере около 95 %. После окончания тепловой обработки производится разгрузка камеры с помощью вилового автопогрузчика. Далее готовые изделия подаются на пост распалубки и пакетирования. Распалубка изделий производится вручную на транспортные поддоны. Затем поддон с плиткой обматывается пленкой и увязывается пластиковой лентой и подается на пост складирования. На склад готовой продукции изделия вывозятся самоходной тележкой. Склад готовой продукции представляет собой открытую прямоугольную площадку, оборудованную двумя мостовыми кранами. Изделия на складе хранятся в штабелях. В каждом штабеле находятся изделия лишь одного типоразмера.

4 Организация производства

От правильно выбранного оборудования, необходимого для производства, зависит качество вибропрессованных изделий.

Вибропресс – это прессующий агрегат, который может выпускать широкую номенклатуру мелкоштучных строительных материалов, благодаря применению ударной или гармонической вибрации.

Бетоносмеситель – для приготовления полусухих бетонных смесей используются бетоносмесители принудительного типа – планетарные. Их особенность заключается в перемешивании бетонной смеси не за счет вращения барабана, как в гравитационных бетономешалках, а за счет вращения внутри неподвижной емкости вала с лопастями.

Формообразующая оснастка – для изготовления вибропрессованных строительных материалов необходима формообразующая оснастка: пуансоны и матрицы. Матрица - это металлическая форма, определяющую параметры будущего готового изделия. Пуансон - выполняет функцию пресса и имеет форму, обратную форме матрицы, точно входя в нее в процессе формования.

Технологические поддоны – сменное оборудование для оснащения вибропрессов при формовании бетонных изделий, а также их перемещения в зону сушки.

4.1 Режим работы предприятия. Годовой фонд рабочего времени

Режим работы предприятия характеризуется количеством рабочих дней в году, количеством смен в сутки и количеством часов в смену. Принятый режим работы предприятия является исходным материалом для расчета технологического оборудования, производственных площадей, потоков сырья.

При назначении режима работы предприятия следует руководствоваться нормами технологического проектирования, принятыми в данной отрасли промышленности строительных материалов. На

производстве следует стремиться избегать трехсменной эксплуатации оборудования, так как работа в ночное время суток вызывает дополнительные организационные и производственные трудности.

При 5-дневной, 40-часовой рабочей недели с двумя выходными днями, номинальное количество рабочих дней предприятия при восьмичасовой смене принимается равным 260.

На предприятии по производству элементов дорожного мощения, работающего с применением оборудования для тепловой обработки, работа производится по режиму прерывной недели в две смены.

На основании принятого режима работы рассчитывается годовой фонд времени работы технологического оборудования по отдельным технологическим переделам, на основании которого определяют производственную мощность предприятия по формуле:

$$B_p = C_p \cdot Ч \cdot K_u,$$

где C_p – расчетное количество рабочих суток в году;

$Ч$ – расчетное количество рабочих часов в сутки;

K_u – среднегодовой коэффициент использования технологического оборудования.

Коэффициент использования оборудования, работающего в три смены, принимается равным 0,90...0,92, работающего в две смены – 0,94.

Режим работы предприятия представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Режим работы предприятия

Наименование передела	Количество рабочих суток в году, C_p	Количество смен в сутки, n	Длительность смены, $ч$	Коэффициент использования оборудования, K_u	Расчетный годовой фонд времени работы оборудования, B_p
Доставка и складирование сырья	365	3	8	0,91	7971,6
Приготовление формовочной массы	260	2	8	0,94	3910,4
Формование изделий	260	2	8	0,94	3910,4
Складирование готовой продукции	260	2	8	0,94	3910,4

4.2 Расчет складов сырьевых материалов

Исходные данные: Портландцемент ПЦ 500-Д0. Доставляется авто- и железнодорожным транспортом. Суточный расход – 32,957 т, насыпная плотность – 1200 кг/м³; Кварцевый песок $M_{кр} = 2,6$. Суточный расход – 34,171 м³; Гранитный щебень 5...10 мм. Суточный расход – 21,422 м³; Добавка. Суточный расход – 165 л.

Объем склада V , м³, определяется по формуле:

$$V = n \cdot Q_{сут} \cdot K_n,$$

где n – запас материальных ресурсов, сут.;

$Q_{сут}$ – суточный расход материалов, м³;

K_n – коэффициент учета увеличения полезного объема, принимается равным 1,3.

Определяем объем склада цемента $V_{Ц}$, m^3 :

$$V_{Ц} = n \cdot \frac{Q_{сум}^{II}}{\rho_0^{II}} \cdot K_n = 7 \cdot \frac{32,957}{1,2} \cdot 1,3 = 249,9 \text{ м}^3,$$

где ρ_0^{II} – насыпная плотность цемента, t/m^3 .

Таким образом, для хранения цемента принимаем 4 силосные банки с одновременной вместимостью 360 т.

Определяем объем склада песка $V_{П}$, m^3 :

$$V = n \cdot Q_{сум}^{II} \cdot K_n = 7 \cdot 34,171 \cdot 1,3 = 311,0 \text{ м}^3.$$

Определяем объем склада щебня $V_{Щ}$, m^3 :

$$V = n \cdot Q_{сум}^{III} \cdot K_n = 7 \cdot 21,422 \cdot 1,3 = 194,9 \text{ м}^3$$

4.3 Расчет бетоносмесителя

Исходные данные:

Емкость смесительного барабана по загрузке – $V_{\sigma} = 1500 \text{ л}$.

Площадь внутренней лопасти – $F_1 = 0,064 \text{ м}^2$.

Угол наклона внутренней лопасти в горизонтальной плоскости – $\alpha_1 = 52^\circ$.

Угол наклона внутренней лопасти в вертикальной плоскости – $\beta_1 = 20^\circ$.

Расстояние от центра внутренней лопасти до оси вращения ротора – $r_1 = 0,6 \text{ м}$.

Количество внутренних лопастей – $n_{л1} = 2$.

Площадь средней лопасти – $F_2 = 0,064 \text{ м}^2$.

Угол наклона средней лопасти в горизонтальной плоскости – $\alpha_2 = 58^\circ$.

Угол наклона средней лопасти в вертикальной плоскости – $\beta_2 = 20^\circ$.

Расстояние от центра средней лопасти до оси вращения ротора – $r_2 = 0,85 \text{ м}$.

Количество средних лопастей – $n_{л2} = 2$.

Площадь наружной лопасти – $F_3 = 0,064 \text{ м}^2$.

Угол наклона наружной лопасти в горизонтальной плоскости – $\alpha_3 = 40^\circ$.

Угол наклона наружной лопасти в вертикальной плоскости – $\beta_3 = 20^\circ$.

Расстояние от центра наружной лопасти до оси вращения ротора –
 $r_3 = 1,1 \text{ м}$.

Количество наружных лопастей – $n_{л3} = 2$.

Внутренний радиус чаши – $R = 1,25 \text{ м}$

Расчет производительности:

Определяем объем готового замеса V_3 по формуле:

$$V_3 = V_0 \cdot k_0 = 1500 \cdot 0,67 = 1005 \text{ л},$$

где k_0 – коэффициент выхода бетонной смеси, принимается равным 0,67.

Определяем время полного цикла перемешивания τ_u по формуле:

$$\tau_u = \tau_3 + \tau_n + \tau_0 = 10 + 240 + 50 = 300 \text{ с},$$

где τ_3 – время загрузки барабана, принимается равным 10 с;

τ_n – время перемешивания смеси, принимается равным 240 с;

τ_0 – время выгрузки барабана, принимается равным 50 с;

Определяем число циклов в час n по формуле:

$$n = \frac{3600}{\tau_u} = \frac{3600}{300} = 12.$$

Определяем часовую производительность P_u по формуле:

$$P_u = \frac{V_3 \cdot n}{1000} = \frac{1005 \cdot 12}{1000} = 12,06 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расчет мощности электродвигателя:

Определяем крутящий момент на внутренних лопастях M_1 по формуле:

$$M_1 = n_{r1} \cdot F_1 \cdot r_1 \cdot \cos(\alpha_1) \cdot \cos(\beta_1) = 2 \cdot 0,064 \cdot 0,6 \cdot \cos(52^\circ) \cdot \cos(20^\circ) = 0,0444 \text{ Н/м}.$$

Определяем крутящий момент на средних лопастях M_2 по формуле:

$$M_2 = n_{r2} \cdot F_2 \cdot r_2 \cdot \cos(\alpha_2) \cdot \cos(\beta_2) = 2 \cdot 0,064 \cdot 0,85 \cdot \cos(58^\circ) \cdot \cos(20^\circ) = 0,0542 \text{ Н/м}.$$

Определяем крутящий момент на наружных лопастях M_3 по формуле:

$$M_3 = n_{r3} \cdot F_3 \cdot r_3 \cdot \cos(\alpha_3) \cdot \cos(\beta_3) = 2 \cdot 0,064 \cdot 1,1 \cdot \cos(40^\circ) \cdot \cos(20^\circ) = 0,1014 \text{ Н/м}.$$

Определяем суммарный крутящий момент ротора бетоносмесителя M_c по формуле:

$$M_c = p \cdot (M_1 + M_2 + M_3) = 1150 \cdot (0,0444 + 0,0542 + 0,1014) = 230 \text{ Н/м},$$

где p – удельное сопротивление бетонной смеси на 1 м^2 лопасти, принимается равным 1150 Н/м^2 .

Определяем требуемую мощность электродвигателя $N_{дв}$ по формуле:

$$N_{дв} = \frac{M_c \cdot 2 \cdot \pi \cdot n}{1000 \cdot \eta} = \frac{230 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 24}{1000 \cdot 0,92} = 37 \text{ кВт},$$

где n_p – частота вращения ротора бетоносмесителя, принимается равной 24 об/с ;

η – коэффициент полезного действия привода ротора бетоносмесителя, принимается равным $0,92$.

Характеристики бетоносмесителя представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристики бетоносмесителя СБ138-Б

Наименование	Значение
Объем по загрузке, л	1500
Готовый замес бетонной смеси, л	1000
Циклов в час	12
Курупность заполнителя, мм	70
Установленная мощность эл. двигателя, кВт	37
Рабочее давление в пневмоцилиндре, Мпа	0.6
Длина, мм	3050
Ширина, мм	2750
Высота, мм	1850
Масса, кг	3410

Общий вид бетоносмесителя СБ138-Б представлен на рисунке 10.



Рисунок 10 – Бетоносмеситель СБ138-Б

Бетоносмеситель СБ138-Б представлен на рисунке 11.

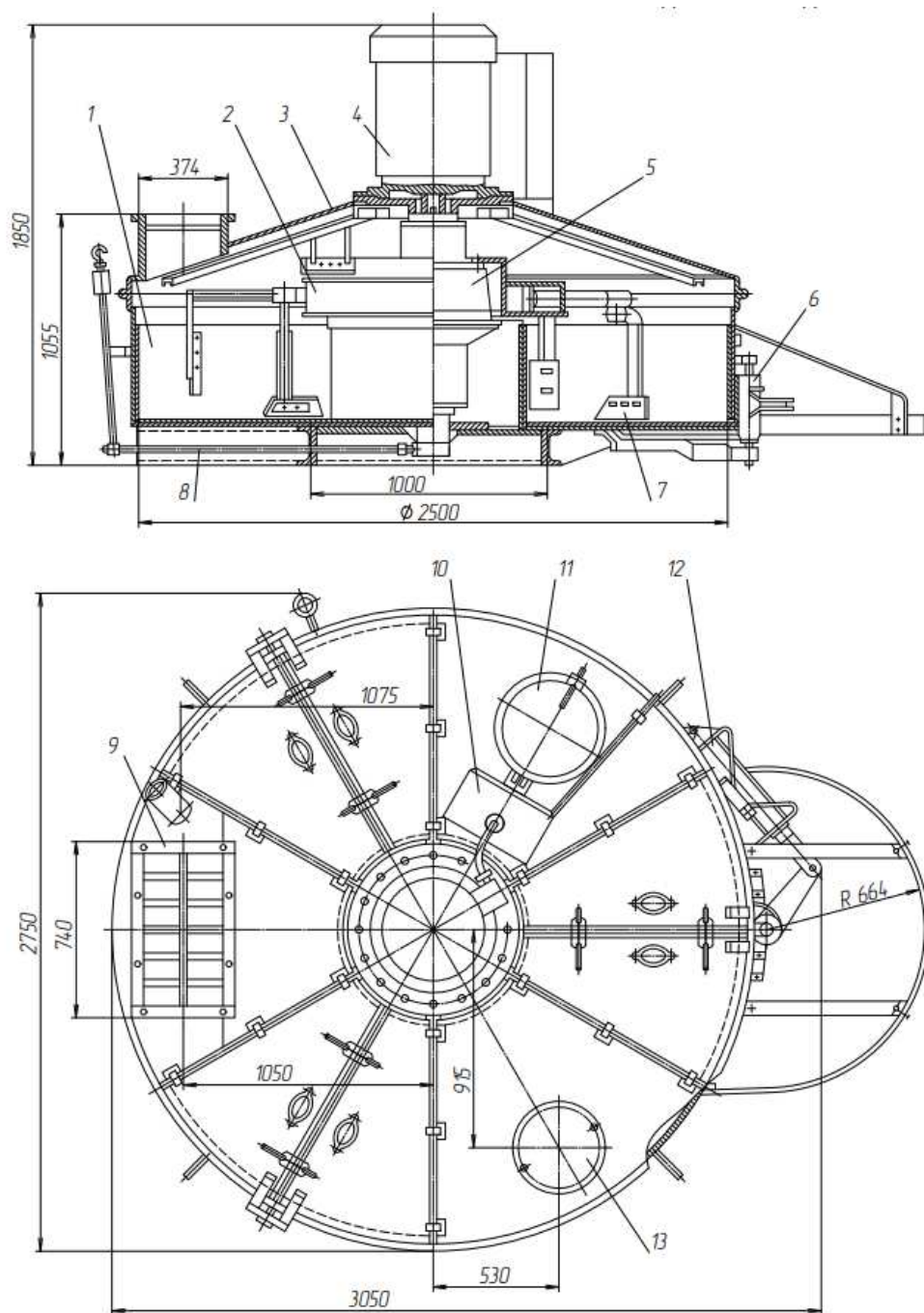


Рисунок 11 – Бетоносмеситель СБ138-Б: 1 – Чаша; 2 – Ротор; 3 – Крышка; 4 – Электродвигатель; 5 – Редуктор; 6 – Затвор; 7 – Смесительная лопасть; 8 – Заливная трубка; 9 – загрузочный патрубок; 10 – Пульт управления; 11 – Смотровой люк; 12 – Пневмоцилиндр; 13 – Вытяжной патрубок

4.4 Расчет формующей установки

Определяем часовую производительность $\Pi_{\text{час}}$ формующей установки по формуле:

$$\Pi_{\text{час}} = \frac{\Pi_{\text{год}}}{\Phi_{\text{год}}} = \frac{6335000}{3910,4} = 1620 \text{ шт/ч},$$

где $\Pi_{\text{год}} = 6335000$ – годовая производительность технологической линии, шт.;

$\Phi_{\text{год}}$ – годовой фонд рабочего времени формующей установки, ч.

$$\Phi_{\text{год}} = n \cdot m \cdot 8 \cdot K = 260 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 0,94 = 3910,4 \text{ ч},$$

где n – количество рабочих суток в году;

m – количество смен;

k – коэффициент используемого оборудования, принимается равным 0,94.

4.5 Расчет складов готовой продукции

Определяем производственную площадь для склада готовой продукции S , м^2 , по формуле:

$$S = \frac{n \cdot Q \cdot K_1 \cdot K_2}{q_n},$$

где n – запас материалов и деталей, в сутках

Q – суточное производство изделий, м^3 (составляет 67,1 м^3);

K_1, K_2 – коэффициенты учета соответственно проездов, проходов и нормативных расстояний между продукцией, обеспечивающие безопасное хранение, принимаются равными 1,5 и 1,3 соответственно;

q_n – нормативные количества складирования на 1 м^2 складских площадей, принимается равным 1,2 м^3 :

$$S = \frac{10 \cdot 67,1 \cdot 1,5 \cdot 1,3}{1,2} = 1090,4 \text{ м}^2.$$

4.6 Ведомость технологического и транспортного оборудования

Ведомость технологического и транспортного оборудования представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Ведомость технологического и транспортного оборудования

Наименование		Оборудование	Технические характеристики, показатели	Кол-во
Процесс	Материал			
Складирование	Цемент	Силос	Железобетонный силос, вместимостью 360 т	4
	Песок	Склад	Траншейный полубункерный склад, вместимостью 600 м ³	1
	Щебень	Склад		3
	Добавка	Емкость	Металлическая емкость, вместимостью 65 м ³	1
Транспортирование	Цемент	Пневмотранспорт	Производительность 12 м ³ /ч	1
	Песок	Ленточный конвейер	Скорость движения 1,9 м/с	-
	Щебень			
	Добавка	Трубопровод	Диаметр трубопровода 40 мм	1
Промежуточное хранение сырья	Цемент	Бункер	Вместимость 2 м ³	2
	Песок	Бункер	Вместимость 3 м ³	2
	Щебень	Бункер	Вместимость 3 м ³	1
	Добавка	Емкость	Вместимость 0,5 м ³	1

Продолжение таблицы 5

Наименование		Оборудование	Технические характеристики, показатели	Кол-во
Процесс	Материал			
Дозирование сырья	Цемент	Дозатор	Масса дозируемого материала 100...700 кг	1
	Песок	Дозатор	Масса дозируемого материала 400...1900 кг	1
	Щебень	Дозатор		1
	Добавка	Расходомер	-	1
Приготовление смеси	Цемент	Роторный бетоно-смеситель	Объем готового замеса – 1 м ³ Число циклов работы в час – 12	1
	Песок			
	Щебень			
	Рабочий раствор			
Вибропрессование	Бетонная смесь	Вибропресс	Производительность 3 м ³ /ч	1
Тепловая обработка	Сырец	Напольная камера ТВО	Производительность 20,5 м ³ за период ТВО = 9 ч	1
Транспортирование изделий на пост пакетирования	Готовые изделия	Вилочный погрузчик	Грузоподъемность 1600 кг	1
Складирование готовой продукции	Готовые изделия	Мостовой кран	Грузоподъемность 10 т	1

5 Контроль качества

При производстве номенклатуры изделий на заводе по производству тротуарных плит технологический контроль должен осуществляться на различных стадиях технологического процесса. В зависимости от этого контроль различают входной, пооперационный и выходной. Контроль производства осуществляет цеховой технический персонал, он отвечает за соблюдение технологических требований к изделиям.

Отдел технического контроля предприятия – ОТК контролирует качество и производит приём готовой продукции, проверяет соответствие технологии технологическим условиям производства изделий. В задачи контроля входят: контроль качества поступивших на предприятие материалов и полуфабрикатов – входной контроль; контроль выполнения технологических процессов, осуществляемых во время выполнения определённых операций в соответствии с установленными режимами и технологическими картами – пооперационный контроль.

Контроль качества и комплектности продукции, соответствие её стандартам и технологическим условиям – выходной контроль. Контроль может быть сплошным, то есть каждой единицы продукции, и выборочный, то есть контроль части продукции, и выборочный по результатам которого оценивают всю партию.

В производстве так же находит применение статический выходной контроль качества – выборочный контроль с использованием статических методов для обоснования контроля. При соответствии качества материалов и правильно организованном пооперационном контроле создаются условия выполнения технологического процесса, гарантирующие выход продукции высокого качества.

Исходные материалы, поступающие на завод, подвергаются систематическому контролю. Действенность контроля обеспечивается

правильным хранением материалов по видам, маркам и партиям, паспортизирующих материалов и их использованием.

На предприятии тепловая обработка контролируется автоматическими устройствами. Автоматизация контроля и регулирование производственного процесса находит широкое применение.

6 Охрана труда и техники безопасности

Требования охраны труда в бетоносмесительном цеху:

Требования охраны труда перед началом работы.

Перед началом работы следует привести в порядок и надеть спецодежду, спецобувь и защитную каску.

Спецодежда должна быть соответствующего размера, чистой и не стеснять движений.

Перед началом работы нужно проверить техническое состояние бетоносмесителя.

Работник должен лично убедиться в том, что все меры, необходимые для обеспечения безопасности выполнены.

Работник не должен приступать к выполнению работы при следующих нарушениях требований безопасности: при неисправности бетоносмесителя, при которых запрещается его эксплуатация; при наличии трещин и деформаций в металлоконструкциях несущей рамы и бетоносмесителя; при отсутствии в зоне производства работ медицинской аптечки и первичных средств пожаротушения.

Работник не должен приступать к работе, если у него имеются сомнения в обеспечении безопасности при выполнении предстоящей работы.

Перед началом работы нужно убедиться в достаточности освещения рабочей зоны.

Требования охраны труда во время работы.

Работник, находящийся в болезненном или переутомленном состоянии, а также под воздействием алкоголя, наркотических веществ или лекарств, притупляющих внимание и реакцию, не должен приступать к работе, так как это может привести к несчастному случаю.

Перед пуском в работу бетоносмесительного агрегата нужно убедиться в отсутствии посторонних лиц и предметов в рабочей зоне механизмов.

Вокруг бетоносмесителя должен быть обеспечен свободный проход шириной не менее 1 м.

После окончания приготовления бетонной смеси работник должен выпустить бетонную смесь в бадью.

Во время работы бетоносмесителя запрещается выгружать бетонную смесь лопатой или другим инструментом, вводя их внутрь смесителя.

При эксплуатации бетоносмесителя работник обязан: содержать бетоносмесительный агрегат в чистоте, не оставлять в барабане бетонную смесь; не оставлять работающий бетоносмеситель без присмотра; не начинать работу бетоносмесителя и подачу готовой бетонной смеси при нахождении людей в зоне работы механизмов.

После окончания приготовления бетонной смеси запрещается оставлять ее в барабане бетоносмесителя.

Барабан бетоносмесителя следует промывать от остатков бетонной смеси.

После промывки барабана сливать воду следует в емкость для отстоя воды.

Не допускается устранять неисправности, очищать приводные ремни и просыпавшийся материал во время работы бетоносмесителя.

Работнику запрещается касаться токоведущих частей электропривода бетоносмесителя, а также нетоковедущих частей, которые в результате замыкания на корпус могут случайно оказаться под напряжением.

Во время работы работник должен вести себя спокойно и выдержанно, избегать конфликтных ситуаций, которые могут вызвать нервно-эмоциональное напряжение и отразиться на безопасности труда.

Во время работы следует быть внимательным, не отвлекаться от выполнения своих обязанностей.

Во время работы не разрешается оставлять свое рабочее место; это допускается только в исключительных случаях с разрешения непосредственного руководителя.

Требования охраны труда по окончании работы:

По окончании работы работник должен привести в порядок бетоносмеситель, промыть его.

По окончании работы следует снять спецодежду, спецобувь и другие средства индивидуальной защиты и убрать их в установленное место хранения, при необходимости – сдать в стирку, чистку.

Обо всех замеченных в процессе работы неполадках и неисправностях бетоносмесителя и вспомогательного инструмента, а также о других нарушениях требований охраны труда следует сообщить своему непосредственному руководителю.

По окончании работы следует тщательно вымыть руки теплой водой с мылом, при необходимости принять душ.

Электробезопасность на предприятии.

Согласно ГОСТ 12.1.019–79 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты» проектируемое предприятие по степени поражения электрическим током относится к помещениям повышенной опасности. Все металлические части машин, механизмов, оборудования, которые могут оказаться под напряжением в результате нарушения изоляции, подлежат заземлению.

Пожарная безопасность на предприятии.

Возникновение пожаров на предприятиях по производству мелкоштучных изделий из бетона может происходить в результате нарушения противопожарного режима или быть следствием нарушения мер пожарной безопасности при проектировании и строительстве производственных зданий. Пожары обычно возникают в одном месте и распространяются дальше по горючим материалам и строительным конструкциям. Предприятие относится к III степени огнестойкости по СНиП 21–01–97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений». Следовательно на каждые 200 м² производственных помещений должны быть: один огнетушитель типа ОП-5, ящик с песком 0,5 м³ с лопатой. Внутри производственных зданий целесообразно предусматривать противопожарные стены, перекрытия и экраны. Противопожарные стены предназначены для

членения здания на противопожарные отсеки. Предел огнестойкости противопожарных стен должен приниматься не менее 2,5 ч. Эти стены могут быть выполнены из кирпича или бетонных блоков. Все производственные здания и сооружения предприятия должны быть обеспечены первичными средствами огнетушения. К этим средствам относят внутренние пожарные краны, огнетушители, песок, помпы. Наибольшее распространение в числе первичных средств пожаротушения получили пенные, газовые и порошковые огнетушители. Противопожарные водопроводы для наружного пожаротушения устраивают высокого и низкого давления. Для забора воды на водопроводной сети устанавливают пожарные гидранты. Расстояние между ними принимают не более 150 м и располагают их не ближе 5 м от стен зданий и не более 2,5 м от бровки дороги. Все производственные здания и административно-бытовой корпус предприятия должны быть оборудованы эвакуационными путями выходами на случай пожара для безопасной эвакуации.

Производственная пыль.

При приготовлении бетонных смесей основную вредность оказывают пыль от цемента и песка.

Цемент. Пыль цемента вызывает одышку, кашель, сухость во рту, кожные заболевания. ПДК_{р.з.} – 6 мг/м³. Методы и средства защиты: респираторы и смазывание открытых частей тела жирными кремами.

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

Вибрация.

Согласно ГОСТ 12.1.012–90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования безопасности» метод вибропрессования относится к общей вибрации, а именно к технологической. Длительное действие общей

вибрации может привести к развитию вибрационной болезни. Методы и средства защиты: важным для снижения опасного воздействия на организм человека является правильная организация режима труда и отдыха, постоянное медицинское наблюдение за состоянием здоровья, лечебно-профилактические мероприятия, такие как гидропроцедуры (теплые ванночки для рук и ног), массаж рук и ног, витаминизация.

7 Экология

В соответствии с требованиями СНиП II-89-80 «Генеральные планы промышленных предприятий», производственная площадка, отводимая под строительство, должна располагаться по отношению к ближайшему жилому району с подветренной стороны для господствующих ветров в «теплый» период года.

Формовочный цех должен располагаться на промышленной площадке завода с подветренной стороны по отношению к другим цехам завода.

Территория предприятия, свободная от застройки и хозяйственных площадок, должна быть озеленена. Проезды и пешеходные дорожки должны иметь твердое покрытие. Работы по оборудованию и благоустройству территории к моменту пуска в эксплуатацию промышленных объектов должны быть закончены.

Мероприятия по защите окружающей среды должны быть разработаны с учетом ГОСТов и другой нормативнотехнической документации.

Воздухоохранные мероприятия должны разрабатываться в соответствии с требованиями: ГОСТ 17.2.3.02–2014 «Правила установления допустимых выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями» и ГСОТ 17.2.1.03–84 «Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения»; Санитарных норм проектирования промышленных предприятий; Указаний по расчету рассеивания в атмосфере вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий.

С учетом физико-химических свойств пыли, образующейся при производстве изделий для дорожного мощения, и возможности ее утилизации, следует применять двухстадийную очистку воздуха.

Технологическое и транспортное оборудование, работа которого сопровождается выделением пыли, должно оснащаться герметичными

укрытиями, имеющими воронки для подключения к аспирационным и обеспыливающим установкам.

Высота труб, предназначенных для выброса очищенного воздуха и уходящих газов в атмосферу, необходимо определять в соответствии с «Указаниями по расчету рассеивания в атмосфере выбросов предприятий».

Выбросы воздуха от аспирационных установок в атмосферу следует выводить выше конька кровли здания не менее чем на 5,0 м.

Водоохранные мероприятия должны разрабатываться в соответствии с требованиями ГОСТ 17.1.3.04–82 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения пестицидами», ГОСТ 17.1.3.06–82 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод».

При технологическом проектировании необходимо создавать замкнутые водооборотные циклы. При хранении, транспортировании и использовании материалов недопустимо загрязнение почвы, снега и воды, что в конечном итоге приводит к загрязнению водного бассейна.

Мероприятия по охране почв должны разрабатываться в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.2.03–86 «Охрана природы. Почвы. Паспорт почв» и ГОСТ 17.4.3.03–85 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ».

Исходное сырье для получения элементов дорожного мощения получают путем разработки природных месторождений. Образующиеся карьеры трансформируют рельеф; нарушается режим подземных вод, происходит их загрязнение; возникают провалы, оползни. При технологическом проектировании вместо природного сырья рекомендуется максимально использовать вторичные продукты промышленности.

Мероприятия по обращению с промышленными отходами должны разрабатываться в соответствии с требованиями ГОСТ 17.0.0.04–90 «Охрана природы. Экологический паспорт промышленного предприятия. Основные положения», временного классификатора токсичных промышленных отходов

и методических рекомендаций по определению класса токсичных промышленных отходов.

Отходы формовочной массы и брак изделий при формовании должны возвращаться в производство, для чего следует предусматривать необходимые транспортные средства, доставляющие брак в перерабатывающие агрегаты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тротуарная плитка – это современный материал, широко применяемый в строительстве. Популярность данного вида покрытия обусловлена его набором положительных свойств и характеристик: легкость укладки и обслуживания, эстетическая привлекательность, долговечность и стоимость.

Основными сырьевыми компонентами для производства тротуарной плитки служат: вяжущее вещество – цемент, мелкий заполнитель – песок, крупный заполнитель – щебень, вода, добавки и пигменты.

Бетонная смесь, используемая при изготовлении тротуарной плитки, основана на портландцементе. В качестве мелкого заполнителя применяют песок с модулем крупности 2, крупного заполнителя – щебень с модулем крупности 0-5 или 5-10. Также для повышения технологических свойств бетона, в смесь на стадии перемешивания сырьевых компонентов в бетоносмесителе вводят добавки. Для изменения внешнего вида – лицевой стороны бетона, используют краситель – пигмент.

Наличие качественных компонентов не может в полном объеме гарантировать высокое качество готовых изделий. Только при строгом соблюдении технологии производства и корректном расчете состава, возможно, получить тротуарную плитку, соответствующую всем требованиям нормативной документации.

Лицевые поверхности плит могут быть гладкими, рельефными, с дополнительной обработкой или с обнаженным заполнителем.

На лицевой поверхности плит не допускаются масляные пятна и пятна ржавчины. Допускаются на поверхности плит выцветы и высолы, не влияющие на физико-механические свойства: прочность, морозостойкость и истираемость.

Наиболее благоприятным методом производства тротуарной плитки является метод вибропрессования.

Метод вибропрессования предполагает использование жестких смесей с низким содержанием воды, такую смесь можно приготовить только в бетоносмесителе принудительного действия.

Вибропрессование заключается в том, что бетонную смесь подают и укладывают в пресс-форму – матрицу. Матрица установлена на станине. Станина в момент подачи смеси непрерывно вибрирует. После укладки, на смесь сверху начинает давить пуансон – это деталь, обратная матрице. Пуансон идеально точно входит в матрицу. Этот процесс напоминает вход поршня в цилиндр. Пуансон тоже непрерывно вибрирует, до полного уплотнения бетонной смеси. После этого матрицу и пуансон поднимают вверх. На поддоне остается лишь изделие – сырец.

Достоинством такого метода являются точность геометрических форм и размеров, высокая устойчивость к постоянным нагрузкам, механическим и химическим воздействиям, а также низкий показатель водопоглощения.

Недостатком вибропрессованных изделий является большой вес изделий, в следствии большой плотности, а это сложности при погрузке/разгрузке и транспортировке.

Детальное изучение технологии процесса производства показывает, что конечное качество изделия – тротуарной плитки, напрямую зависит от соблюдения технологических процессов формовки, а затем и правильного режима тепловлажностной обработки – ТВО.

Таким образом, этот вид тротуарного покрытия, включая все его разновидности, занимает лидирующее место в сфере благоустройства территорий, постепенно вытесняя более традиционные виды покрытий, такие

как асфальт или литой бетон, стремительно оказывавшиеся устаревшими на фоне тротуарной плитки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Иванчук А.В. К вопросу применения тротуарных покрытий при благоустройстве общественных пространств / А.В. Иванчук // Сборник статей VII Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 92-96.
2. Романенко И.И. Производство вибропрессованных мелкоштучных изделий / И.И. Романенко // Дневник науки. – 2020. – С. 13.
3. Кармановская Т.В. Идентификация и анализ состава пигментов красочных слоев для определения времени создания произведенной живописи / Т.В. Кармановская // Материалы международной научно-практической конференции. – 2019. С. 292-297.
4. Полтояйнен А.И. Штучные цементобетонные изделия для дорог и тротуаров / А.И. Полтояйнен // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии. – 2015. С. 54-58.
5. Кудимова А.В. Разработка состава и изучение свойств тротуарной плитки / А.В. Кудимова // Успехи в химии и химической технологии. – 2011. С. 40-43.
6. Немахов И.В. Подбор рационального режима уплотнения бетонной смеси для производства тротуарной плитки / И.В. Немахов // Аллея науки. – 2018. С. 254-256.
7. Сафонова Т.В. Разработка состава бетонной смеси и технологии производства тротуарной плитки / Т.В. Сафонова // Молодежный вестник ИРГТУ. – 2014. С. 3.
8. Вибрационная технология бетона. [Электронный ресурс] / Гусев Б.В., Зазимко В.Г. – Киев, 1991. Режим доступа: http://books.totalarch.com/concrete_vibration_technology

9. Теория вибрационной техники и технологии [Электронный ресурс] / Гончаревич И.Ф., Фролов К.В. – СССР, 1981. Режим доступа: https://www.studmed.ru/goncharevich-if-vihnovich-ol-vibracionnyie-ustanovki-dlya-vypuska-rudy-konstrukcii-metody-rascheta-rekomendacii-po-ekspluatatsii-i-naladke_f8bde35ee15.html
10. Технология бетона. [Электронный ресурс] / Баженов Ю.М. – Москва, 1979. Режим доступа: http://books.totalarch.com/technology_of_concrete_bazhenov_1979
11. Новые эффективные бетоны и технологии. [Электронный ресурс] / Баженов Ю.М. – 2003. Режим доступа: <https://build.rin.ru/articles/1450.html>
12. ГОСТ 17608–2017 Плиты бетонные тротуарные. Технические условия. – Введ. 01.03.2018. – М.: Стандартинформ, 2017. – 55с.
13. ГОСТ 10178–85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия. – Введ. 01.01.1987. – М.: Стандартинформ, 2008. – 14с.
14. ГОСТ 31108–2016 Цементы общестроительные. Технические условия. – Введ. 01.03.2017. – М.: Стандартинформ, 2019. – 21с.
15. ГОСТ 33174–2014 Дороги автомобильные общего пользования. Цемент. Технические требования. – Введ. 01.07.2015. – М.: Стандартинформ, 2015. – 15с.
16. ГОСТ 965–89 Портландцементы белые. Технические условия. – Введ. 01.01.1990. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 9с.
17. ГОСТ 15825–80 Портландцемент цветной. Технические условия. – Введ. 01.01.1983. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1993. – 9с.
18. ГОСТ 8267–93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия. – Введ. 01.01.1995. – М.: Стандартинформ, 2018. – 27с.

19. ГОСТ 31424–2010 Материалы строительные нерудные из отсевов дробления плотных горных пород при производстве щебня. Технические условия. – Введ. 01.07.2010. – М.: Стандартинформ, 2019. – 20с.

20. ГОСТ 22856–89 Щебень и песок декоративные из природного камня. Технические условия. – Введ. 01.01.1990. – М.: Стандартинформ, 2007. – 14с.

21. ГОСТ 26633–2015 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия. – Введ. 01.09.2016. – М.: Стандартинформ, 2019. – 24с.

22. ГОСТ 8736–2014 Песок для строительных работ. Технические условия. – Введ. 01.04.2015. – М.: Стандартинформ, 2019. – 16с.

23. ГОСТ 23732–2011 Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия. – Введ. 01.10.2012. – М.: Стандартинформ, 2012. – 21с.

24. ГОСТ 24211–2008 Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия. – Введ. 01.01.2011. – М.: Стандартинформ, 2010. – 16с.

25. ГОСТ 56585–2015 Пигменты для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия. – Введ. 01.04.2016. – М.: Стандартинформ, 2016. – 17с.

26. ГОСТ 13015–2012 Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения. – Введ. 01.01.2014. – М.: Стандартинформ, 2019. – 36с.

27. ГОСТ 27006–2019 Бетоны. Правила подбора состава. – Введ. 01.01.2020. – М.: Стандартинформ, 2019. – 27с.

28. ГОСТ 12.1.019–2017 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – Введ. 01.01.2019. – М.: Стандартиформ, 2019. – 33с.

29. ГОСТ 17.2.3.02–2014 Правила установления допустимых выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями. – Введ. 01.07.2015. – М.: Стандартиформ, 2018. – 15с.

30. ГОСТ 17.2.1.03–84 Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения. – Введ. 01.07.1985. – М.: Издательство стандартов, 2004. – 29с.

31. ГОСТ 17.1.3.04–82 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения пестицидами. – Введ. 01.01.1983. – М.: Издательство стандартов, 2000. – 10с.

32. ГОСТ 17.4.2.03–86 Охрана природы. Почвы. Паспорт почв. – Введ. 01.07.1987. – М.: Стандартиформ, 2008. – 6с.

33. ГОСТ 17.4.3.03–85 Охрана природы. Почвы. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ. – Введ. 01.01.1987. – М.: Стандартиформ, 2008. – 2с.

34. ГОСТ 17.0.0.04–90 Охрана природы. Экологический паспорт промышленного предприятия. Основные положения. – Введ. 10.15.1990. – М.: Издательство стандартов, 1997. – 28с.

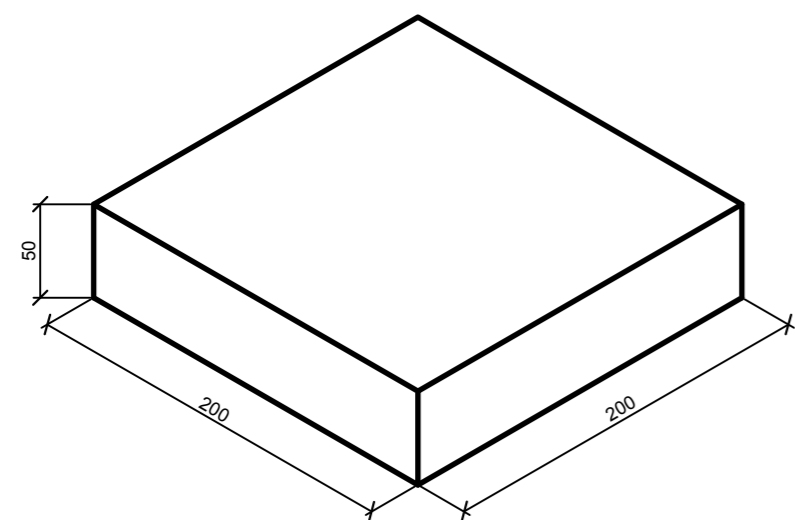
35. ГОСТ 12.1.012-90 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования. – Введ. 01.07.1991 – М.: Издательство стандартов, 2001. – 31с.

36. ГОСТ 27338–93 Установки бетоносмесительные механизированные. Общие технические условия. – Введ. 01.01.1995 – М.: Стандартиформ, 1994. – 12с.

37. СНиП 21-01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений. – Введ. 01.01.1998. – М.: ГУП ЦПП, 2002. – 33с.

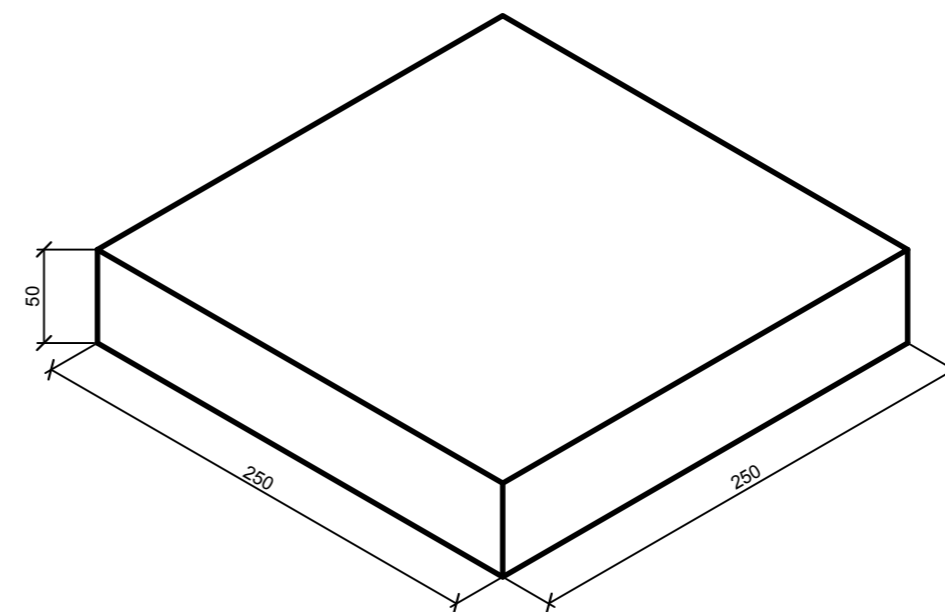
38. СНиП II-89-80 Генеральные планы промышленных предприятий. – Введ. 01.01.1982. – М.: ГУП ЦПП, 2002. – 25с.

НОМЕНКЛАТУРА ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ



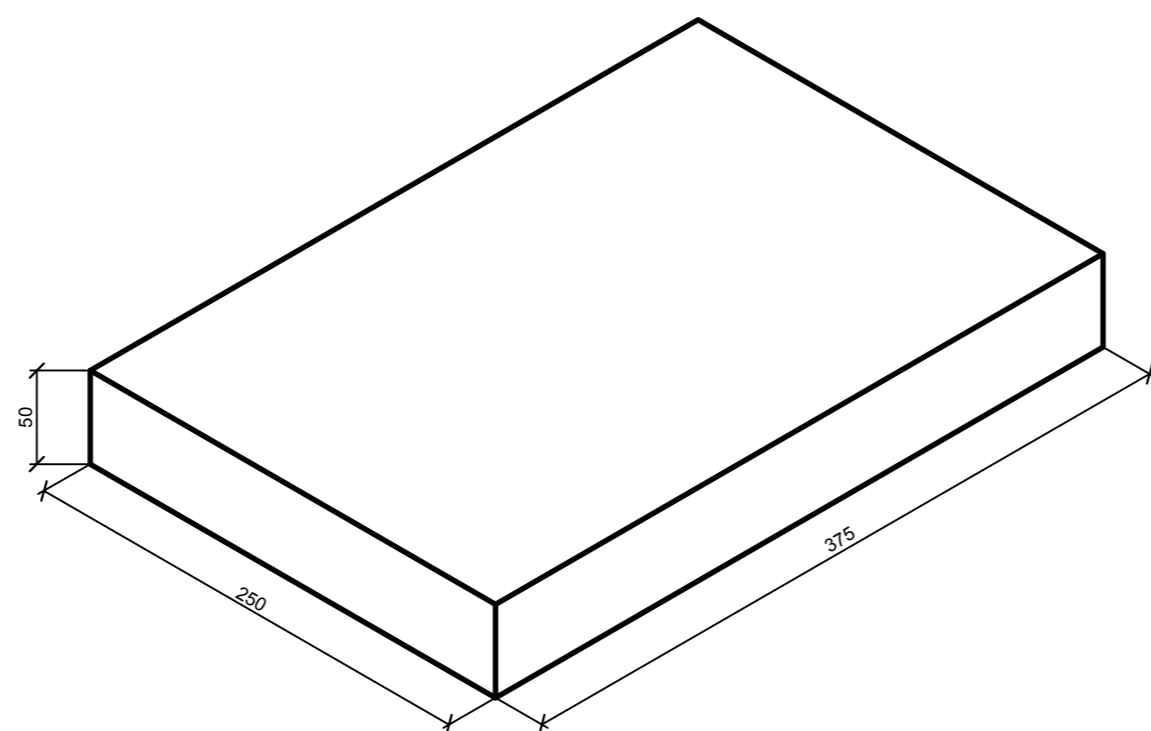
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРОТУАРНОЙ ПЛИТКИ 1К.5

Показатели свойств	Величина
Класс бетона плитки по прочности на сжатие не менее	B 25
Класс бетона плитки по прочности на растяжение не менее	$V_{тб}$ 3,6
Марка бетона, не менее	M 300
Морозостойкость, цикл, не менее	200
Водопоглощение, % масс, не более	6
Истираемость, г/см ² , не более	0,75
Объем, м ³	0,002
Масса, кг	7,68



ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРОТУАРНОЙ ПЛИТКИ 2К.5

Показатели свойств	Величина
Класс бетона плитки по прочности на сжатие не менее	B 25
Класс бетона плитки по прочности на растяжение не менее	$V_{тб}$ 3,6
Марка бетона, не менее	M 300
Морозостойкость, цикл, не менее	200
Водопоглощение, % масс, не более	6
Истираемость, г/см ² , не более	0,75
Объем, м ³	0,0031
Масса, кг	15



ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРОТУАРНОЙ ПЛИТКИ 1П.5

Показатели свойств	Величина
Класс бетона плитки по прочности на сжатие не менее	B 25
Класс бетона плитки по прочности на растяжение не менее	$V_{тб}$ 3,6
Марка бетона, не менее	M 300
Морозостойкость, цикл, не менее	200
Водопоглощение, % масс, не более	6
Истираемость, г/см ² , не более	0,75
Объем, м ³	0,0047
Масса, кг	22,5

ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ПОВЕРХНОСТИ И ВНЕШНЕМУ ВИДУ

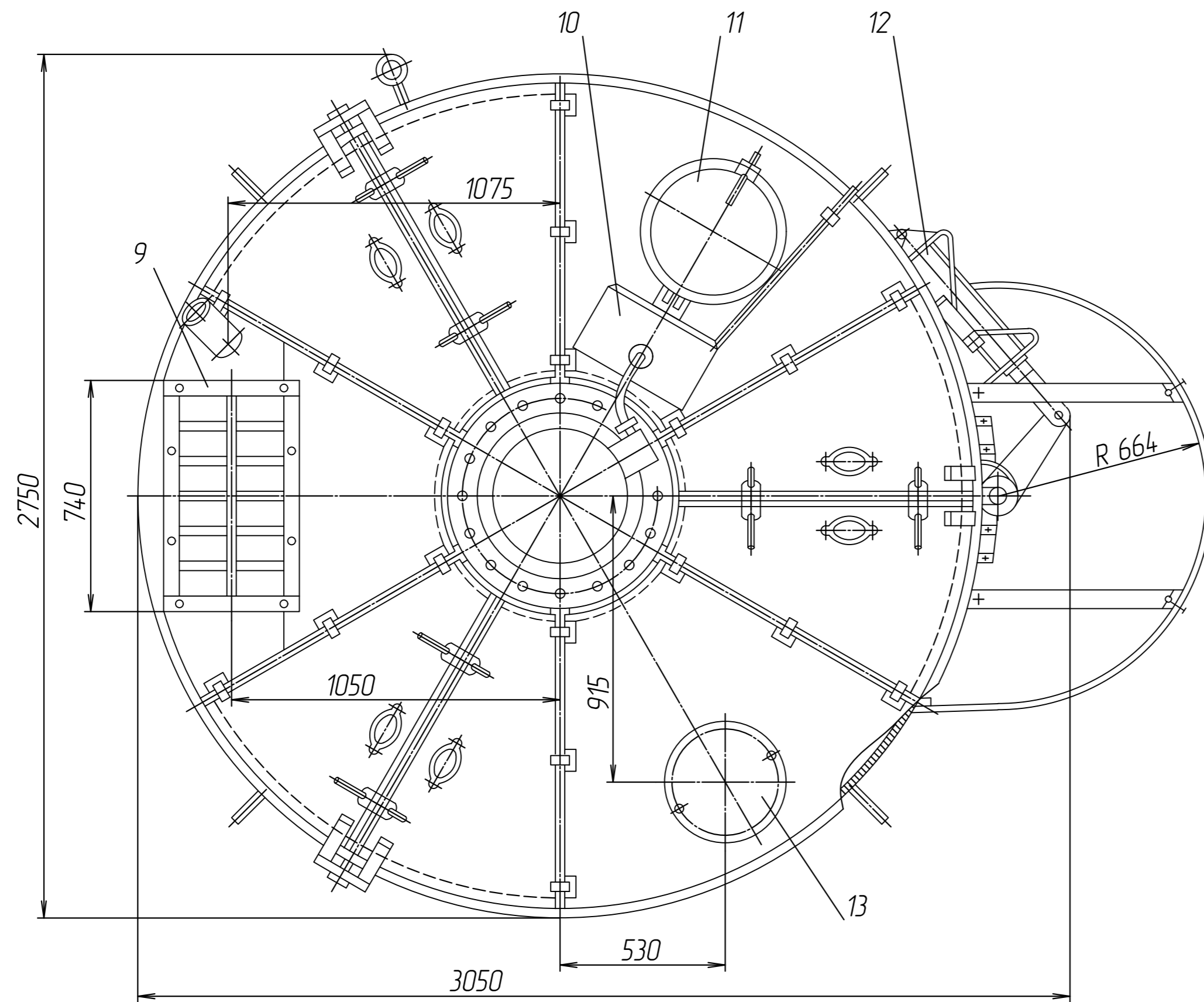
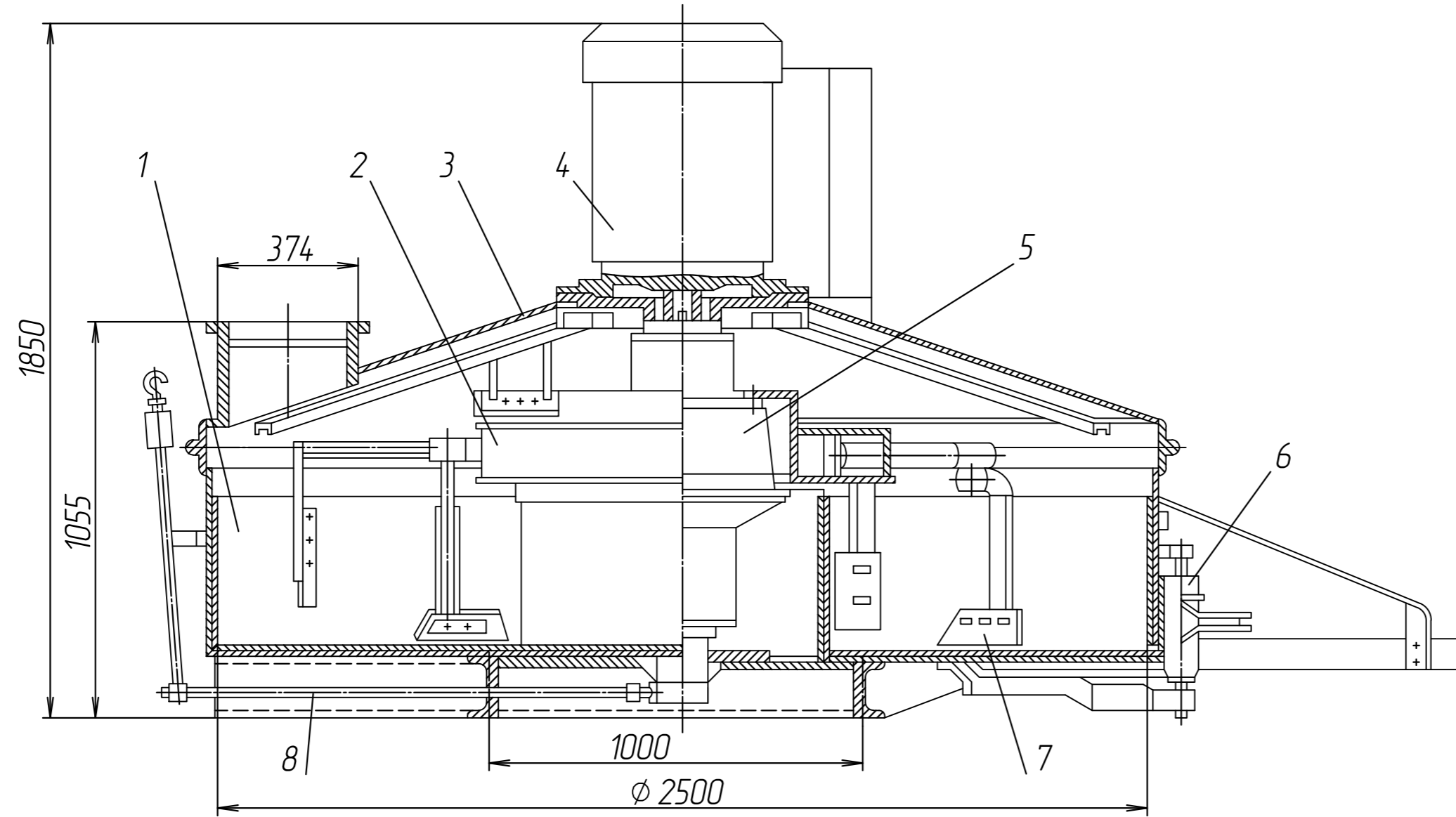
Параметр	Лицевая	Нелицевая
Диаметр или наибольший размер раковин, мм	10	15
Высота наплыва или глубина впадины, мм	5	10
Количество раковин или наплывов на 1 м ² , шт	5	-
Глубина окола бетона на ребре/поверхности, мм	5	10
Суммарная длина околов ребер не более, мм/м	30	-

ТРЕБОВАНИЯ К ТОЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Вид отклонения геометрического параметра	Отклонение, мм
Отклонение линейного размера, 120 – 250 мм	±2
Отклонение линейного размера, 250 – 500 мм	±2
Отклонение от прямолинейности, до 300 мм	±1
Отклонение от прямолинейности, 300 – 500 мм	±2
Отклонение от плоскостности, до 300 мм	±1
Отклонение от плоскостности, 300 – 500 мм	±2
Отклонение от перпендикулярности	±2

БР-08.03.01.17-2020			
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Изм./Лист	Докум.	Подпись	Дата
Разраб.	Кузнецов В.В.		
Руковод.	Дружинкин С.В.		
Зав. каф.	Енджиевская И.Г.		
Участок по производству плит бетонных тротуарных			Страницы Лист Листов 1 5
Номенклатура выпускаемой продукции			СФУ ИСИ каф. СМиТС группа СБ16-4.15П

БЕТОНОСМЕСИТЕЛЬ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ СБ138-Б



ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БЕТОНОСМЕСИТЕЛЯ СБ138-Б

Поз.	Наименование	Значение
1	Объем по загрузке сухими составляющими, л	1500
2	Объем готового замеса бетонной смеси, л	1000
3	Число циклов работы в час	12
4	Продолжительность перемешивания, с	300
5	Максимальная крупность заполнителя, мм	70
6	Частота вращения ротора, об/мин	24
7	Установленная мощность, кВт	37
8	Рабочее давление в пневмоцилиндре, МПа	0.6
9	Габаритные размеры, мм	
	длина	3050
	ширина	2750
	высота	1850
10	Масса, кг	3410

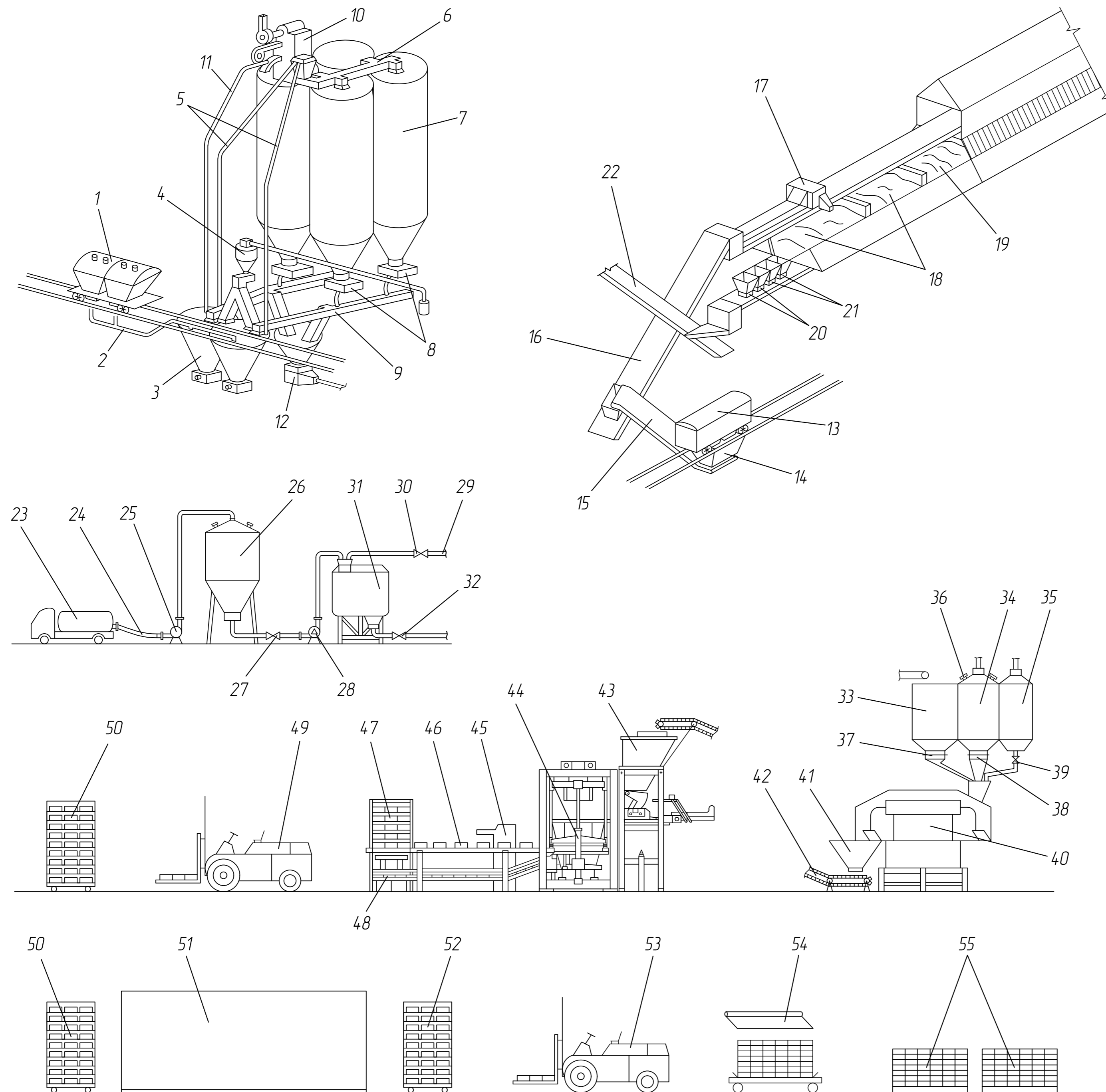
ЭКСПЛИКАЦИЯ

Поз.	Наименование	Кол-во
1	Чаша	1
2	Ротор	1
3	Крышка	1
4	Электродвигатель	1
5	Редуктор	1
6	Затвор	1
7	Смесительная лопасть	2
8	Заливная трубка	1
9	Загрузочный патрубок	1
10	Пульт управления	1
11	Смотровой люк	1
12	Пневмоцилиндр	1
13	Вытяжной патрубок	1

			БР-08.03.01.17-2020		
			Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт		
Изм./Лист	Докум.	Подпись	Дата	Стандия	Лист
Разраб.	Кузнецов В.В.				2
Руковод.	Дружинкин С.В.				5
Зав. каф.	Евдокимовская И.Г.				
				Участок по производству плит бетонных трапецидарных	
				Бетоносмеситель СБ138-Б	
				СФУ ИСИ каф. СМиТС группа СБ16-415П	

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА

ЭКСПЛИКАЦИЯ



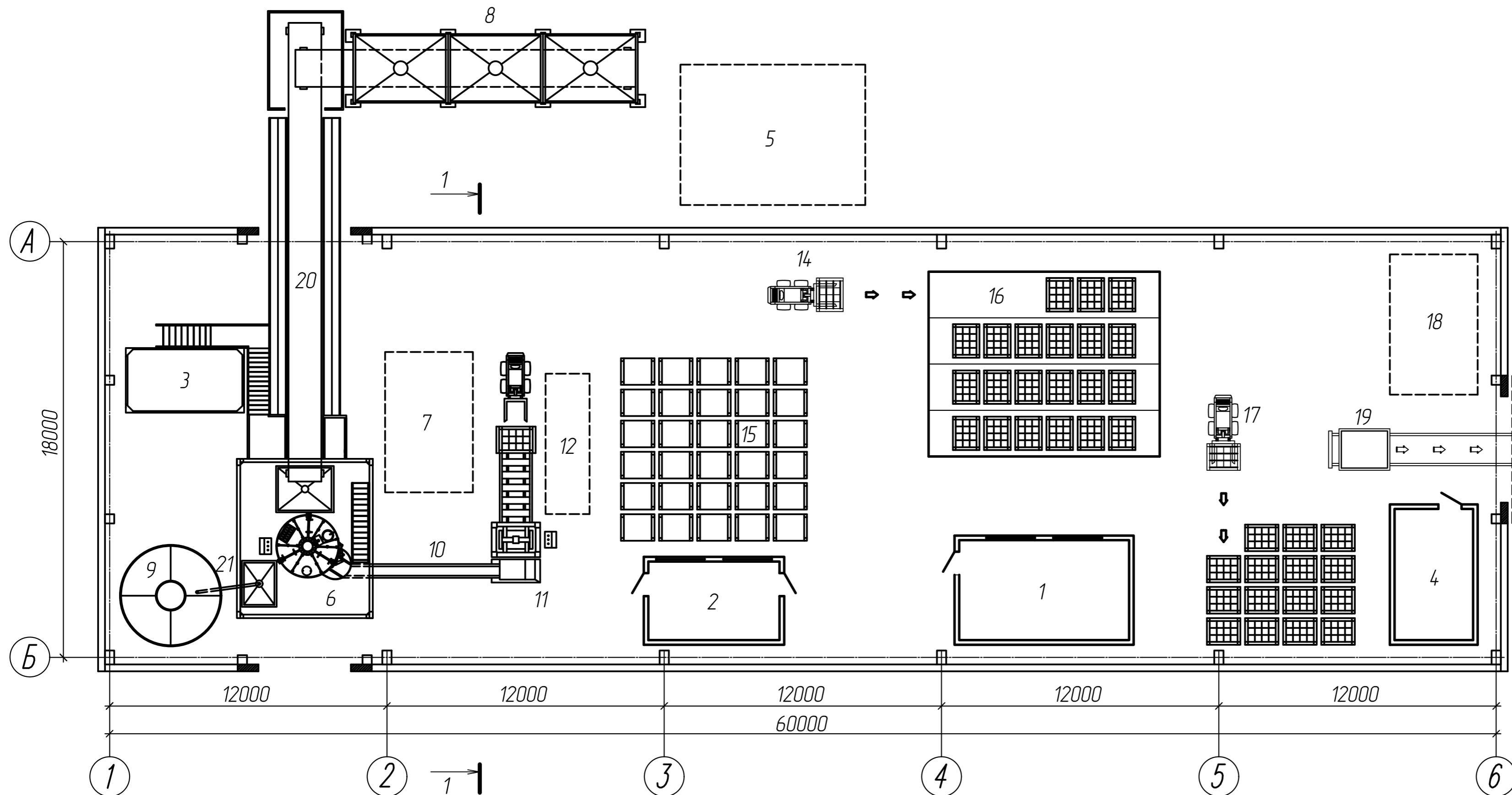
Поз.	Наименование передела
1	Доставка цемента железнодорожным транспортом
2	Подача цемента в приемный бункер
3	Прием цемента
4	Разгрузка цемента пневмотранспортом
5	Подача цемента в бункер-осадитель
6	Распределение цемента по силосам
7	Хранение цемента
8	Дозирование цемента в бункер выдачи
9	Транспортирование цемента в бункер выдачи
10	Двухстадийная очистка воздуха
11	Вывод запыленного воздуха
12	Транспортирование цемента в бетоносмесительное отделение
13	Доставка заполнителей железнодорожным транспортом
14	Прием заполнителей
15	Подача заполнителей на склад
16	Транспортирование заполнителей на склад
17	Распределение заполнителей по фракциям
18	Хранение песка
19	Хранение щебня
20	Выгрузка песка из бункера на ленту
21	Выгрузка щебня из бункера на ленту
22	Транспортирование заполнителей в бетоносмесительное отделение
23	Доставка добавки автотранспортом
24	Подача добавки на склад
25	Транспортирование добавки на склад
26	Хранение добавки
27	Дозирование добавки в растворный смеситель
28	Транспортирование добавки по трубопроводу
29	Подача воды по трубопроводу
30	Дозирование воды в растворный смеситель
31	Приготовление раствора с добавками
32	Подача раствора с добавками в бетоносмесительное отделение
33	Промежуточное хранение песка
34	Промежуточное хранение цемента
35	Промежуточное хранение раствора с добавками
36	Очистка воздуха
37	Дозирование песка
38	Дозирование цемента
39	Дозирование раствора с добавками
40	Приготовление бетонной смеси
41	Выгрузка бетонной смеси
42	Транспортирование бетонной смеси на ленточному транспортеру
43	Промежуточное хранение бетонной смеси
44	Формование изделий
45	Дистанционное управление вибропрессом
46	Транспортирование свежесформованных изделий
47	Штабелирование изделий
48	Подача поддонов в формовочное отделение
49	Загрузка изделий на тележку
50	Подача тележки с изделиями в напольную камеру
51	Тепловлажностная обработка изделий
52	Выгрузка тележки с изделиями из напольной камеры
53	Разгрузка изделий автопогрузчиком на самоходную тележку
54	Пакетирование готовой продукции
55	Складирование готовой продукции

БР-08.03.01.17-2020		
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт		
Изм./Лист	Докум.	Подпись Дата
Разраб.	Кузнецов В.В.	
Руковод.	Лужинкин С.В.	
Зав. каф.	Енжильская И.Г.	
Участок по производству плит бетонных тротуарных		Станд. Лист Листов
Технологическая схема производства		3 5
		СФУ ИСИ каф. СМиТС группа СБ16-41БП

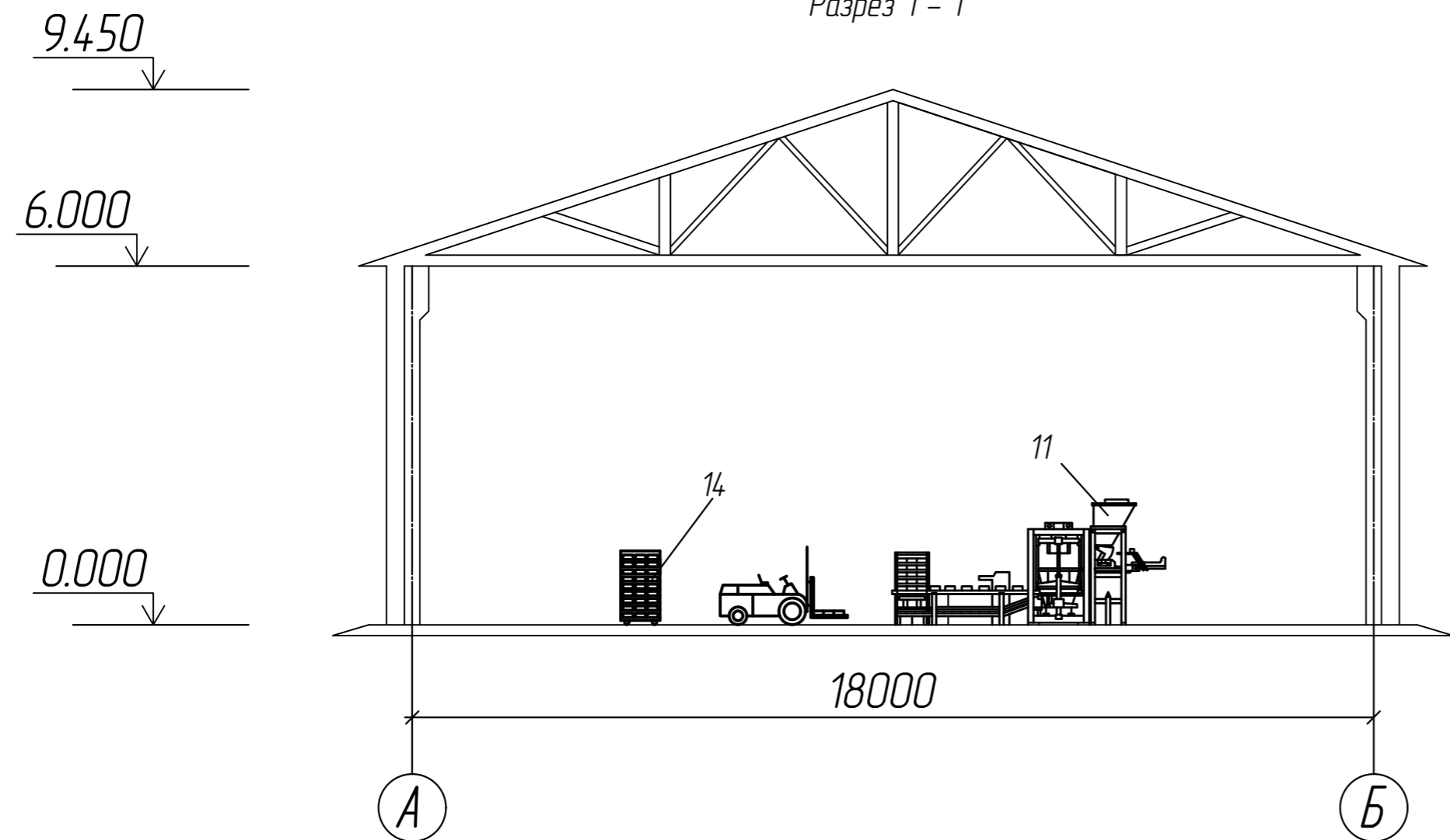
ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

ПЛАН РАССТАНОВКИ ОБОРУДОВАНИЯ ЦЕХА НА ОТМЕТКЕ 0.000



Разрез 1 - 1



ЭКСПЛИКАЦИЯ

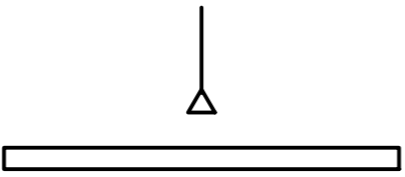
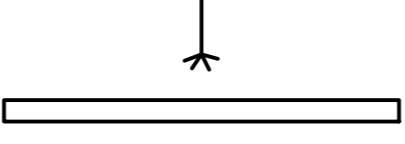
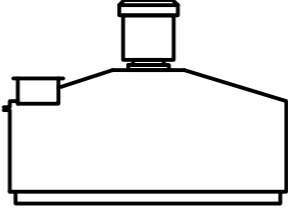
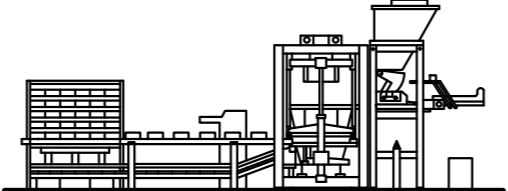

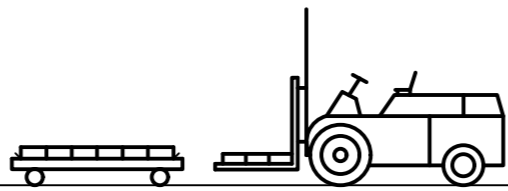

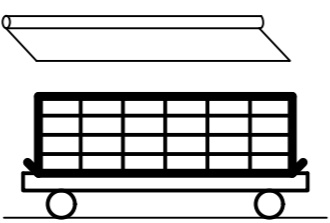
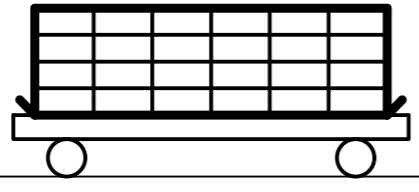
Поз.	Наименование
1	Лаборатория
2	Отдел технического контроля
3	Дежурный персонал
4	Начальник цеха
5	Открытый склад инертных заполнителей
6	Бетоносмесительный узел
7	Зона ремонта поддонов
8	Бункера инертных заполнителей
9	Силос для цемента
10	Транспортирование бетонной смеси в вибропресс
11	Формование изделий
12	Пост чистки и смазки поддонов
13	Загрузка изделий на вилочный погрузчик
14	Подача тележки с изделиями в камеру ТВО
15	Склад поддонов
16	Тепловлажностная обработка изделий
17	Выгрузка тележки с изделиями из камеры ТВО
18	Зона упаковки готовых изделий
19	Вывоз готовой продукции на открытый склад
20	Ленточный конвейер для подачи инертных
21	Шнековый конвейер для цемента

		БР-08.03.0117-2020		
		Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт		
Изм/Лист	Шахм.	Подпись	Дата	
Разраб.	Кузнецов В.В.			
Руковод.	Лружинкин С.В.			
Зав. каф.	Енджиевская И.П.			
		Часть по производству плит бетонных тротуарных		Стация Лист Листов 4 5
		План и разрез цеха		СФУ ИСИ каф. СМиТС группа СБ16-4.1БП

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ	ЭСКИЗ	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАБОТ	ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТЫ	УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ
<p>1 ЧИСТКА ПОДДОНОВ Обычно чистка осуществляется одновременно со съемом продукции с поддонов. Очистить поддоны от остатков бетона с помощью скребок, затем подмести их волосяной щеткой. Совковой лопатой собрать отходы в специальный дункер.</p>		Не допускается скопление бетона на поддонах, так как это приведет к отклонениям геометрических параметров у изделий.	Скребок, щетка, дункер для отходов.	Запрещается производить чистку поддонов при помощи ударов тяжелыми предметами. Во избежание засорения глаз при очистке необходимо работать в очках. Мусор после очистки следует сразу убирать.
<p>2 СМАЗКА ПОДДОНОВ Смазать рабочие поверхности поддонов равномерным тонким слоем с помощью удочки-распылителя. В качестве смазки рекомендуется применять обратную эмульсию ОЭ-2.</p>		Расход смазки составляет 0,2 кг/м². Не допускается скопление смазки. Излишки удалить ветошью.	Удочка-распылитель, кисть, ветошь.	Не допускается распыление смазки на обслуживаемые площадки. Запрещается ходить по смазываемой поверхности. Работать необходимо в спец. одежде.
<p>3 ПРИГОТОВЛЕНИЕ ФОРМОВОЧНОЙ СМЕСИ Отдозировать по массе цемент, песок, раствор с добавками – по объему. Проследить за последовательностью загрузки материалов в бетономеситель.</p>		Дозирование материалов должно осуществляться в соответствии с подбором состава бетона, выданный лабораторией ОТК. Необходимо контролировать время перемешивания.	Дозаторы для сырьевых материалов, роторный бетономеситель.	Перед чисткой, смазыванием и ремонтом бетономеситель должен быть остановлен. Электродвигатель необходимо обесточить и вынуть предохранители.
<p>4 ВИБРОПРЕССОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ Подается смазанный поддон в установку. Далее производится прессование изделий. Свежеотформованные изделия на поддонах накапливаются в штабелях и затем переносятся на пост ТВО.</p>		Необходимо контролировать время прессования и прессующее давление, а так же амплитуду колебаний формирующего стола. Время прессования – 6 с, давление – 3 МПа, амплитуда колебаний – 0,5...0,6 мм.	Вибропресс.	Запрещается близко подходить к пуансонам установки, когда вибропресс работает.
<p>5 ТЕПЛОВЛАЖНОСТНАЯ ОБРАБОТКА Свежеотформованные изделия поступают в напольную камеру. Общая продолжительность тепловой обработки – 9 ч. Максимальная температура при изотермичекой выдержке – 70°С.</p>		Необходимо соблюдать режимы тепловой обработки: подъем температуры – 3 ч; изотермический прогрев – 4 ч; охлаждение – 2 ч.	Напольная камера.	Должна быть обеспечена герметичность тепловой установки, чтобы пар не проникал в формовочный цех, тем самым снизить потери тепла в окружающую среду.
<p>6 СЪЕМ ИЗДЕЛИЙ С ПОДДОНОВ После тепловлажностной обработки поддоны с изделиями перевозят на пост "распалубки", где готовые изделия снимают и переносят на пост пакетирования. На посту "распалубки" производится и чистка поддонов.</p>		Изделия следует поднимать плавно, без резких движений.	Автопогрузчик, самоходная тележка.	Соблюдать правила при перемещении груза в рабочей зоне.
<p>7 ПРИЕМ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ СЛУЖБОЙ ОТК Прием готовой продукции осуществляется службой ОТК, который проверяет точность геометрических размеров изделий показатели качества бетона у изделий. Затем изделия маркируют.</p>		Приемка готовых изделий осуществляется согласно ГОСТ 17608-91 (2003) и ГОСТ 13015.1-81 (1989). Маркируются изделия в соответствии с требованиями ГОСТ 11024-95.	Автопогрузчик, самоходная тележка, несмываемая краска.	Работу следует проводить в спец. одежде.
<p>8 ПАКЕТИРОВАНИЕ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ После приемки готовые изделия в штабеле плотно обматывают со всех сторон полиэтиленовым пакетом и связывают стальными лентами.</p>		Штабель изделий необходимо упаковать герметично, чтобы оставшаяся влага в бетоне изделий не испарялась. Связка стальной лентой должна обеспечить штабелю устойчивость.	Автопогрузчик, самоходная тележка, пленка, стальные ленты.	Работу следует проводить в спец. одежде.
<p>9 ВЫВОЗ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ НА СКЛАД И СКЛАДИРОВАНИЕ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ Вывоз пакета с изделиями осуществляется с помощью самоходной тележки.</p>		Вывозить самоходную тележку следует со скоростью не более 1 м/с.	Самоходная тележка, мостовой кран.	Соблюдать правила при перевозке пакета с изделиями на склад в рабочей зоне. Соблюдать правила складирования пакетов.

			БР-08.03.0117-2020		
			Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт		
Изм/Лист	Шахм.	Подпись	Дата	Страница	Листов
Разраб.	Кузнецов В.В.			5	5
Руковод.	Иржижик СВ				
Зав. каф.	Енджиевская ИГ				
				СФУ ИСИ каф. СМиТС группа СБ16-41БП	

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

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

Инженерно-строительный институт
институт

Строительные материалы и технологии строительства
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующая кафедрой

И.Г. Енджиевская
подпись инициалы, фамилия

« » 2020г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

В виде технологической работы

08.03.01 «Строительство»
код – наименование направления

Участок по производству плит бетонных тротуарных

Руководитель

С.В. Дружинкин
подпись, дата

канд. техн. наук, доцент, С.В. Дружинкин
должность, ученая степень, инициалы, фамилия

Выпускник

В.В. Кузнецов
подпись, дата

В.В. Кузнецов
инициалы, фамилия

Красноярск 2020

Студенту Кузнецову Владимиру Владимировичу
фамилия, имя, отчество

Группа СБ 16-41 БП Направление (профиль) 08.03.01.17
(номер) (код)

«Строительство» - профиль «Технология бетонного производства»
наименование

Тема выпускной квалификационной работы Участок по производству плит бетонных тротуарных

Утверждена приказом по университету №7679/с от 11.06.2020г.

Руководитель ВКР С.В. Дружинкин, канд. техн. наук, доцент кафедры СМиТС ИСИ СФУ

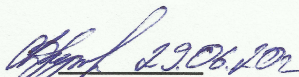
инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР бакалавра Произвести расчет состава мелкозернистого бетона, изучить физико-механические свойства и подобрать технологическую линию производства.

Перечень разделов ВКР бакалавра Введение, состояние вопроса, технология производства, заключение.


Перечень графического материала Технология производства – 5 листов.

Руководитель ВКР


подпись, дата

С.В. Дружинкин
инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению


подпись, дата

В.В. Кузнецов
инициалы, фамилия

« 13 » июня 2020г.