

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте

Факультет техники и технологии

Кафедра электрооборудования и автоматизации производственных процессов

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ Ю.С. Сергеев
_____ 2021 г.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ДОЗИРОВАНИЯ
НА БЕТОННЫХ ЗАВОДАХ ЗЗБО

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ– 13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты

Безопасность жизнедеятельности
доцент

_____ С.Н. Трофимова
_____ 2021 г.

Руководитель работы
доцент

_____ В.М. Сандалов
_____ 2021 г.

Автор работы

студент группы ФТТ-403

_____ П.В. Гладышев
_____ 2021 г.

Нормоконтролер

ст. преподаватель

_____ О.В. Терентьев
_____ 2021 г.

Златоуст 2021

АННОТАЦИЯ

Гладышев П.В. Тема работы Разработка системы автоматического дозирования бетонных заводов ЗЗБО– г. Златоуст: филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте, кафедра ЭАПП; 2021 г., 62 с., 29 ил., библиогр. список – 11 наим., 8 листов чертежей ф. А1.

В выпускной квалификационной работе рассмотрена технология дозирования сыпучих материалов, предложены решения по автоматизации линии дозирования, проведен расчет и выбор силового оборудования, элементной базы дозирующего комплекса, датчиков и средств измерений. Разработаны функциональная и структурные схемы.

					13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Гладышев П.В.				Лит.	Лист	Листов
Провер.	Сандалов В.М.				Д	4	62
Т.Контроль	Вигриянов П.Г.				Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоуст Кафедра ЭАПП		
Н. Контр.	Терентьев О.В.						
Утверд.	Сергеев Ю.С.						
Разработка системы автоматического дозирования на бетонных заводах ЗЗБО							
Пояснительная записка							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ.....	8
1.1 Устройство бетонного завода	8
1.2 Сравнение комплектующих устройств	9
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КАК ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ	12
2.1 Описание процессов изготовления бетонной смеси	12
2.2 Требования к качеству готовой продукции	13
2.3 Состав смеси и его корректировка	16
2.4 Дозирование цемента и заполнителя.....	17
2.5 Дозирование воды	19
2.6 Дозирование дробавок	19
3 ВЫБОР ДАТЧИКА ВЛАЖНОСТИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ	21
3.1 Назначение и область применения датчика влажности	21
3.2 Параметры выбора датчика.....	21
3.3 Выбор датчика	21
3.4 Основные параметры и характеристики	28
3.5 Схема подключения датчика	29
4 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ДОЗИРУЮЩЕГО КОМПЛЕКСА	31
4.1 Дозирование ингредиентов как объект автоматизации	31
4.2 Математическая постановка задачи оптимального управления дозирующим бетонным комплексом.....	31
4.3 Разработка системы управления.....	33
4.4 Структурная схема дозирующего устройства.....	36
4.5 Алгоритм процесса автоматизации	37
5 ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ	41
5.1 Перечень входных, выходных и возмущающих переменных	41
6 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ	43
6.1 Выбор и электродвигателя шнекового питателя	43
6.2 Выбор преобразователя частоты	45
6.3 Выбор привода.....	45
6.4 Выбор управляющего модуля.....	48
7 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	53
7.1 Краткое описание рассматриваемого объекта	53
7.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов	53
7.3 Нормативные значения	55
7.4 Охрана труда.....	56
7.5 Производственная санитария.....	57
7.6 Эргономика и производственная эстетика.....	58
7.7 Противопожарная безопасность	58
7.8 Экологическая безопасность.....	59

7.9 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций	59
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	61
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	62

					13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

ВВЕДЕНИЕ

Производство бетонной смеси – довольно сложный производственный процесс, включающий в себя несколько технологических этапов производства. Одним из них является дозирование инертных материалов бетона, от правильности и точности пропорций которых будет зависеть качество выпускаемой продукции промышленного предприятия и, как следствие, его успешность на рынке. Для получения бетонной смеси высокого качества, отвечающего требованиям современных стандартов, изготовление смеси должно происходить по строгому технологическому рецепту, с соблюдением всех норм, правил и требований. Именно правильное дозирование материалов и их подготовка в наибольшей степени отвечает за качество бетона. Все ингредиенты перед смешиванием должны поставляться в бетономешалку в наиболее точных пропорциях, согласно рецептуре.

Современные бетонные заводы для данных целей используют дозирующие бетонные комплексы (далее ДБК). Они используются не только для самого дозирования, но и для хранения составляющих бетонной смеси в бункерах, что заметно увеличивает скорость работы и улучшает качество технологического процесса, а также снижает дополнительные расходы предприятия на строительство складировующих площадок. Хранение материалов непосредственно в бункерах дозирующего комплекса, позволяет осуществлять бесперебойную работу бетонного завода. При необходимости, эти материалы могут просушиваться и прогреваться. Автоматический режим работы таких комплексов подразумевает взвешивание и дозирование элементов бетонной смеси, таких как цемент, инертные материалы, различные химические добавки и воду с точностью взвешивания от 1 до 2 процентов. В проекте будут рассмотрены методы осуществления автоматизации дозирующего комплекса, используемого при производственных работах на заводах ЗЗБО. В выпускной квалификационной работе рассмотрен метод осуществления работы системы автоматизации ДБК, как одного из важнейших процессов производства бетонной смеси.

Целью выпускной квалификационной работы является улучшение качества выпускаемой продукции.

В рамках поставленной цели решаются следующие задачи:

- сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений;
- анализ технологического процесса работы комплекса;
- выбор датчика влажности сыпучих материалов;
- разработка функциональной схемы объекта автоматизации;
- выбор оборудования системы автоматики.

Объект: дозирующие бетонные комплексы заводов ЗЗБО

Предмет: электрооборудование дозирующего бетонного комплекса

					13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

1.1 Устройство бетонного завода

Для того, чтобы безошибочно подобрать необходимое оборудование, с целью повышения эффективности технологического процесса, необходимо провести сравнительный анализ уже имеющихся технологий и решений осуществления производственного процесса, используемых в данной области. Правильно проведенный анализ производства даст наиболее точное представление и понимание о методах и промежуточных этапах изготовления, а также выявит достоинства и недостатки всей системы производства, частью которой является дозирование ингредиентов смешивания бетонной смеси.

Технологический процесс производства будет рассмотрен на основании системы изготовления бетона на заводах ЗЗБО. Златоустовский Завод Бетоносмесительного Оборудования был основан 20 февраля 2003 года и, за столь относительно небольшой промежуток времени, успел себя зарекомендовать как успешное конкурентоспособное предприятие, выпускающую качественную продукцию, экспортируемую по всему миру. Данный завод использует передовую отечественную и зарубежную технику, современное технологическое оборудование, различные автоматизированные установки и станки. В его состав входит семнадцать производственных цехов общей площадью 35 400 м². На предприятии трудятся более пятисот квалифицированных сотрудников, имеются различные конструктивные отделы, работающие по каждому направлению производства и, что самое главное, собственный выпуск бетонных заводов и бетоносмесительного оборудования.

Основной задачей предприятия стоит выпуск асфальтовых и бетонных заводов для летнего и зимнего периода работ, в технологическом исполнении подачи материалов с помощью скипа или ленточного конвейера. Также предприятие занимается выпуском различных установок стационарного и мобильного типа, различной производительностью, в диапазоне от 15 до 144 куб. метров бетона в час. ЗЗБО имеет обширный ассортимент оборудования для производства асфальтобетона, цементного раствора, шлакоблока и других различных строительных материалов. В производственном процессе предприятия учувствуют более двухсот единиц данного оборудования, в частности вибропрессы, различные ДБК, конвейеры, парогенераторы, дозаторы, бетоносмесители и многое другое.

На предприятии технологический процесс производства бетонной смеси включает в себя несколько этапов, представляющих собой разгрузку исходных компонентов, при помощи транспортных средств, их распределение, а затем, дозированную подачу материалов в бетоносмеситель, с помощью дозирующих комплексов, в котором и происходит непосредственный процесс перемешивания и последующую разгрузку готовой смеси в накопитель.

Общий вид бетонного завода СКИП - 45 непрерывного действия, использующийся на заводах ЗЗБО, представлен на рисунке 1.1.

					13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

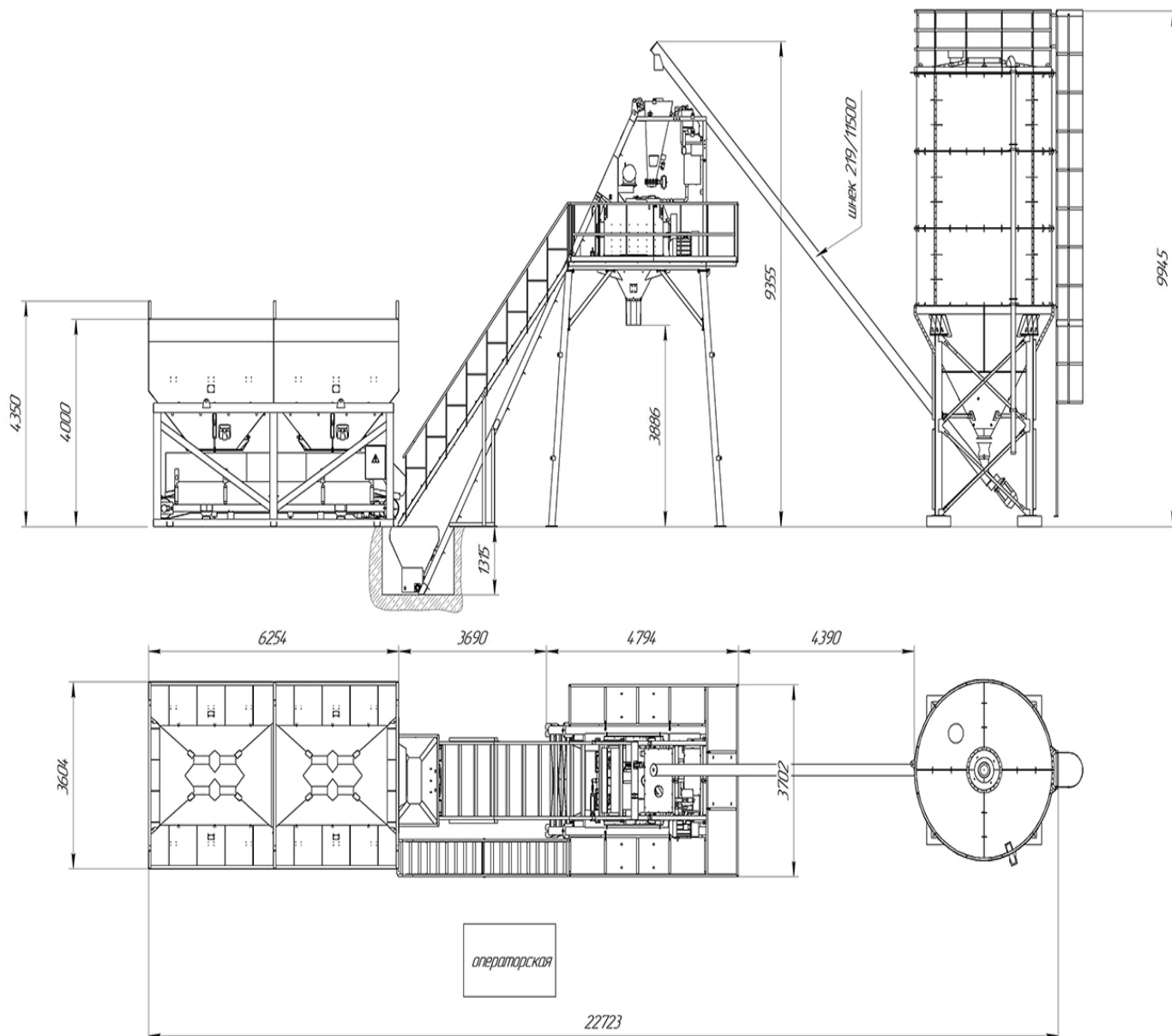


Рисунок 1.1 – Общий вид бетонного завода СКИП - 45

Завод работает в полуавтоматическом режиме, в конструкции имеет бетоносмеситель БГ-1Г-900с и два бункера, объемом 5 куб. метров. Подача инертных материалов происходит с помощью скипа, общая мощность составляет 45 кВт. Комплектующие данного завода импортные, но имеют высокие показатели качества, бетоносмеситель принудительного типа, а пульт управления выполнен в полуавтоматическом режиме, общая производительность составляет 30 куб. метров в час.

1.2 Сравнение комплектующих устройств

В современное время на предприятиях имеется значительное количество линий дозирования сыпучих материалов с неурегулированным по частоте вращения электроприводом, где роль коммутационных аппаратов играют реле и контакторы.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ

Лист

9

В линиях дозирования сыпучих материалов производятся различные смеси разных марок, поэтому нужна точность дозирования материала. Поэтому для обеспечения точности взвешивания продукта, повышения производительности и снижения экономических затрат применяется электропривод с частотным регулированием.

Частотный преобразователь служит для плавного пуска и остановки механизмов, а также для изменения и поддержания заданной скорости электродвигателя. Выбор частотного преобразователя производят по мощности, а также учитывают диапазон регулировок ротора.

Ниже приведены данные о производителях, наиболее востребованных в России отечественных и зарубежных частотных преобразователей.

Зарубежные производители частотных преобразователей:

- ABB;
- Siemens;
- Schneider electric;
- Vacon.

Отечественные производители:

- Эффективные системы;
- Веспер;
- Danfoss.

Таблица 1.1 – Технические данные частотных преобразователей

Параметры	Веспер EI-P7012-040H	Danfoss VLT HVAC Basic FC	ABB ACS5 50-01-072A4	Schneider Electric 480B IP21	Vacon NXS 0061-5A2
Номинальная мощность, кВт	30	30	30	30	30
Количество фаз	3	3	3	3	3
Регулируемая частота, Гц	0,1-400	0-600	0-400	0-500	0-650
Защита от перегрузки	да	да	да	да	да
Защита от пониженного и повышенного напряжения	да	да	да	да	да
Аналоговые и цифровые входы/выходы	да	да	да	да	да

Окончание таблицы 1.1

Параметры	Веспер EI-P7012-040H	Danfoss VLT HVAC Basic FC	ABB ACS5 50-01-072A4	Schneider Electric 480B IP21	Vacon NXS 0061-5A2
Контролируемое управление	да	да	да	да	да
Степень защиты	IP20	IP20	IP20	IP20	IP20
Цена, руб.	60000	74600	93300	113500	87000

Таким образом, как следует из таблицы 1.1, цены на преобразователи частоты зависят не только от мощности электродвигателя, но и от места производства, поэтому в настоящее время отечественные производители не имеют себе конкурентов. В среднем российский преобразователь можно приобрести на 15-45 % дешевле импортного аналога. Исходя из этих соображений выберем частотный преобразователь фирмы «Веспер» (Россия) серии EI-P7012-040H.

Вывод по разделу один

Оборудование завода "ЗЗБО" соответствует всем основным стандартам качества, за исключением некоторых технологических особенностей осуществления автоматизации, которые будут рассмотрены ниже. Несмотря на то, что производительность отечественного оборудования в 1,5 раза ниже зарубежных аналогов, отпускная стоимость в 2 раза выгоднее. Это делает наше оборудование конкурентно способным на рынке.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КАК ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

2.1 Описание процессов изготовления бетонной смеси

Технологический процесс изготовления бетонной смеси – это большая производственный процесс, который состоит из нескольких определенных действий, совокупность которых составляет целостную систему. Состав бетонной смеси будет определяться наличием определенных качественных показателей, предъявляемых к готовой продукции в затвердевшем виде. Так на выбор состава и необходимого количества материалов будут влиять следующие критерии: необходимая прочность бетона, удобство укладки, дальность транспортировки, устойчивость к перепадам температур, географическое положение, пластичность, сроки изготовления, необходимая марка бетона, марка цемента. При выборе необходимой марки цемента производство опирается на показатели марки бетона, которые должны быть выше ее в 2-2,5 раза. Для сохранения высокой рентабельности товара, предприятие должно сохранять как можно большую экономичность при производстве бетона, при этом не ухудшая качества готовой продукции.

Между материалами смешивания устанавливается некоторое весовое соотношение, основополагающей единицей которого является цемент, а остальные компоненты подбираются как часть от его веса. Такое соотношение варьируется в зависимости от необходимых качественных показателей готовой продукции и определяется дозированием элементов бетонной смеси.

Весовые дозаторы, используемые на всех современных предприятиях по производству бетона, должны соблюдать определенную точность дозирования, с отклонением не более 1-2%. От точности дозирования напрямую зависят качественные показатели бетона, его прочность и устойчивость к перепадам температур.

На заводах, ориентированных на приготовление большого количества бетонной смеси и массовому бесперебойному выпуску продукции, заполнители дозируют по объему и массе. При этом обязательно необходимо учитывать влажность материалов, т.к. в процессе увлажнения или высыхания показатели объемов могут резко меняться, что скажется на точности дозирования и последующему качеству продукции. Поэтому на современных предприятиях часто можно увидеть использование объемно-весового дозирования, при котором часть материалов, например, крупные заполнители, дозируют по объему, а остальные материалы – по массе.

При дозировании только по объему используют крупные дозаторы, которые позволяют определять количество дозируемого материала в широком диапазоне и просты в использовании, однако имеют низкую точность дозирования, что сказывается на качестве готовой смеси. Для такого типа дозирования используют различные мерные емкости (дозаторы для заполнителей), состоящие из двух секций. Верхнюю секцию крепят к бункеру, а нижнюю секцию к верхней. Таким образом

					13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

можно регулировать объем необходимого материала с помощью поднятия и опускания дозатора.

Более высокую точность дозирования могут обеспечивать весовые дозаторы. Они выполняются циклического и непрерывного действия. Дозаторы циклического действия отвешивают заданные порции компонентов смеси на один замес и после новой загрузки повторяют цикл; дозаторы непрерывного действия подают составляющие непрерывным потоком.

Автоматические дозаторы обеспечивают прекращение поступления материала после набора необходимого количества. Они отличаются между собой конструктивными особенностями исполнительных механизмов рабочих органов загрузки и разгрузки, системы передачи данных управления.

2.2 Требования к качеству готовой продукции

Дозирование включает в себя отбор составляющих бетон компонентов из промежуточных складов и подачу их к смесителю. Эти производственные этапы, первоначально протекавшие независимо друг от друга, объединяются сейчас в единый процесс вследствие технического усовершенствования автоматизированных высокопроизводительных смесителей. Проблема точности дозирования является причиной более существенных проблем, возникающих уже после производства смеси. От точности дозирования наиболее большим образом зависят качественные показатели бетона, а именно его прочность, однородность и устойчивость к перепадам температур. В настоящее время статистические методы оценки качества бетона позволяют наиболее точно рассчитывать количество необходимых материалов для дозирования, с наименее возможным отклонением от предписанной рецептуры, что заметно сказывается на качестве производимой продукции, и позволяет наиболее выгодно расходовать материалы, увиливая экономичность производства.

Допустимая точность дозирования составляет не более 3%, в расчете от общей массы готовой смеси, но практика показывает, что разброс процента отклонения ощутимо выше предписанных нормативов. Выявления ошибок дозирования, оказывающих влияние на общее качество бетона, довольно трудоёмкий процесс, связанные с тем, что различные элементы бетонной смеси, в зависимости от их качества и уровня влажности имеют непостоянные отклонения своей массы и объема, в ту или иную сторону. Другими словами, если объем заполнителей (например, цемента) измениться на 3%, а объем воды увеличиться на те же 3%, то их соотношение увеличиться на 6%. При таком изменении качество бетонной марки падает, а прочность бетона уменьшается почти на 4Мпа.

На рисунке 2.1 показана связь, теоретически установленных зависимостей между изменениями прочности и изменениями количества материалов, составляющих бетонную смесь, в частности воды и цемента. Эти данные соответствуют изменению количества проб и четко определяют прямое их влияние.

					13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Существуют две основные причины, уменьшающие точность дозирования: изменения влажности воздуха, которые ведет к изменению объема и массы компонентов дозирования, и непостоянство объема массы, насыпаемой в дозаторы.

При хранении сыпучих материалов вне бункера, что при долговременном и непрерывном производстве невозможно, а на отдельных складах под открытым воздухом, под влиянием погодных эффектов, времени года и суток ведет к изменению влажности сыпучих элементов.

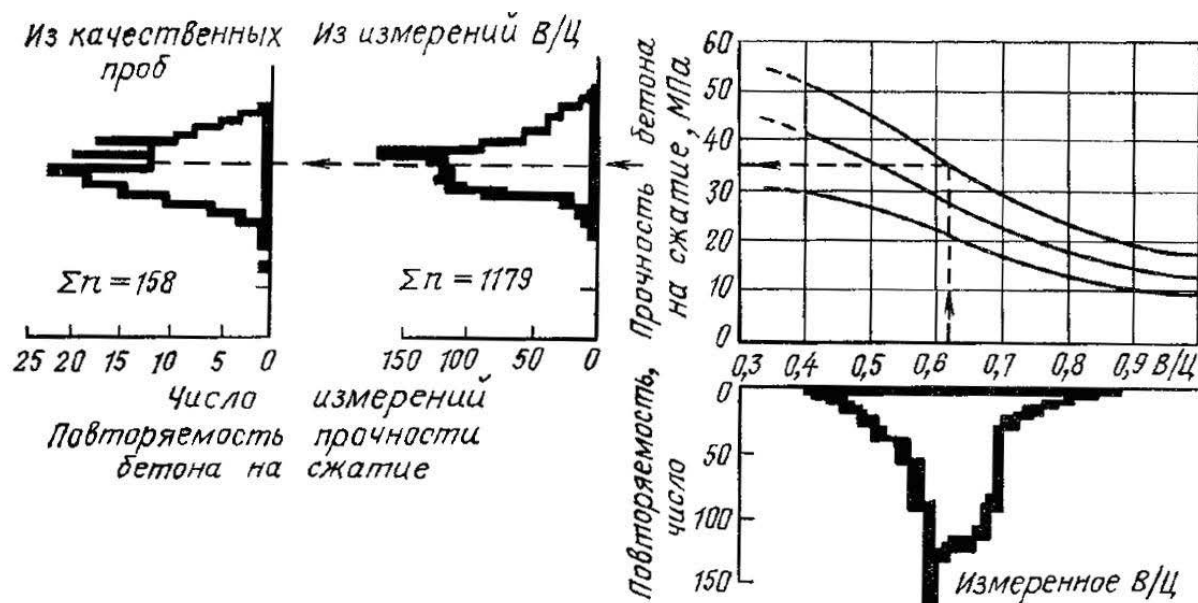


Рисунок 2.1 – Влияние изменения воды и цемента на прочность бетона

При хранении в закрытых помещениях влажность изменяется не так сильно, но тем не менее присутствует, т.к. влажность непостоянна и распределена неравномерно. Раздельное высушивание компонентов экономически невыгодно, поэтому для удобства расчета изменения колебаний объема компонентов вод воздействием влажности приведена таблица 2.1.

Таблица 2.1 - Влияние ошибок дозирования на качественные показатели бетона

Компоненты	Причины	Влияние на свойства	
		Готовой бетонной смеси	Бетона
Цемент	Ошибки, вызванные некачественной работой дозаторов		
Вода	Ошибки, вызванные некачественной работой дозаторов; недостоверные данные о влажности сухих заполнителей	Оказывает сильное влияние на качество бетона	Оказывает сильное влияние на качество готовой продукции

Окончание таблицы 2.1

Компоненты	Причины	Влияние на свойства	
Мелкие заполнители	Ошибочный или недостаточный учет колебаний массы заполнителей, также ошибки, вызванные некачественной работой дозаторов	Изменяется состав бетона	Возникают различные дефекты готовой продукции
Крупные заполнители	Ошибки, вызванные некачественной работой дозаторов	Незначительное изменение состава	Возникновение незначительных дефектов
Различные добавки	Ошибки, вызванные некачественной работой дозаторов	Незначительное влияние на качественные показатели	Возникновение незначительных дефектов

Точное дозирование воды необходимо для правильной корректировки объема засыпаемой массы сухих заполнителей, которая будет учитываться для каждого замеса. Зерновой состав (мелкий или крупный) и влажность заполнителя будут влиять на их количество при дозировании, что отражено на рисунке 2.2. При объемном дозировании возникает его низкая точность, связанная с тем, что при каждом замесе поступает одинаковый объем компонентов смеси, без учета их влажности и зернового состава, что влечёт за собой снижение качества готового материала. Поэтому на предприятиях чаще используется весовое либо смешанное дозирование.

Выбор бетонной марки и технологии его изготовления вне меньшей степени, чем выбор ДБК оказывают существенное влияние на очередность дозирования компонентов. Предварительное перемешивание отдельных компонентов улучшает качество производства и ускоряет технологический процесс, также для наибольшего показателя точности дозирования и качества смеси следует препятствовать попаданию строительной и производственной пыли в цемент.

При отдельном дозировании каждого из компонентов смеси следует уделять особое внимание их последовательности. Наиболее оптимальная очередность подачи следующая: зерновые заполнители (сначала крупные, затем мелкие), далее цемент и вода, в последнюю очередь химические добавки, в очень небольшом количестве (около 0,2 -0,3% от общей массы бетона).

В настоящее время, несмотря на всю технологичность данного процесса и заявление изготовителя точность дозирования материалов составляет около 5%.

									Лист
									15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ				

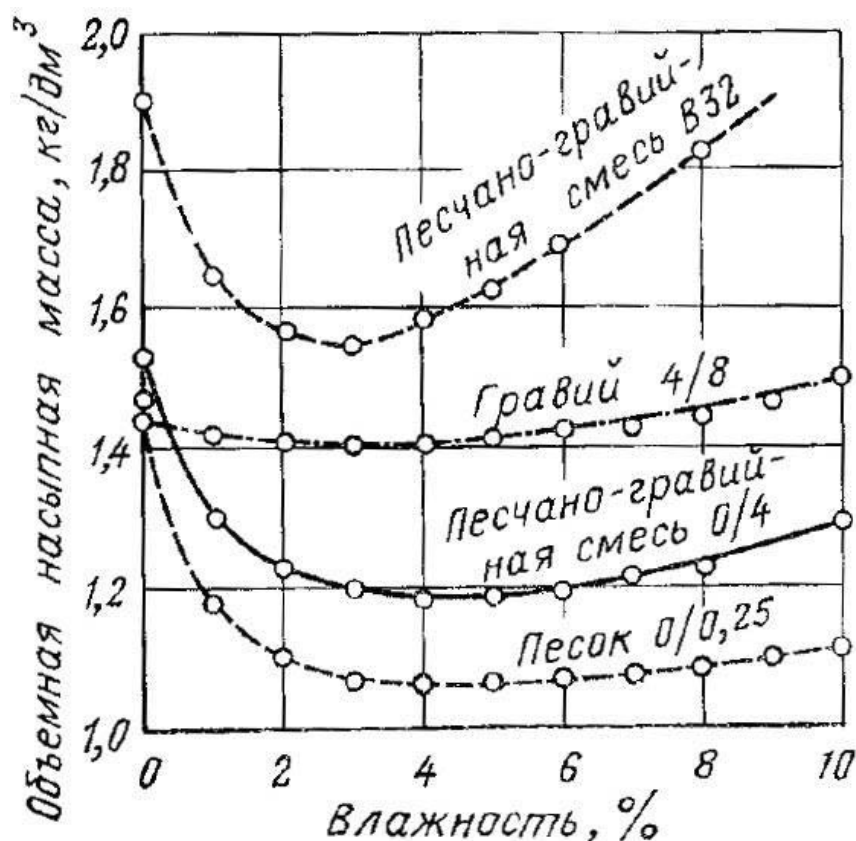


Рисунок 2.2 – Соотношение влажности от объема насыпаемой массы различных заполнителей

2.3 Состав смеси и его корректировка

Исходя из необходимого количества смеси, марки бетона и его состава выбирается нужное количество компонентов его смеси. При дозировании сразу в смеситель, его объем служит мерой для объема засыпаемой массы заполнителей. Для вычисления данного объема засыпаемой массы используют коэффициенты, ориентированные на объем смесителя. Так, для смесителя объемом 500 л, расчетное количество смеси умножают на коэффициент равный 0,5 и табличный коэффициент равный 0,67. Общим коэффициентом будет являться 0,33. Таким образом можно вычислить рабочий состав смеси, при учете влажности компонентов, что наглядно показано в таблице 2.2. Поскольку заполнитель практически всегда влажный, следует, как это показано в таблице, вычислить возможную ошибку в дозировании, которая появится, если не учитывать среднее содержание влаги:

навеска 123 кг = 8,6 кг воды + 114,4 кг песка фр. 0/2;

навеска 153 кг = 4,6 кг воды + 148,4 кг гравия фр. 2/8;

навеска 340 кг = 3,4 кг воды + 336,6 кг щебня фр. 8/32.

Учет влажности компонентов смеси происходит за счет расчетов погрешности при дозировании, учитывая только избыточную влажность заполнителей.

Таблица 2.2 – Пример перехода от изначального состава к производственному

Компоненты	Лабораторный состав, кг/м ³	Коэффициент	Производственный состав для 500-л смесителя		
			Без учета влажности, кг/замес	Средняя влажность заполнителя, %	С учетом влажности, кг/замес
Цемент	360	0,33	120	0,5	120
Вода	170	0,33	56	100	39
Песок 0/2	370	0,33	123	7	132
Гравий 2/8	460	0,33	153	3	158
Щебень 8/32	1020	0,33	340	1	343

Наибольшее влияние на качество бетона оказывает увеличение воды в составе смеси. При увеличении соотношения воды и цемента качество продукции падает на 20-23%.

2.4 Дозирование цемента и заполнителя

Для дозирования твердых заполнителей применяются различные дозирующие комплексы и установки, выбор которых зависит от необходимой технологии производства и общей установленной производительности предприятия. К сожалению, высокая точность дозирования и высокая производительность не всегда достигается в соответствии с намеченным планом. Общее время дозирования не должно отражаться на производительности, необходимо чтобы оно соответствовало времени перемешивания смеси, во избежание простоя. Выбор дозирующего комплекса должен соответствовать необходимым показателям производительности, для обеспечения высокой точности и качества дозирования. Для этого на предприятиях используют различные ДБК и БСУ, в зависимости от их показателей.

При выборе соответствующего ДБК особое внимание уделяется весам. Указатель массы весовой части комплекса быстро движется под воздействие поступления в него материалов, при этом отклонение точности измерения массы увеличивается пропорционально со скоростью подачи материалов. Наибольшая точность достигается за счет пропорционального дозирования материалов и своевременной его корректировки, при этом, чем крупнее компоненты дозирования, тем более пропорциональным должно быть их засыпание. Также необходимо своевременно проводить проверку всех приборов, отвечающих за точность, во избежание ошибок дозирования. Контроль приборов должен проводиться на основании анализа готовой бетонной смеси в сравнении с требуемыми параметрами качества изготовителя. Сравнительные данные такого анализа приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Оценка данных дозирования для некоторых типов дозаторов

Вид дозирования	Тип дозатора	Порядок дозирования	Возможная ошибка	Продолжительность дозирования	Преимущественное применение		
Весовое	Ковшовые весы	Последовательно в весовую емкость	Средняя	Средняя	Смесительные установки на стройке. Стационарные смесительные установки		
	Передвижные весы				Стационарные смесительные установки		
	Подвесные бункерные весы	Одновременное или последовательное дозирование для каждого компонента			Незначительная	Короткая	Небольшие смесители. Смесительные установки на стройке
	Ленточные весы						Большие смесительные установки
Объемное	Мерная емкость	Непрерывная подача каждого компонента на ленту отдельно	Большая	Продолжительная	При небольшом количестве выпускаемого бетона, без особых требований к качеству		
	Шнековый дозатор				Применяется еще редко		
	Ленточный дозатор				Большие стационарные установки.		

По изложенным выше аспектам объемное дозирование маловостребованно и применяется в основном для каких-либо второстепенных задач, при том условии, что достигается такая же точность дозирования, как при весовом. Его приме-

нения допустимо при использовании только мелких заполнителей, таких как песок, отсев и гравий.

2.5 Дозирование воды

На современных промышленных предприятиях, при использовании новейших дозирующих комплексов, дозирование воды проходит по тому же принципу, что и дозирование сыпучих материалов, с использованием водяных весов или же по вычислению объема выгружаемой массы. При этом производственный состав смеси дозируется как постоянное значение, с расчетом измерения средней влажности сыпучих материалов и необходимым объемом воды. Также стоит учитывать изменения влажности в составе инертных компонентов смеси.

Постоянный контроль за изменениями влажности и содержанием воды, а также их своевременная корректировка позволяет избежать большинство ошибок, связанных с точностью дозирования.

На текущий момент многие научные учреждения, фокусирующиеся на промышленных изобретениях, ведут разработки по усовершенствованию водных дозаторов, которые смогут подавать и регулировать, необходимое количество воды в соответствии с уровнем влажности сыпучих компонентов смеси, при каждом новом рабочем цикле. Такие автоматические дозаторы определяют уровень влажности материалов либо непосредственно в бункере, перед дозированием, либо вычисляют этот уровень в самом смесителе, уже в составе бетонной смеси. При этом свойства бетонной смеси, такие как консистенция, диэлектрическая проницаемость и даже производительность смесителя изменяются в соответствии с увеличивающимся количеством воды. Так, подача воды будет равно контролироваться и в случае необходимости прекращаться, если какая-либо из вышеперечисленных величин достигнута.

Системы дозирования воды различаются по нескольким параметрам: диапазоном использования, надежностью комплектующих конструктивной части, точностью дозирования и надежности при эксплуатации. Стоит отметить, что зачастую различные помехи, влияющие на производительность, при этом не имеющие к ним отношения приводят к различным ошибкам приборов. К ним можно отнести разность давления, при использовании в различных условиях или уровень загрязнения воды. Тем не менее, нельзя отрицать тот факт, использование автоматических водных дозаторов приводит к снижению экономическим потерь, при изготовлении смеси.

Так, по данным исследований, переизбыток расхода цемента на производстве будет сокращаться в размере 10-30 кг/м³. В настоящее время, на производствах, в которых не используются автоматических дозаторы воды, контроль за качеством перемешивая и точностью дозирования осуществляет оператор установки.

					13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

2.6 Дозирование добавок

Получение бетонов заданного класса прочности, водонепроницаемости, морозостойкости и другими характеристиками возможно только при введении в смеси специальных химических добавок.

Добавки вносятся в состав бетона и раствора, чтобы улучшить его характеристики. Наиболее распространены химические добавки для увеличения прочности высоконагруженных конструкций и гидрофобные составы для улучшения показателей морозостойкости и водонепроницаемости. Применение таких добавок позволяет получить смеси с требуемой подвижностью для повышения удобоукладываемости и качества выполняемых работ.

Чаще всего различные химические добавки вводят в смесь в виде порошковых наполнителей, либо жидкости. Такие добавки должны содержаться в утепленных помещениях, в соответствии с предписанными правилами хранения для поддержания неизменности их качества, с оборудованными циркулирующими устройствами. При их кратковременном применении на производстве, либо для опытов, используют калиброванный дозатор и каждый новый замес вводят вручную. При продолжительном непрерывном производстве бетона используют более точные и надежные дозаторы, с большим весовым диапазоном, а их дозирование и регулирование происходит на основе составной части дозирующего комплекса. Такие добавки подают в соотношении от массы выгруженного цемента, поэтому при производстве устанавливают связь объема подачи добавок в зависимости от изменения объема выгружаемой цементной массы. Обычно добавки вводят совместно с подачей воды через водный дозатор, чтобы не тормозить цикл дозирования, тем самым не нарушая технологию производства. Таким образом химические добавки равномерно могут распределиться в смеси, не увеличивая длительность процесса перемешивания.

Выводы по разделу два

В разделе два рассмотрен технологический процесс производства бетонной смеси, а также его характеристики. В результате получены необходимые требования, предъявляемые к объекту автоматизации. Система дозирования должна обеспечивать точность весового дозирования на уровне 1-2% по каждому компоненту. Объемное дозирование не обеспечивает необходимую точность.

					13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

3 ВЫБОР ДАТЧИКА ВЛАЖНОСТИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

3.1 Назначение и область применения датчика влажности

Рассматриваемый в рамках проекта завод ЗЗБО, при производстве и дозировании бетонных смесей в меньшей степени учитывает уровень влажности инертных материалов, что сказывается на качественных показателях бетона. Технологическим решением данной проблемы является использованием дистанционного датчика влажности. Автоматизированный контроль за уровнем влажности может во многом определять качество будущего изделия. Использование такого датчика позволит организовать контроль уровня влажности инертных материалов, что увеличит качество продукции, точность дозирования, а также снизит количество потребляемой воды. Смело можно сказать, что автоматические малогабаритные датчики и приборы для контроля влажности в газовых средах являются очень важной ступенью в развитии и автоматизации производства, повышают его качество и производительность. микросхемы, что даёт возможность с довольно высокой вероятностью определить остаточное время работы микросхемы, вовремя предупредить её отказ или выявить брак.

Влагомеры предназначены для измерения доли воды, содержащейся в сыпучих материалах, находящихся в бункерах, дозаторах или на конвейерах, в качестве контролируемых материалов могут быть использованы щебень, гравий и песок.

3.2 Параметры выбора датчика

На этапе выбора датчика для предприятия очень важно определить точные исходные данные: о выполняемом технологическом процессе, требуемой для него относительной влажности воздуха и соответствующей ей температуре, объеме материалов, особенностях конструкции дозирующего комплекса, погодных условиях, при которых выполняется работа и относительных значениях показателей (зимой и летом), качестве применяемой воды и др.

Исходные данные влияют выбор датчика, а, следовательно, диапазон его измерений и конструктивные особенности. Заниженные значения могут не обеспечить должный контроль за уровнем влажности в инертных материалах, требуемые особенностями технологического производства. Завышенные значения приведут к необоснованному увеличению состава оборудования и цены. Технические параметры и окончательный выбор датчика зависит от большого числа различных факторов, которые необходимо учитывать в каждом конкретном случае.

3.3 Выбор датчика

Самым оптимальным вариантом будут являться датчики FIZEPR серии SW100.10.X. Принцип работы датчика влажности (влагомера) основан на зондировании среды радиоволнами метрового диапазона. Выбор диапазона обусловлен

					13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

тем, что длина волны должна на порядок и более превышать размеры гранул исследуемого материала, иначе зондирующий сигнал будет ослабляться и рассеиваться на неоднородностях. В отличие от сверхвысокочастотных влагомеров, в которых длина волны составляет сантиметры, данный прибор может быть использован на щебне, каучуке, на древесной щепе и т.п. По своим характеристикам влагомеры FIZEPR-SW100.10. х не имеют аналогов. Влагомеры серии FIZEPR-SW100 состоят из электронного блока и датчика. Данный датчик изображен на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1. –Датчик влажности FIZEPR – SW100.10

Влагомеры серии FIZEPR – SW100.10.X выпускаются как в общепромышленном исполнении, так и во взрывозащищенном. Электронный блок влагомера в таком исполнении относится к особо взрывобезопасному оборудованию и может устанавливаться во взрывоопасных зонах любой категории

Датчики влагомеров варианта FIZEPR-SW100.10.21 (10.6) содержат зонд, установленный на щите. Зонд датчика выполнен в виде П-образной скобы диаметром 14 мм. Материал датчика - нержавеющая сталь. Датчик такой конструкции отличается исключительной прочностью и долговечность, стойкостью к механическим нагрузкам, ударам, к истиранию абразивными материалами.

Указанные датчики крепятся к стенке бункера, лотка, к стенке сушильного агрегата (рисунок 3.2).

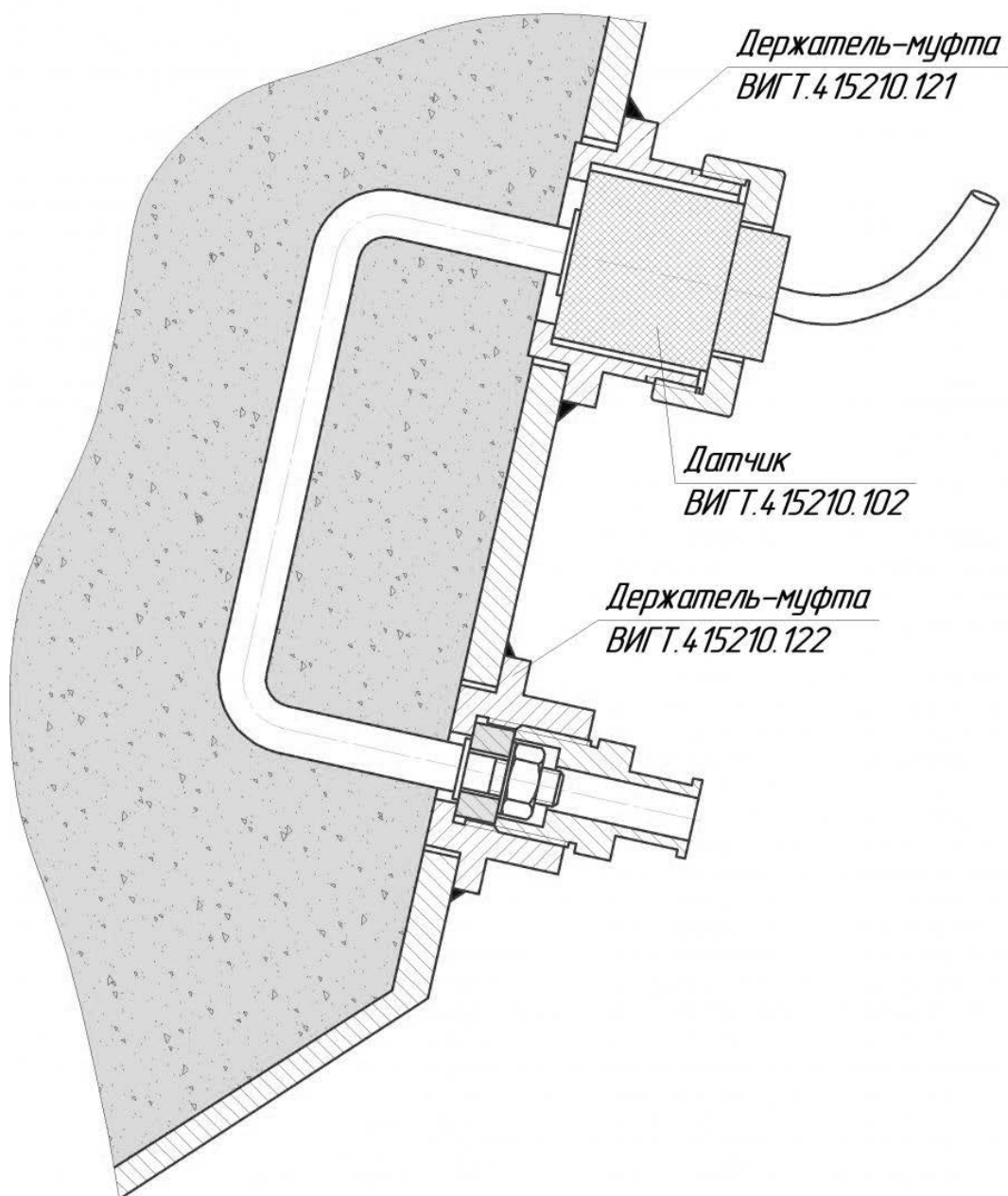


Рисунок 3.2 – Первый способ крепления датчика к бункеру

Второй вариант исполнения (рисунок 3.3) влагомеров сыпучих материалов содержит датчик, выполненный в виде прямого стержня, концы которого через специальные муфты фиксируются на противоположных стенках бункера. Датчик обеспечивает контроль большего объема материала и дает точную оценку влажности при неоднородном распределении влаги в материале.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

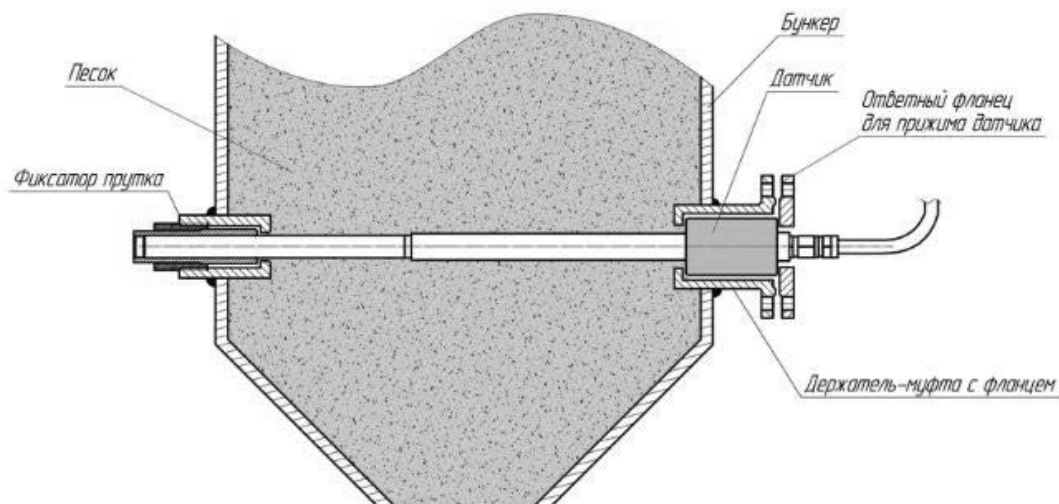


Рисунок 3.3 – Второй способ крепления датчика бункеру

Зонд датчика варианта FIZEPR-SW100.10.4 может быть выполнен длиной до 2м, диаметр зонда - до 30мм. У датчиков варианта FIZEPR-SW100.10.41 максимальная длина зонда - 60см, минимальная - 25 (20) см, диаметр зонда - 14мм. Материал зонда указанных датчиков - нержавеющая сталь, стойкая к истиранию.

Датчик с П-образным зондом устанавливается над лентой конвейера так, как показано на рисунке 3.4. Поток сыпучего материала ограничивается по бокам направляющими пластинами, а сверху - щитом, это стабилизирует плотность материала в измеряемой области, точность измерения заметно улучшается.



Рисунок 3.4 – Крепление П-образного датчика к бункеру

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ

Лист

24

Если сыпучий продукт загружается на ленту конвейера сверху, то в месте загрузки над лентой монтируется собирающий короб с прямым зондом. Зонд крепится в муфтах на стенках короба так, как показано на рисунках 3,5 и 3.6.

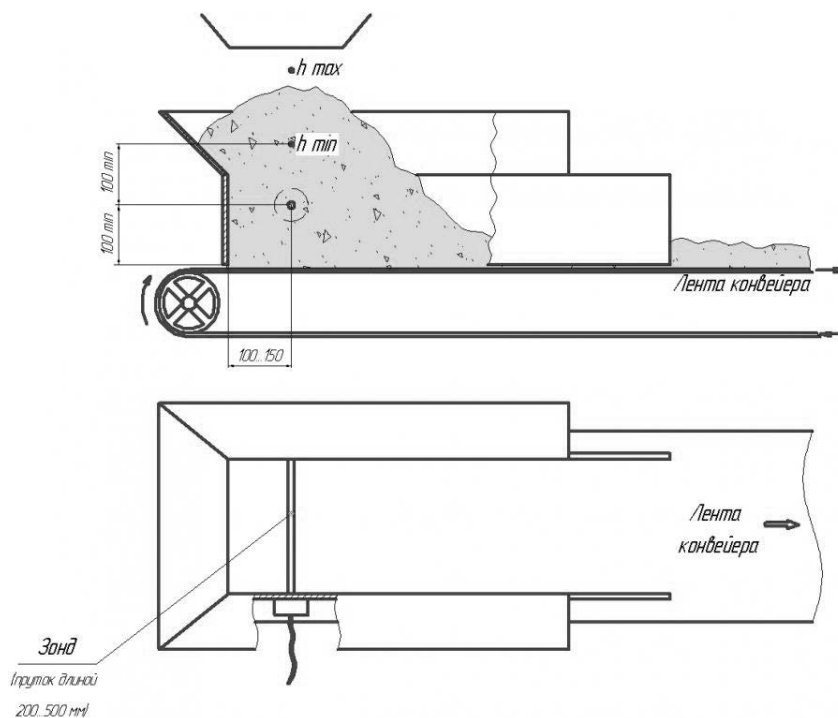


Рисунок 3.5 – Крепление зонда над лентой конвейера

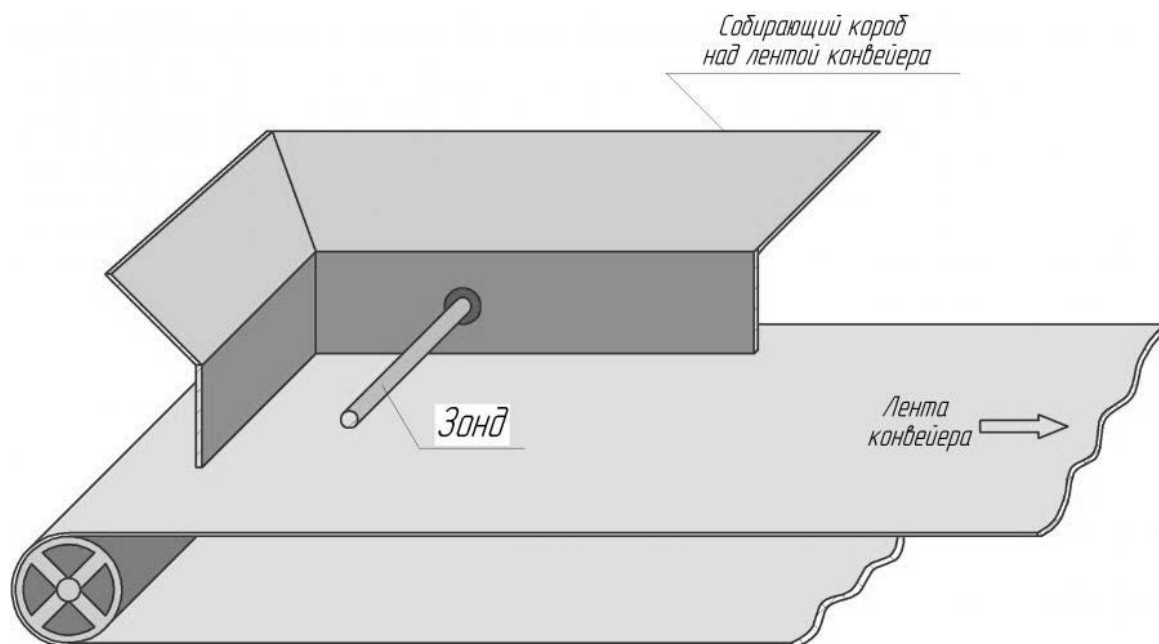


Рисунок 3.6 – Место установки зонда

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ

Лист

25

Измеряемый материал должен полностью закрывать зонд, причем толщина слоя материала над зондом должна быть не менее 10 см. Требуемую высоту горки засыпаемого материала можно обеспечить регулировкой скорости конвейера, а также установкой на выходе из короба дополнительной заслонки, частично перекрывающей поток. Так как зонд выполнен в виде резьбовой шпильки и его длину можно менять в больших пределах (до 200см), то уровень материала можно также регулировать подбором ширины короба.

Также для измерения сыпучих материалов в потоке на ленте конвейера применяют влагомеры FIZEPR-SW100.10.56 (рисунок 3.7) и FIZEPR-SW100.10.51 (рисунок 3.8). Оба датчика выполнены из стали с повышенной стойкостью к истиранию, причем, в датчике варианта 10.51 зонд выполнен сменным и может быть легко заменен при истирании. Датчик варианта 10.56 предназначен для контроля материалов с высокой электрической проводимостью (соли, антрацит, железорудный концентрат и др.).

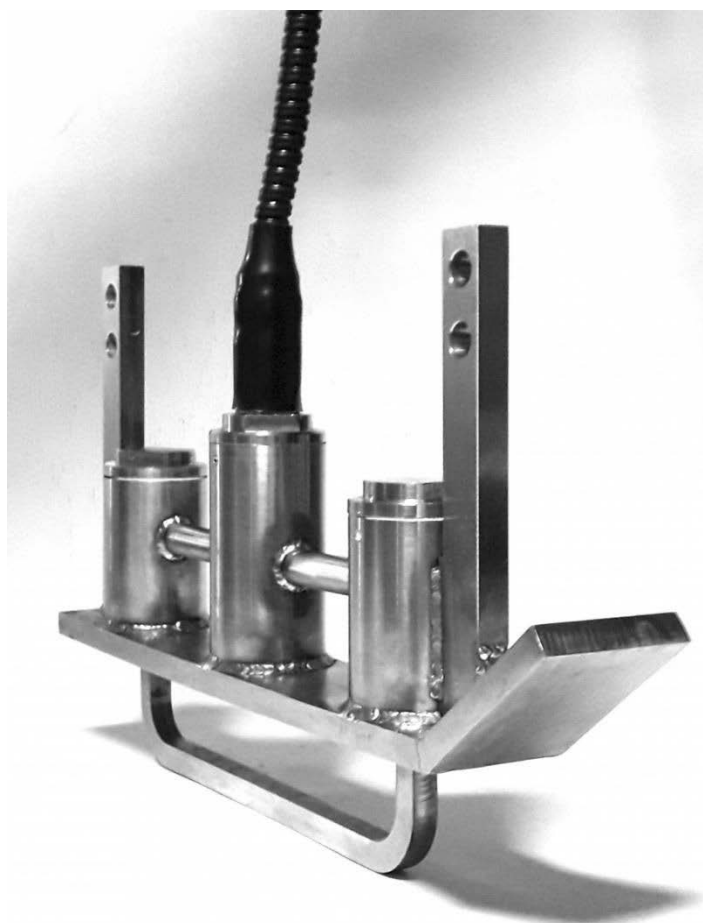


Рисунок 3.7 – Датчик FIZEPR-SW100.10.56

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ

Лист

26



Рисунок 3.8 – Датчик FIZEPR-SW100.10.51

Контролировать влажность сыпучих материалов можно также и в шнеке. Зонд влагомера, установленный в шнеке так, как показано на рисунке 3.9, всегда будет находиться в области материала со стабильной плотностью.

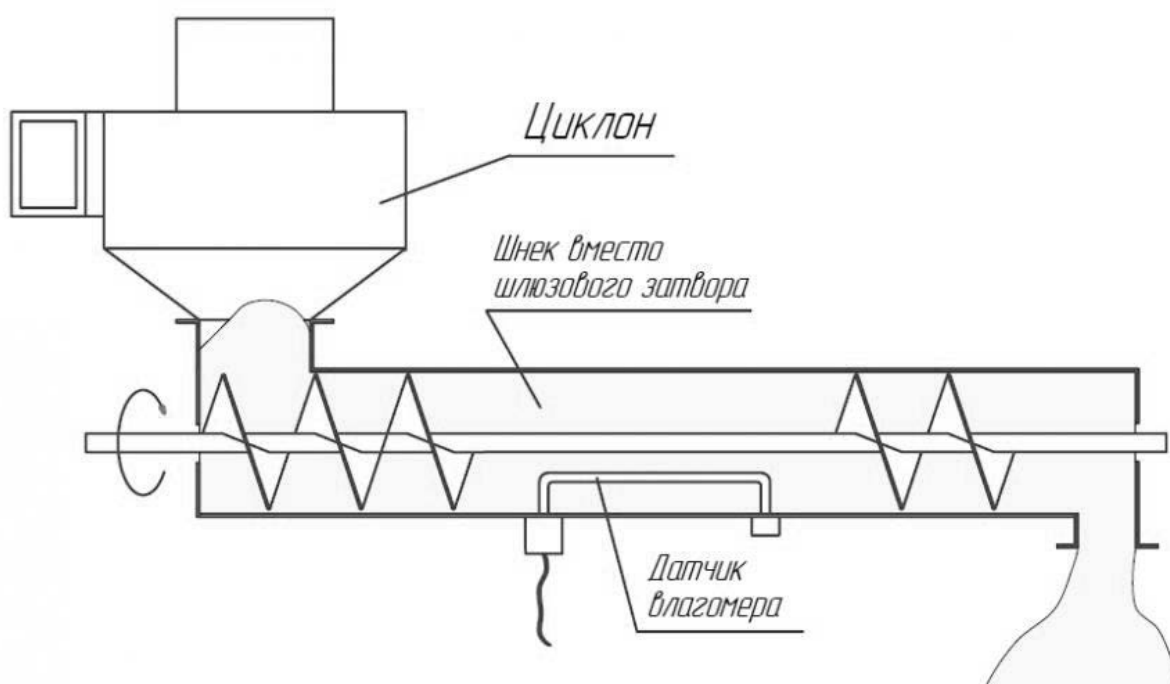


Рисунок 3.9 – Установка датчика влажности в шнеке

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ

Лист

27

Влагомеры сыпучих материалов серии FIZEPR-SW100.10.X являются радиоволновыми приборами метрового диапазона. Такой выбор диапазона длин волн позволяет использовать прибор для измерения влажности неоднородных материалов, сыпучих материалов с крупными (до 15 см и более) гранулами: руда, щебень, гравий, каменный уголь, древесная щепа и т.п., а также сельскохозяйственной продукции. Например, FIZEPR-SW100.10.6 может использоваться как влагомер зерна, влагомер песка, влагомер щебня, влагомер гравия.

Измеренное значение влажности передается с выхода электронного блока по цифровому интерфейсу (RS-485, Modbus RTU) и, одновременно, токовым сигналом 4-20мА на внешний индикатор или промышленный контроллер, управляющий технологическим процессом.

Влагомер может быть применен для установки на дозаторах заводов ЖБИ для контроля влажности карбонатного щебня, гранитного гравия и песка. Использование влагомера наиболее эффективно при его работе в составе АСУ бетономесительных установок. По результатам измерений влажности песка, щебня и гравия система АСУ автоматически корректирует весовые дозы инертных компонентов и воды. Это позволяет существенно повысить качество смесей и сократить потери времени на их корректировку.

Применение влагомеров в сушильных установках позволяет автоматизировать процесс сушки, обеспечить стабильное значение влажности просушенного материала.

3.4 Основные параметры и характеристики

Основные технические параметры влагомера приведены в таблице 3.1

Параметр	Значение характеристики	
Диапазон показаний влажности (массовой доли воды), W, %	от 0 до 100	
Диапазон измерения влажности (массовой доли воды), W, %	от 0,1 до 100	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности результатов измерения массовой доли воды, Δ, %	$\Delta=0,035+0,05*W$	$\Delta= 0,02+0,025*W$
Диапазон рабочих температур эксплуатации датчика, °С:	От - 20 до + 80	
Период измерения, сек	1	
Выходной интерфейс - цифровой - токовый, мА	RS485 Modbus RTU 4-20	

Окончание таблицы 3.1

Параметр	Значение характеристики
Напряжение питания, В номинальное допустимое	24 18...36
Потребляемый ток, мА, не более	200
Габариты электронного блока общепромышленного исполнения, мм	255 x 170 x 60
Степень защиты оболочки электронного блока общепромышленного исполнения от проникновения пыли и влаги	IP54 ГОСТ 14254-96
Длина кабеля связи между датчиком и электронным блоком, м	От 1,5 до 4
Максимальная длина кабеля передачи цифрового сигнала RS485 от электронного блока к внешнему устройству управления (контроллеру, компьютеру), не менее, м	1000
Средняя наработка на отказ, ч	25 000
Средний срок службы, лет	10

3.5 Схема подключения датчика

На рисунке 3.10 представлена функциональная схема влагомера FIZER-SW100. [9]

В качестве индикатора - измеритель-регулятор ОБЕН ТРМ201. Клапан, в отсутствие подаваемого на него напряжения, отключает подачу воды. Клапан подключен к нормально разомкнутым контактам реле в соответствии с приведенной схемой. Клапан подачи воды должен быть закрыт при увеличении влажности до 15% и более. Если влажность эмульсии снизилась до 10% и менее, то клапан подачи воды должен быть открыт.

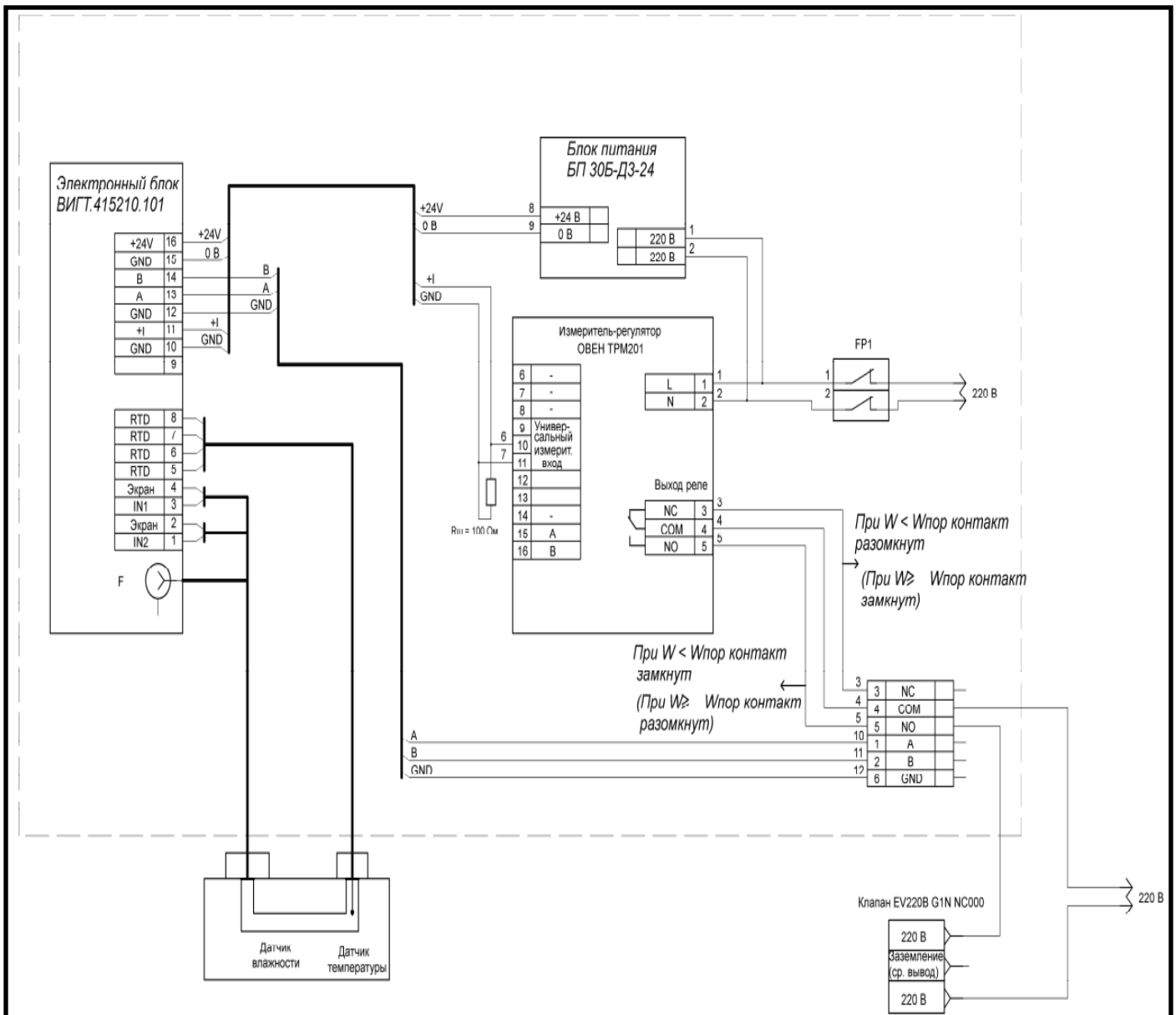


Рисунок 3.10 –Датчик влажности «FIZER-SW100». Схема электрическая функциональная

Выводы по разделу три

В разделе три рассмотрена актуальность применения датчиков влажности при производстве бетонной смеси. В соответствии с техническими параметрами производства бетона заводом ЗЗБО был выбран П - образный датчик влажности FIZEPR-SW100.10., наиболее точно соответствующий данным параметрам.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

4 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ДОЗИРУЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

4.1 Дозирование ингредиентов как объект автоматизации

Дозирование - подача определенного, строго установленного по рецепту количества ингредиентов для составления смеси. Неточное дозирование того или иного ингредиента может привести к снижению качества бетона, а избыток отдельных ингредиентов - к повышению себестоимости бетона.

В данном проекте используются барабанные дозаторы, для обеспечения непрерывной работы производства и увеличения производительности завода. Все недостатки, перечисленные выше, с легкостью преодолеваются с помощью автоматизированной системы управления.

Выходной величиной процесса дозирования является массовый выходной поток из дозатора (Y_2), который контролируется весовым датчиком. Входной величиной является угловая скорость вращения барабана дозатора (X_2), которая пропорционально влияет на выходную величину, возмущающим воздействием процесса дозирования является объемная масса (Z_1) и размеры частиц (Z_2).

4.2 Математическая постановка задачи оптимального управления дозирующим бетонным комплексом

4.2.1 Математическая модель дозирования

Математическая модель процесса дозирования должна обеспечивать установление математической зависимости массового выхода ингредиентов от управляющих воздействий (скорость вращения питателя, положение шибера и т. п.) Для различных типов дозаторов расчетные формулы их производительности имеют различный вид. Рассмотрим формулу производительности для барабанного дозатора, широко применяемого в бетоносмесительных установках:

$$Q = 0,06FLznбкр, \quad (4.1)$$

где Q – производительность дозатора;

F и L - соответственно площадь поперечного сечения (м) и длина (м) кармана;

z - число карманов в барабане;

$n_б = \alpha \text{ пв}/360$ об/мин - число оборотов приводного вала;

$n_б$ - число оборотов барабана;

k - коэффициент заполнения карманов, выраженный в долях единицы (0,8);

ρ - объемная масса сыпучего продукта, заполняющего карман, в кг/м³;

α - угол поворота барабана за один оборот приводного вала.

Из всех переменных в данном соотношении для системы управления переменными во времени остаются пв - число оборотов барабана, ρ - объемная масса

сыпучего продукта, заполняющего карман. Но так как ρ - является возмущающим воздействием, то его изменение компенсирует система автоматизированного управления.

Следовательно, в дифференциальной форме зависимость массового I выхода от частоты вращения барабана запишется:

$$dQ/dt = k \, dn/dt, \quad (4.2)$$

где dQ/dt - изменение массового выхода продукта (выходная переменная);

dn/dt - изменение частоты вращения барабана (входная переменная);

$k=0,06Flzkp$ - коэффициент пропорциональности (постоянная величина для конкретного дозатора). [10]

4.2.2 Математическая модель для расчета оптимального соотношения составляющих бетонной смеси

Задача расчета оптимальной рецептуре формулируется следующим образом: рассчитать массовое соотношение компонентов бетонной смеси, состоящей из цемента, песка, щебня, воды, химических добавок, при котором обеспечивается минимальная его стоимость с учетом ограничений по пределам ввода каждого компонента и качеству рецепта.

Качество рецепта зависит от количества включенных в него компонентов, определяемой по содержанию цемента, песка и щебня.

Область решения задачи ограничена значениями минимальных и максимальных норм ввода каждого компонента, которые обуславливаются в основном требованиями к качеству бетона (табл. 4.1), значениями показателей качества в соответствии со стандартами на данный бетон, а также условиями не отрицательности количества по рецептуре.

Таблица 4.1 – Компоненты и диапазоны изменения ингредиентов смеси

Компоненты, %	min	max
Щебень x_1	0	40
Песок x_2	0	40
Вода x_3	10	20
Цемент x_4	20	40
Хим. добавки x_5	0	5

Математическая модель задачи по составлению бетонной смеси согласно рецептуре бетона, состоит из целевой функции (линейная форма), которая характеризует стоимость смеси:

$$F(x_i) = \sum c_i x_i \quad (4.3)$$

и системы ограничений в виде линейных уравнений и неравенств:

$$A_{j \min} \leq \sum a_{i j} x_j \leq A_{j \max} \quad (4.4)$$

$$B_{j \min} \leq x_j \leq B_{j \max} \quad (4.5)$$

$$\sum x_j = 100 \quad (4.6)$$

где c_i - стоимость i -того компонента;

x_i - независимые переменные (количество компонентов в рецептуре);

$a_{i j}$ - содержание j -го ингредиента в i -ом компоненте;

$A_{j \min}, A_{j \max}$ - минимальный и максимальный допустимые уровни содержания j -го ингредиента в бетоне;

$B_{j \min}, B_{j \max}$ - минимальная и максимальная допустимые нормы содержания i -го компонента в бетоне. [11]

Для рассматриваемого в проекте примера математическая модель задачи составления смеси была получена в следующем виде:

$$F(x_i) = 0.109x_1 + 0.091x_2 + 0.15x_3 + 0.575x_4 + 0.0032x_5 + 1.23x_6 \rightarrow \min; \quad (4.7)$$

$$1.36x_1 + 1.13x_2 + 1.04x_3 + 1.07x_4 + 0.72x_5 \geq 105;$$

$$0.09x_1 + 0.116x_2 + 0.386x_3 + 0.46x_4 + 0.155x_5 \geq 16;$$

$$0.022x_1 + 0.0556x_2 + 0.141x_3 + 0.007x_4 + 0.091x_5 \geq 6;$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 100.$$

4.3 Разработка системы управления

Система предназначена для осуществления автоматизированного управления технологическим процессом дозирования раствора, должна обеспечивать устойчивое ведение процесса дозирования путем поддержания переменных процесса в регламентных границах.

Главной целью автоматизированного управления является повышение технико-экономических показателей, качества продукта и снижение влияния человеческого фактора на параметры технологического процесса. Снижение этого параметра обеспечивается выводом человека из непосредственных контуров управления технологическими переменными.

4.3.1 Информационная структура объекта управления

На рисунке 4.1 представлена информационная структура объекта управления

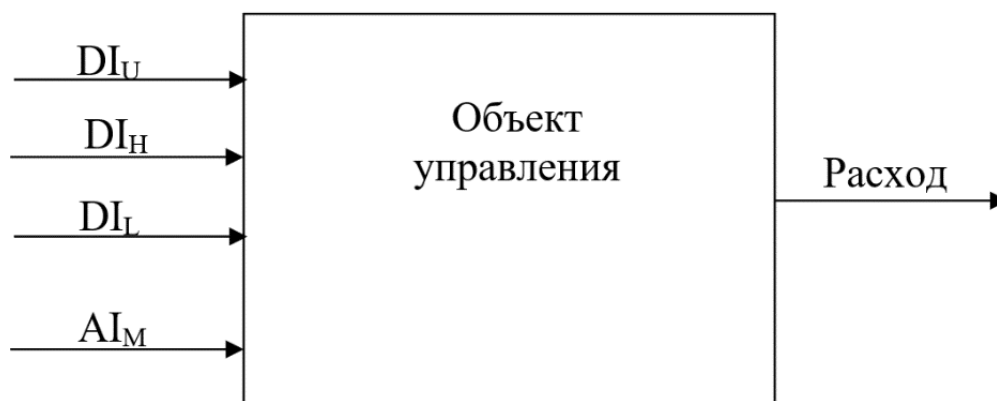


Рисунок 4.1 – Схема информационной структуры объекта управления

Информационная структура представляет собой объект управления с входными и выходными сигналами. На ОУ поступают три дискретных сигнала:

- DI_H – сигнал ограничителя верхнего уровня;
 - DI_L – ограничитель нижнего уровня;
 - DI_U – уровень технологического раствора в дозирующем устройстве;
- и один аналоговый сигнал:

- AI_M – влажность технологического раствора в дозирующем устройстве. На выходе сигнал расхода технологического раствора.

4.3.2 Функциональная схема объекта автоматизации

По условию поставленной задачи на проектирование система автоматизации линии дозирования должна обеспечивать работу в автоматическом режиме.

Из представленного описания технологического процесса и последовательности работы механизмов следует, что система автоматизации должна формировать следующие выходные команды:

- включить двигатель рамы вверх;
- включить двигатель рамы вниз;
- включить двигатель шнека.

На рисунке 4.2 представлена функциональная схема автоматизации

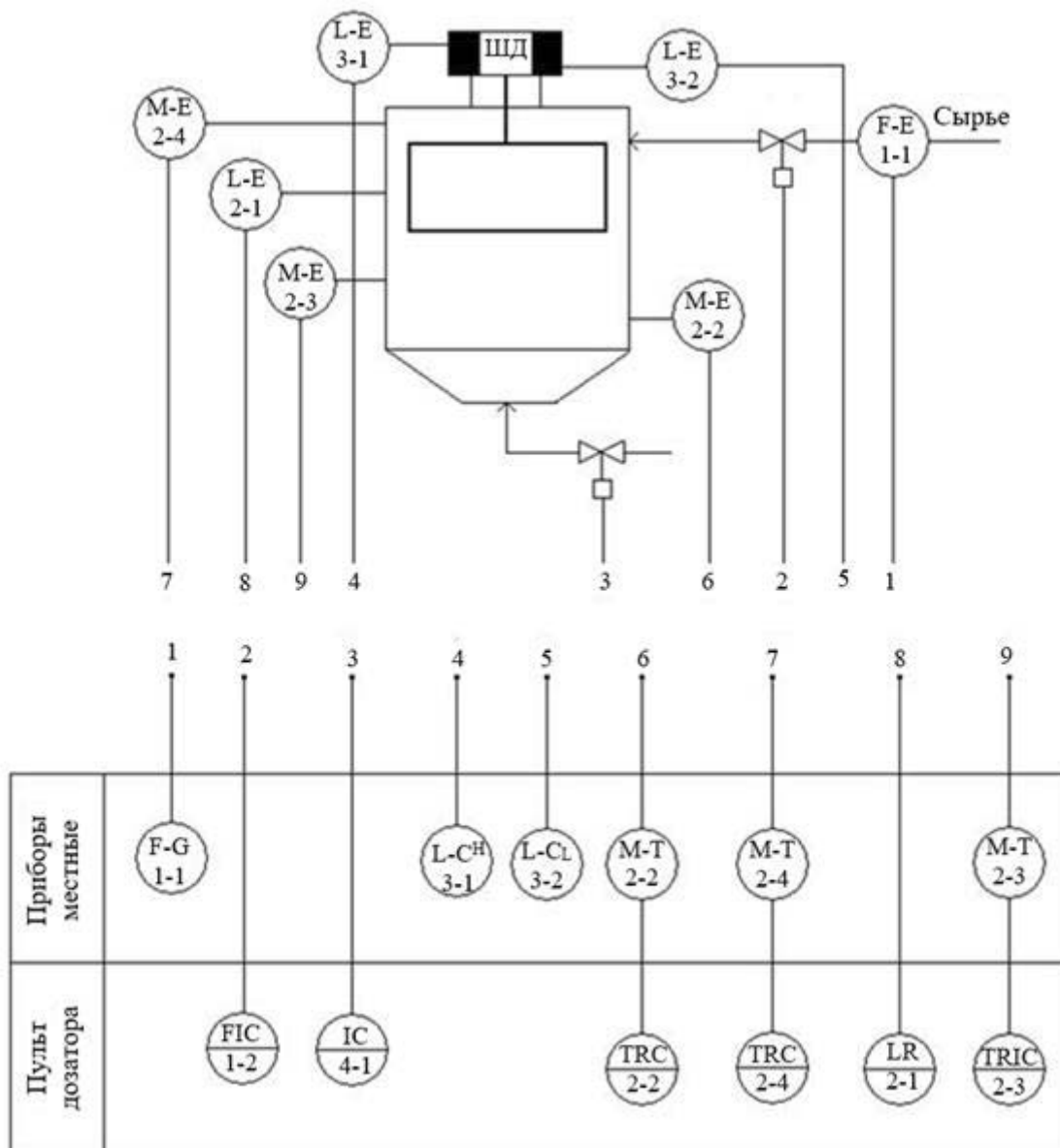


Рисунок 4.2 – функциональная схема объекта автоматизации

- По контуру 1 осуществляется контроль расхода материалов, посредством датчиков положения;
- По контурам 2 и 3 осуществляется управление пневмозадвижками;
- По контуру 4 и 5 осуществляется регулирование шагового двигателя;
- По контурам 6,7 и 9 осуществляется контроль влажности инертных материалов, посредством датчиков влажности.
- По контуру 8 осуществляется контроль количества материала.

Из-за особенностей технологического раствора, который будет дозироваться, его необходимо поддерживать при определенном уровне влажности, поэтому будет стоять влагомер.

По сигналам концевых выключателей, верхнего и нижнего положения, будет останавливаться шаговый двигатель.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

По сигналу открываются пневмозадвижки, через которые будет подаваться материал. Уровень заполнения дозатора контролируется датчиком уровня.

Генерировать необходимую частоту вращения шагового двигателя будет частотный генератор, которым будет управлять микроконтроллер.

4.4.3 Система управления

На рисунке 4.3 представлена блок-схема системы управления.

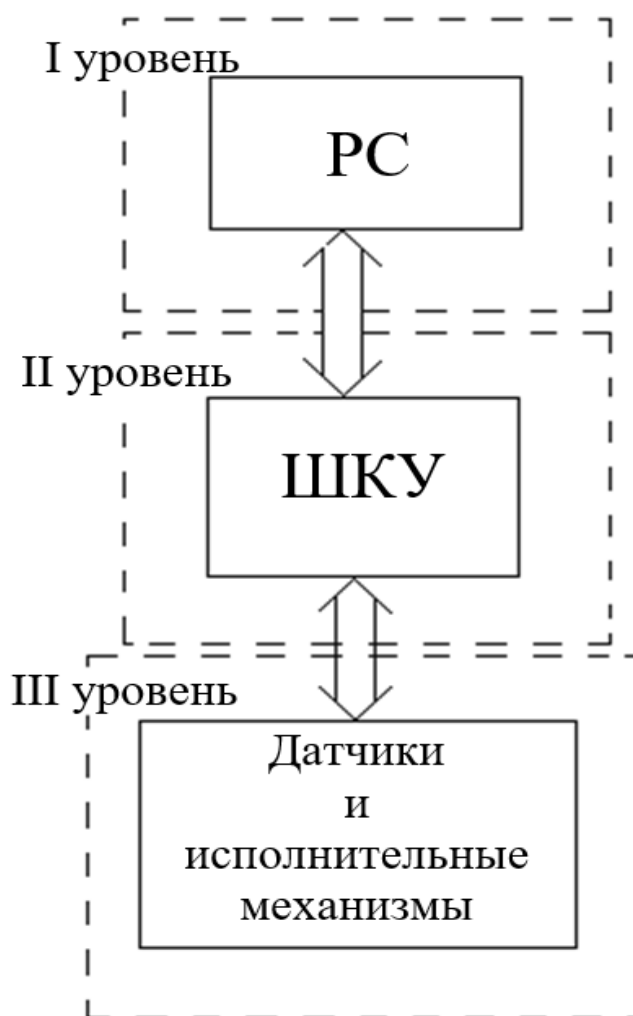


Рисунок 4.3 – Блок-схема системы управления

Система управления состоит из трех уровней:

- первый уровень - это персональный компьютер, он обрабатывает данные, полученные со второго уровня. С помощью PC оператор управляет процессом, вводит необходимые константы и переменные, задает требуемые границы. Так же он отвечает за архивирование данных, вывод соответствующих сигнальных сообщений, при возникновении аварийной ситуации;

- второй уровень - это шкаф контроля управления (ШКУ). Он производит сбор и первичную обработку сигналов с датчиков, и выдачу информации на РС. По сигналам от оператора ШКУ выдает сигналы на исполнительные механизмы;

- третий уровень - это непосредственно датчики и исполнительные механизмы.

На основе системы управления была разработана структурная схема дозатора технологических растворов.

4.5 Структурная схема дозирующего устройства

На рисунке 4.4 представлена схема дозирования воды.



Рисунок 4.4 – Схема дозирования воды

Оператор задаёт расход литров в час, затем контроллер преобразует этот расход в 32 битный код, который отправляется на генератор частоты. Необходимость преобразования расхода в код, вызвана тем, что частотный генератор, который управляет скоростью шагового двигателя, сделан в программном комплексе MPLab, на языке Assembler. Данный генератор, формирует частоту в зависимости от кода, поданного на вход, данный код представляет собой целое число от 1 до 65535, наименьшее значение кода соответствует максимальной частоте, равной 35084 Гц. Контроллер переводит расход в код по формулам:

$$k = Q \cdot 650; \quad (4.8)$$

$$m = \frac{5 \cdot k}{3}; \quad (4.9)$$

$$n = \frac{1}{m}; \quad (4.10)$$

$$x = \left(\frac{m}{14,25 \text{ мкс}} \right) - 1, \quad (4.11)$$

где x – полученный код.

На рисунке 4.5 представлена диаграмма зависимости кода от расхода. В зависимости от этого кода генерируется частота, подаваемая на вход драйвера ШД.

Драйвер ШД делит входную частоту на 10, и полученная частота подается на ШД, который в свою очередь связан с редуктором двигателя поршень. От скорости ввода поршня зависит получаемый расход. Отсюда следует, что управлять расходом можно, изменяя частоту ШД.

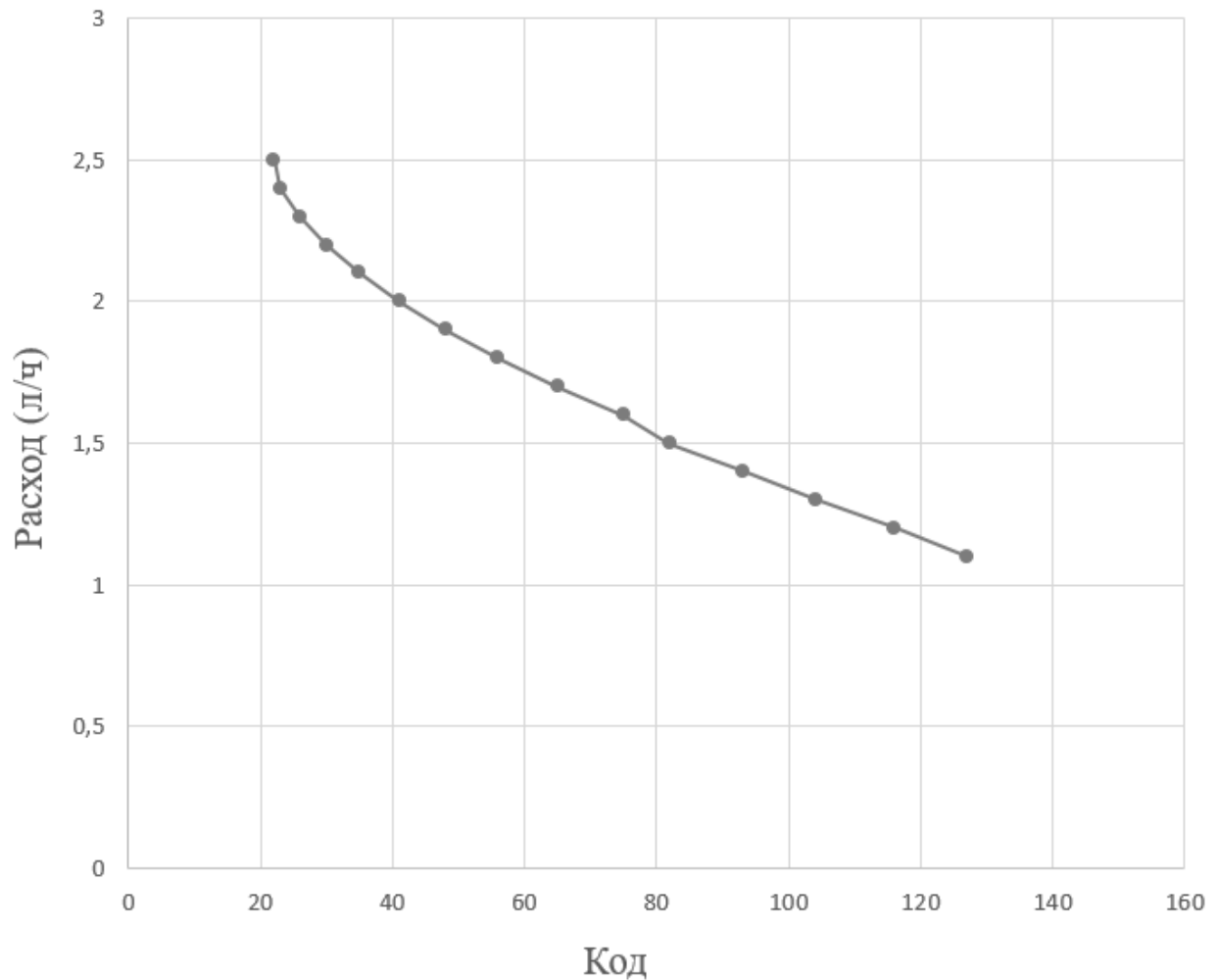


Рисунок 4.5 – Зависимость расхода от кода технического раствора

Сложность управления состоит в том, что расход не всегда соответствует частоте, которая задается целым числом, а подать на генератор можно только целое число. Поэтому программа управления вычисляет два соседних кода, соответствующих большему и меньшему расходу и поддерживает определенное время один расход, затем другой, что бы в среднем получался заданный оператором расход.

В соответствии со структурной схемой и математическим описанием, была собрана модель в приложении Simulink пакета MatLab 6.5.

На рисунках 4.6 и 4.7 представлены результаты работы модели.

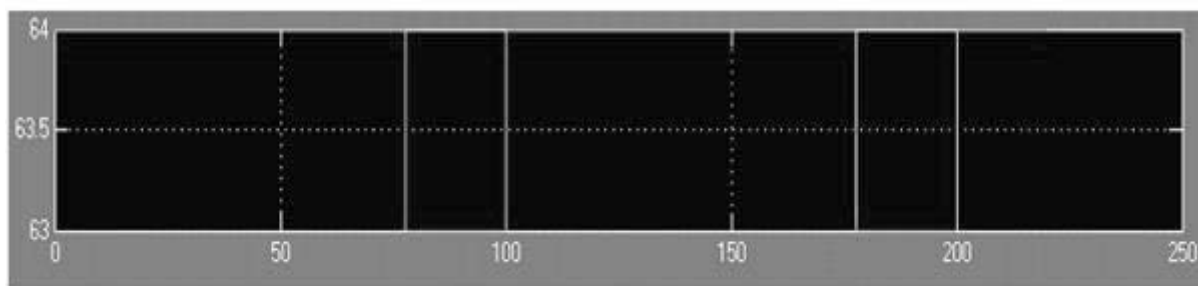


Рисунок 4.6 – Смешивание расходов

На рисунке 4.6 показано смешивание двух соседних расходов, определенное время держится один код, соответствующий большему расходу, затем переключается на второй код, соответствующий меньшему расходу.

На рисунке 4.7 показано усреднение расхода, так как это происходит в модели.

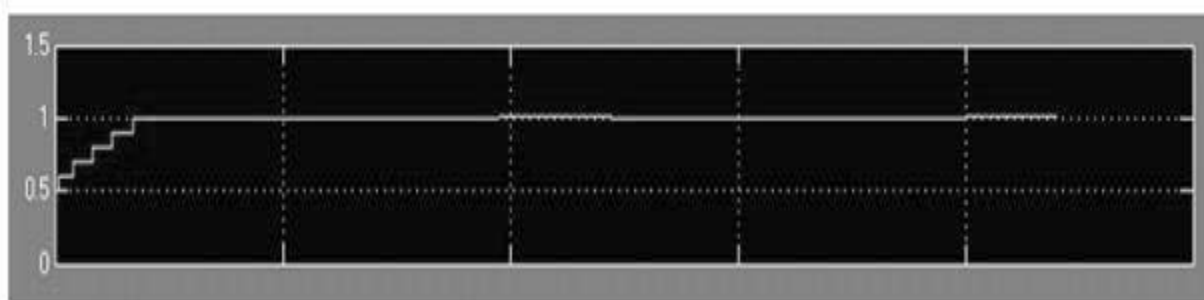


Рисунок 4.7 – Усреднение расхода

Таблица 4.2 – Результаты работы модели

Заданный расход, л/ч	Полученный расход, л/ч	Код	Относительная погрешность, %
0,5	0,5002	128,554	0,04
0,6	0,6009	106,962	0,15
0,7	0,7003	91,539	0,04
0,8	0,8027	79,971	0,34
0,9	0,9022	70,974	0,24
1	1,004	63,777	0,40
1,1	1,105	57,888	0,45
1,2	1,204	52,981	0,33
1,3	1,309	48,828	0,69
1,4	1,393	45,269	0,50
1,5	1,491	42,184	0,60
1,6	1,599	39,385	0,06
1,7	1,687	37,104	0,77
1,8	1,809	34,987	0,50
1,9	1,889	33,093	0,58

Окончание таблицы 4.2

Заданный расход, л/ч	Полученный расход, л/ч	Код	Относительная погрешность, %
2	1,993	31,388	0,35
2,1	2,114	29,846	0,66
2,2	2,196	28,444	0,18
2,3	2,294	27,164	0,26
2,4	2,413	25,991	0,54
2,5	2,521	24,91	0,83

Относительная погрешность не должна превышать 1 %. Из таблицы 4.2 видно, что полученная модель удовлетворяет требованиям технического задания.

На рисунке 4.8 представлена диаграмма зависимости расхода от относительной погрешности. Из этой диаграммы видно, что погрешность растет с увеличением расхода. Это связано с тем, что чем больше заданный расход, тем больше частота, которую необходимо подать на двигатель. А на больших частотах, у генератора большая дискретность шага, следовательно, и соседние расходы сильно отличаются, поэтому при смешивании, увеличивается погрешность.

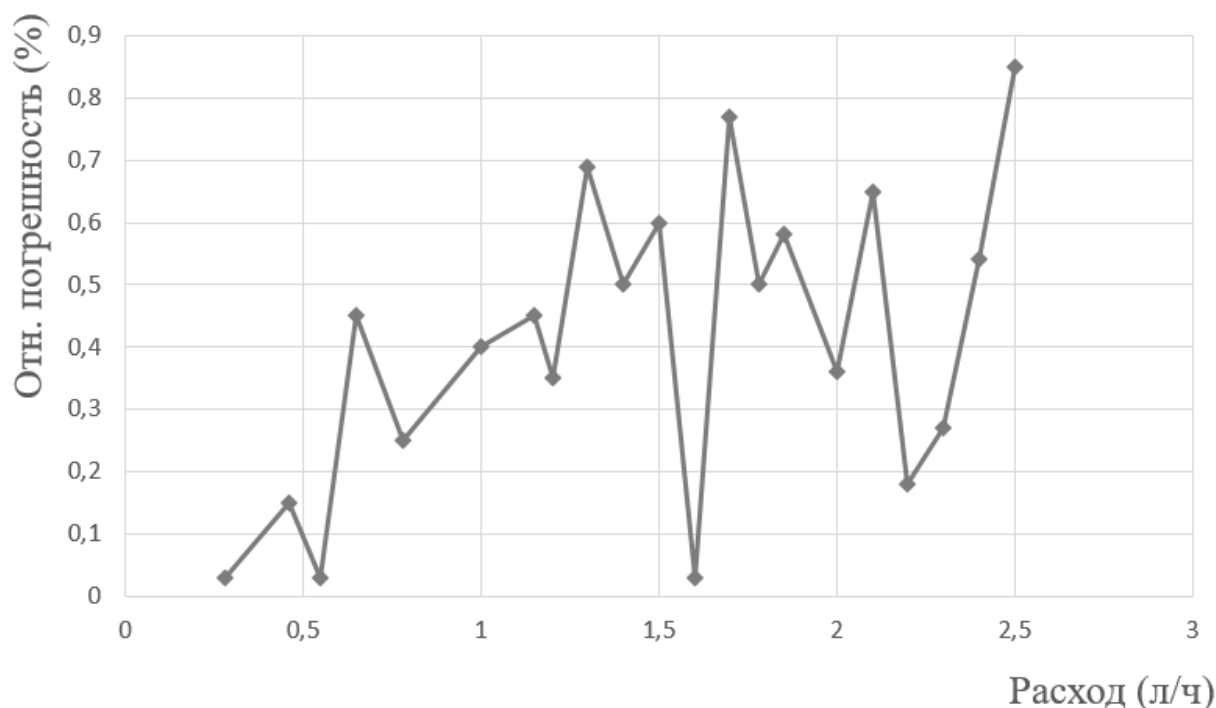


Рисунок 4.8 - Диаграмма зависимости относительной погрешности от расхода

Выводы по разделу четыре

В данном разделе была разработана система автоматического управления. Разработаны структурная и функциональные схемы, а также разработана математическая модель в программе Simulink пакета MatLab 6.5.

5 ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ

В качестве средств автоматизации будут использованы следующие устройства:

- контроллеры;
- датчики физических параметров системы дозирования;
- вспомогательное оборудование: средства пожаротушения, вентиляция, сигнализации;
- пусковая аппаратура

5.1 Перечень переменных

Главными качеством (выходящими параметрами) в данном случае является период дозирования τ_{min} , среднеарифметическое несоответствие выборки S_0 , среднеквадратичный люфт централизации компонентов S_k . Это отражено на рисунке 5.1. [11]

Выходные характеристики формируются отрезки переменных постоянной размешивания $\Delta\alpha$, первым и последним среднеквадратичным несоответствием элементов и вещества компонента в дозах консистенции, равноправной массе выборки S_0 , S_i , S_k , постоянной периода размешивания. Это отражено на рисунке 5.2.

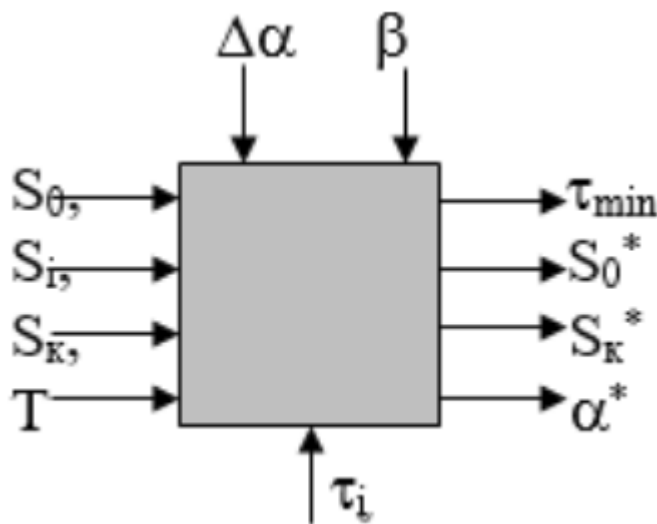


Рисунок 5.1 – Характеристики процесса

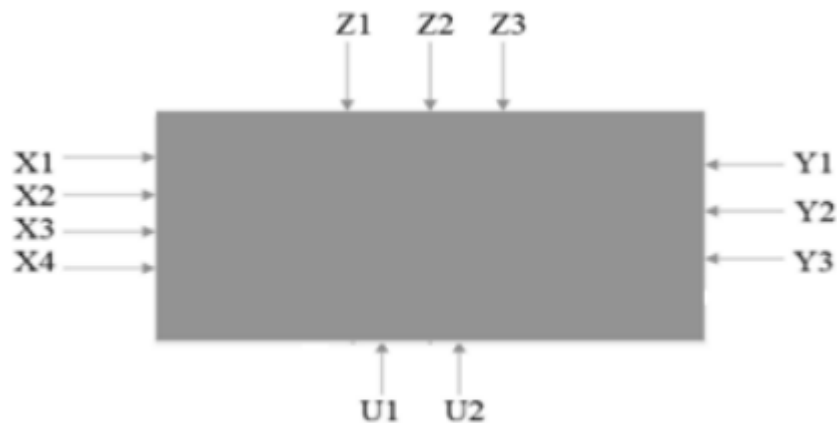


Рисунок 5.2 - Форма в параметрическом виде объекта управления

Входящие характеристики:

X1 – количество влажности, W [%];

X2 – объем компонентов;

X3 – коэффициент вытекания, Cd ;

X4 – потребление, q_1 [м³];

U1 – быстрота циркуляции дозатора, ω_1 [рад/сек];

U2 – быстрота вхождения в бункер, ω_2 [рад/сек].

Выходящие характеристики:

Y1 – масса (объемный расход), q_2 [м³];

Y2 – эффективность, Q [объем/мин];

Y3 – количество в бункере, h [м].

Возмущающие факторы:

Z1 – преобразование коэффициента вытекания, Cd ;

Z2 – преобразование плотности, ρ [кг/м³];

Z3 – преобразование скорости циркуляции дозатора ω_2 [рад/сек]

Вывод по разделу пять

В разделе пять рассмотрен объект автоматизации, его характеристики, входные, выходные и возмущающие переменные. Выбраны устройства, с помощью которых будет осуществляться управление.

6 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

6.1 Выбор редуктора и электродвигателя шнекового питателя

Из задания по техническому проектированию известны: желаемая производительность и параметры механизма. Производительность шнекового питателя находится по формуле:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot S \cdot n \cdot \varphi \cdot 60, \quad (6.1)$$

где D – внешний диаметр шнека;

d – диаметр вала; S – шаг винта шнека;

n – скорость вращения шнекового питателя;

φ – коэффициент производительности;

μ – это коэффициент трения он равен 0,8.

Для определения скорости вращения шнека воспользуемся следующей формулой:

$$n = \frac{K_3 \cdot Q}{\frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot S \cdot \varphi \cdot 60}, \quad (6.2)$$

где K_3 – коэффициент запаса, $K_3=1,1-1,3$.

$$Q' = \frac{Q}{\gamma_0} = \frac{150 \cdot 10^3}{800} = 187,5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Для шнека, расположенного горизонтально область, занятая валом, на котором зафиксированы лопасти шнека при условии $S/D \leq 1$, в данном случае применяется следующая формула:

$$\varphi = 0,87 \cdot \left(1 - 0,237 \frac{S^2}{D} \right) \quad (6.3)$$

$$\varphi = 0,87 \cdot \left(1 - 0,237 \frac{0,2^2}{0,4} \right) = 0,818$$

По формуле (6.2) рассчитываем скорость вращения шнекового питателя:

$$n = \frac{1,23 \cdot 187,5}{\frac{\pi}{4} \cdot (0,4^2 - 0,1^2) \cdot 0,2 \cdot 0,818 \cdot 60} = 2 \text{ м/с}$$

					13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

Производительность шнека за одну секунду определяется по формуле:

$$Q^c = \frac{K_3 \cdot Q}{3600} \quad (6.4)$$

$$Q^c = \frac{1,23 \cdot 187,5}{3600} = 0,064 \text{ м}^3/\text{с}$$

Необходимый удельный расход энергии можно определить по формуле:

$$A = \frac{2 \cdot \pi \cdot \mu \cdot L \cdot \gamma^0 \cdot g}{\frac{s}{D}} \quad (6.5)$$

где μ – это коэффициент трения он равен 0,8;

L – длина шнека;

γ^0 – насыпная объемная масса материала (кг/м³).

$$A = = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,8 \cdot 5 \cdot 1500 \cdot 9,81}{\frac{0,2}{0,4}} = 3,945 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}$$

Мощность на валу редуктора находится по формуле:

$$N = Q \cdot A \quad (6.6)$$

$$N = 0,064 \cdot 3,945 \cdot 10^5 = 25,3 \text{ кВт}$$

Расчетный момент сопротивления на валу определяется:

$$M = \frac{N}{\omega_{\text{расч}}} = \frac{25,3}{20,9} = 1,208 \text{ кНм}$$

Условия выбора мотор-редуктора:

– мощность электродвигателя: $P_H \geq N$;

– скорость вращения вала: $n_H \geq n$.

Выбираем мотор-редуктор цилиндрический двухступенчатый 2МРЦ-200.

Параметры мотор-редуктора 2МРЦ-200 представлены в таблице 6.1

					13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Таблица 6.1 - Параметры мотор-редуктора 2МРЦ-200 [7]

Передаточное число	6,3 - 20
Диапазон частот вращения выходного вала для регулируемого исполнения, об/мин	72-230
Крутящий момент на выходном валу, Н·м	1255 - 3980
Тип двигателя	АИР180М4
Номинальная частота двигателя, об/мин	1440
Масса, кг	514

Устанавливаем на мотор- редукторе передаточное число вращения равное 6,3 со скоростью об/мин.

Основные характеристики двигателя мотор-редуктора сведены в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 – Паспортные данные АИР180М4 [8]

U _н , В	P _н , кВт	η _н , %	cos φ _н	S _н , %	n _н , об/мин	M _{пуск} /M _н	M _{пуск} /M _н	M _{пуск} /M _н	I _н /I _н	Масса, кг
380	30	92	0,87	2,0	1440	1,7	2,7	1,5	7	190

6.2 Выбор преобразователя частоты для электродвигателя

Частотный преобразователь должен быть рассчитан на мощность 30 кВт.

Принимаем к установке частотный преобразователь типа EI-P7012-040H производства корпорации “Веспер” (Россия), параметры которого приведены в таблице 6.4. [1]

Таблица 6.4 - Паспортные данные ПЧ

Тип, исполнение	EI-P7012-040H
Номинальная мощность, кВА	40
Номинальная мощность двигателя, кВт	30
Номинальный ток нагрузки I _н , А	60
Питающая сеть:	3x380 В, ±10–15 %, 50(60) Гц ± 5 % (с заземленной либо изолированной нейтралью)
Выходное напряжение	От 0 до 380 В ± 5 % (значение макс. выходного напряжения программируется)
Коэффициент полезного действия	не менее 0,95 (без двигателя)

Окончание таблицы 6.4

Коэффициент мощности	не менее 0,95
Условия окружающей среды:	рабочая температура от +1 до +40° С, влажность до 90 %

Данный ПЧ полностью отвечает нашим требованиям. Схема преобразователя частоты «Веспер» приведена на рисунке 6.1.

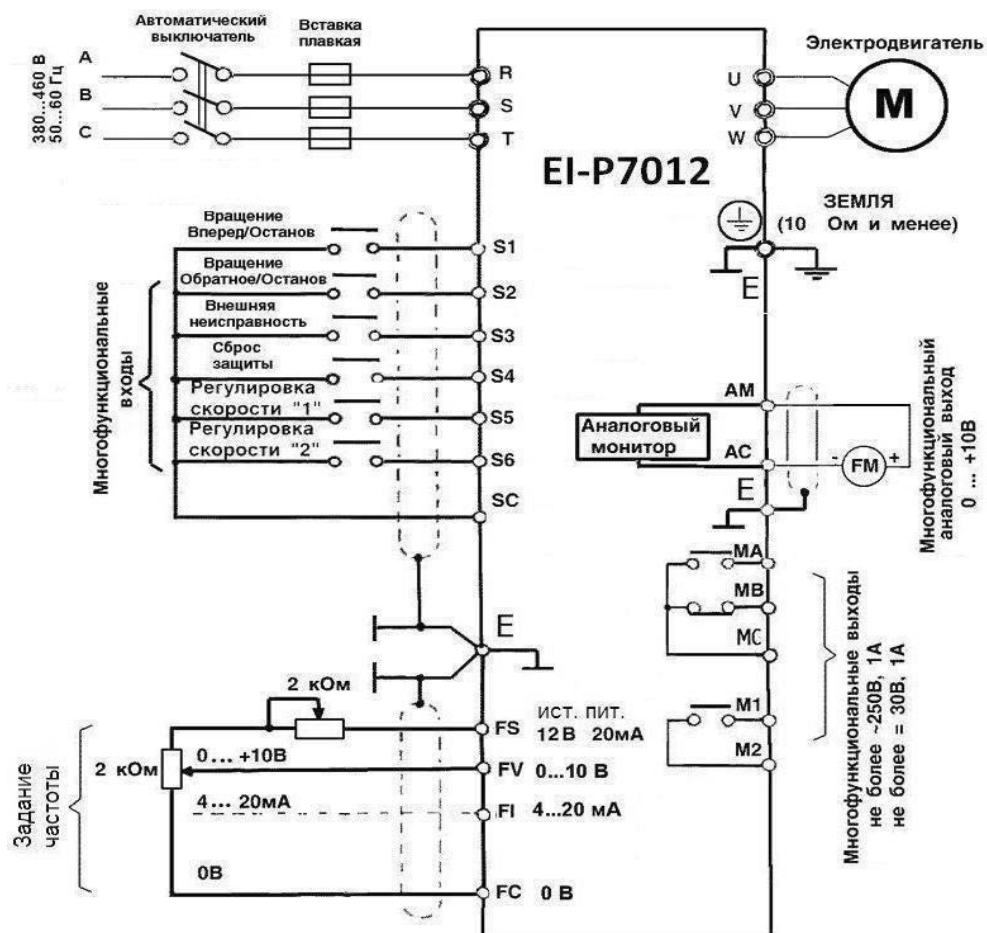


Рисунок 6.1 – Принципиальная схема преобразователя частоты «Веспер»

6.3 Выбор привода

В качестве привода был выбран шаговый двигатель FL86STH65–2808A. Данный ШД имеет следующие характеристики:

- ток/фаза – 2,8 А;
- сопротивление/фаза – 1,4 Ом;
- индуктивность/фаза – 3,9 мГн;
- крутящий момент – 34 кг·см;
- длина – 65 мм;
- момент инерции ротора – 1000 г·см²;
- вес – 1,7 кг.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Электрическая схема ШД представлена на рисунке 6.1. [5]

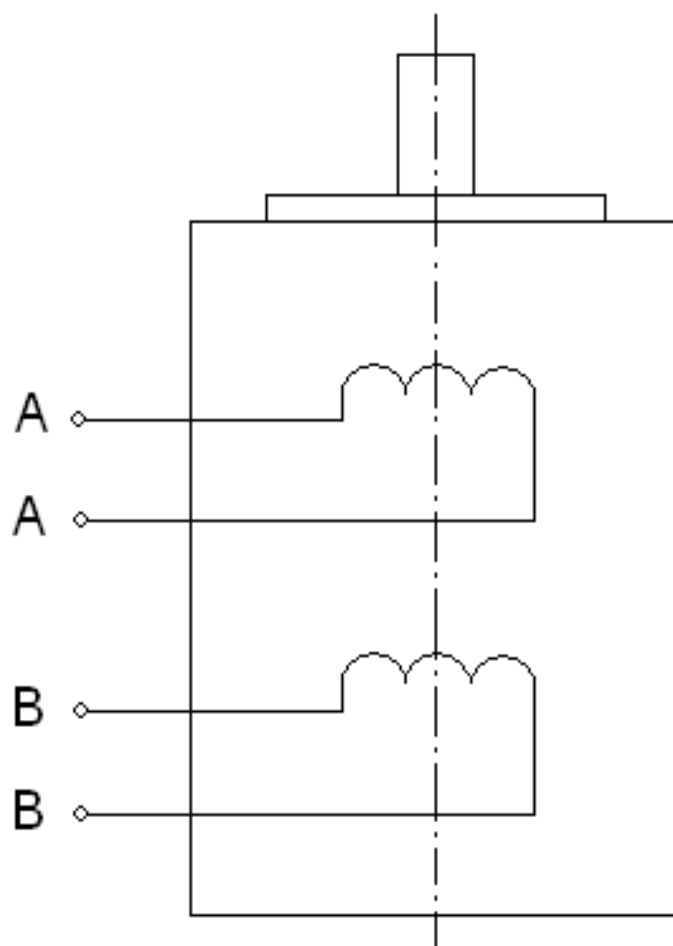


Рисунок 6.2 - Электрическая схема ШД FL86STH65-2808A

Шаговые двигатели этой серии имеют основной угловой шаг $1,8^\circ$, частоту приемистости до 2000 Гц и скорость вращения вала до 1500 об/мин. Так же к двигателям этой серии идет устройство управления. [6]

В качестве устройства управления был выбран программируемый блок управления ШД SMSD-3.0. Он предназначен для управления работой четырехфазных, либо двухфазных ШД с током фазы 3 А. Блок объединяет в себе управляющий микропроцессор и высококачественный драйвер ШД. Управление осуществляется по заданной программе, в ручном режиме или в режиме драйвера.

Блок SMSD может работать в режиме целого шага или осуществлять дробление на $1/2$, $1/4$, $1/8$, $1/16$ и $1/32$, блок может задавать направление, скорость, ускорение движения, а также работать по сложным алгоритмам, записываемым в энергонезависимую память. Блок работает автономно, от компьютера (LPTили COM-порт) или от внешнего задающего контроллера. Блок имеет возможность получать сигналы от внешних устройств и датчиков, а также подавать сигналы внешним устройствам. Блок имеет радиатор и не требует дополнительного охлаждения.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ

Лист

47

ждения. Этот блок имеет одну особенность – он уменьшает входную частоту в 10 раз. Основные характеристики блока SMSD-3.0:

- максимальный выходной ток – 3 А;
- напряжение питания – 18-40 В;
- диапазон частот обработки шагов – от 1 до 10000 Гц;
- точность установки скорости – не ниже 0,2%;
- обмен с ПК – RS232.

В качестве привода, который будет двигать поршень дозирующего устройства, выбран электромеханизм МП-100М с ходом штока $80 \pm 1,5$ мм. Нагрузка на шток: номинальная – 980 Н (100 кгс), максимальная – 1470 Н (150 кгс).

Так как рассмотренные частотные генераторы не позволяют работать в частотах от 200 Гц до 25000 Гц с возможностью подстройки частоты в 1 Гц, то генерация частоты будет производиться от программного генератора. Генератор написан в программном пакете MPLABIDEv8.10, на языке ассемблер.

Данный генератор генерирует частоту в зависимости от полученного кода, код задается с контроллера, код – это значение от 1 до 65535 (32 бита). Частота поступает на блок управления ШД, он делит ее на 10 и полученную частоту отправляет на ШД. В зависимости от поданного кода мы меняем скорость вращения двигателя и, следовательно, меняем расход технологического раствора. [4]

6.4 Выбор управляющего модуля

Управляющий модуль основан на базе контроллера универсального (КУ) «Каскад».

6.4.1 Назначение контроллера

КУ «Каскад» – промышленный программируемый контроллер, предназначен для работы в системах автоматизированного управления производственными технологическими процессами.

КУ «Каскад» имеет открытую модульную архитектуру построения. Это позволяет наращивать и конфигурировать контроллер для решения конкретных задач. Для связи и обмена данными КУ «Каскад» с персональным компьютером используется стандартный протокол связи MODBUS.

6.4.2 Состав контроллера и его технические характеристики

КУ «Каскад» объединяет в своем составе следующие модули (рис. 6.3):

- микропроцессорный модуль;
- базовый модуль;
- модуль преобразования напряжения;
- модули ввода-вывода.

					13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48



Рисунок 6.3 – Состав котроллера универсального

Технические характеристики данного модуля приведены в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Технические характеристики модулей входящих в состав КУ «Каскад».

Наименование	Технические характеристики	
	Параметр	Значение
Базовый модуль	Количество мест для установки сменных модулей ввода - вывода (слотов)	3
	Тип микроконтроллера	PIC16F874A
	Внутренний интерфейс (шина данных)	SPI (ведомый)
	Разъемы для подключения внешних цепей	16 контактов на слот
	Напряжение питания, не более	5 В

Продолжение таблицы 6.5

Наименование	Технические характеристики	
	Параметр	Значение
Базовый модуль	Потребляемая мощность, не более	300 мВт
	Тип микроконтроллера	PIC16F874A
	Тактовая частота	20 МГц
	Память EEPROM	256 Килобайт
	Интерфейс для связи с внешним компьютером	RS232
	Внутренний интерфейс (шина данных)	SPI (мастер)
	Передняя панель	Разъем RJ45
	Напряжение питания, не более	5 В
Микропроцессорный модуль	Потребляемый ток, не более	200 мА
	Количество входных дискретных каналов	8
	Входной ток, не более	5 мА
	Входное напряжение	24В(-15%/+20%)
	Задержка включения, не менее	~2 мс
	Задержка выключения, не менее	~2 мс
	Напряжение гальванического разделения между группами каналов, между каналами и корпусом, не менее	500 В

Продолжение таблицы 6.5

Наименование	Технические характеристики	
	Параметр	Значение
Микропроцессорный модуль	Сопротивление изоляции между группами каналов и корпусом, не менее	20 МОм
	Передняя панель	8 светодиодов
	Напряжение питания, не более	5 В
Модуль дискретных входов	Потребляемый ток, не более	200 мА
	Количество выходных дискретных каналов	8
	Сопротивление подключаемой нагрузки, не более	200 Ом
	Напряжение на выходе	48 В(-15%;+20%)
	Задержка времени включения (активная нагрузка)	3 мкс (при 24 В)
	Задержка времени выключения (активная нагрузка)	130 мкс(при 24 В)
	Выход в состоянии ON: в системе фиксируется «0»	
	Выход в состоянии OFF: в системе фиксируется «1»	
	Напряжение гальванического разделения между группами каналов, между каналами и корпусом, не менее	
	Сопротивление изоляции между группами каналов и корпусом, не менее	20 МОм

Окончание таблицы 6.5

Наименование	Технические характеристики	
	Параметр	Значение
Модуль дискретных выходов	Передняя панель	8 светодиодов
Модуль преобразования напряжения	Выходное напряжение	24 В (-15 %;+20 %)
	Потребляемая мощность	12 Вт
	Сопротивление изоляции между входными цепями и корпусом, между выходными цепями и корпусом, не менее	20 МОм
Корпус	Степень защиты корпуса IP20	IP20 по ГОСТ 14254
	Тип корпуса	Для крепления на DIN рельс.
	Габаритные размеры устройства	110x116x85 мм
	Масса, не более	0,7 кг

Вывод по разделу шесть

В разделе был произведен расчет и выбор редуктора и электродвигателя шнекового питателя. В качестве электродвигателя был выбран шаговый двигатель FL86STH65-2808A. Осуществлен выбор преобразователя частоты и управляющего модуля. В качестве управляющего модуля был выбран контроллер универсальный “Каскад”.

7 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

7.1 Краткое описание рассматриваемого объекта

Дозирующий бетонный комплекс – установка, служащая для дозирования, хранения и перемещения инертных компонентов бетонной смеси, основной задачей которой, является упрощение процесса изготовления бетона. Дозирующий комплекс - часть более масштабной системы по изготовлению бетона, которая включает в себя более десяти структурных элементов, таких как: бункера инертных БИ, пневмооборудование, дозаторы, вибраторы, затворы. Данный комплекс является неотъемлемой частью любого промышленного производства по изготовлению бетона.

При рассмотрении ДБК с точки зрения безопасности жизнедеятельности рабочего персонала и экологического фактора можно выявить ряд преимуществ и недостатков. В процессе изготовления бетонных смесей с использованием в производстве автоматических ДБК уменьшается физическая нагрузка сотрудников предприятия, что сказывается на более высоком КПД производства и уменьшению вредных физиологических воздействий на рабочих. Но с другой стороны при работе с дозирующими комплексами нужно учитывать опасные производственные элементы, основными из которых являются крупногабаритные механизмы, грузоподъемные машины и транспортёры. Вредными производственными факторами будут являться цементная пыль, производственный шум, а также общая и локальная вибрация.

7.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов

Для анализа вредных и опасных производственных факторов, нужно, разделив факторы на группы, рассмотреть их источники и зоны действия. Из них можно выделить две основные группы, которые оказывают вредное воздействие на рабочий персонал, работающий с ДБК: физические и психофизиологические.

К физическим будет относиться производственный шум, источником которого будет является технологическое оборудование и зоны работы транспортных средств; повышенная запыленность воздуха, возникающая при разгрузке и работе с сыпучими материалами; общие и локальные вибрации, которые появляются в зонах работ виброинструмента и вблизи производственных площадок; электрический ток от различного электрооборудования; различные установки, машины, механизмы, материалы в зонах наземного транспорта и подвижных частей крупногабаритных установок.

Вред, который может причинить данная группа, в большинстве своем зависит от ее природы. Например, характер вредного воздействия шума будет определяться в первую очередь его источниками. В зависимости от частоты, уровня громкости и положительности воздействия на организм, производственный шум будет оказывать различное влияние на рабочий персонал предприятия. В данном случае, при работе с ДБК и различными видами бетоносмесительных установок

					13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

на бетонных заводах ЗЗБО, проводятся различные мероприятия по устранения опасного уровня шума и его нормирования в целом. Также стоит отметить, что ДБК и БСУ в своей изначальной комплектации, т.е. без установки дополнительного оборудования, направленного на снижения уровня шума, не обладают вредными шумовыми характеристиками, однако, продолжительная работа с данными комплексами и установками будет пагубно сказываться на нервной системе и органах слуха сотрудников предприятия.

Наибольший вред для здоровья рабочих будет представлять цементная и любая другая производственная пыль, которая выходит из загрузочных бункеров ДБК и открытых частей БСУ. При попадании такой пыли на открытые участки кожи, слизистую глаз, рта и, что самое главное, осадении ее в органах дыхания и дыхательных путей может вызывать различные заболевания, такие как хронический бронхит, пневмония, различные заболевания слизистых, а также увеличение риска возникновения онкологических заболеваний.

К психофизиологическим факторам будет относиться статическая и динамическая нагрузка при продолжительной работе в неудобной позе, либо физическом труде. Данные факторы также зависят от других критериев, которые косвенно влияют на работоспособность сотрудника. Температура воздуха, освещённость, вентиляция, удобство рабочего места и другие факторы внешней среды могут как снижать продуктивность рабочего, так и снижать ее.

Данная группа факторов наименьшим образом оказывает влияние на здоровье человека, работающего с автоматизированными ДБК, поскольку сам процесс автоматизации подразумевает под собой облегчение концентрации умственной нагрузки и внимания, также полное исключение или максимально возможное уменьшение физического труда рабочего.

На окружающую среду наибольшее влияние будет оказывать выделение цементной пыли из дозаторов. При загрузке песка и цемента в верхней точке бункера, в окружающую среду интенсивно выбрасываются обильные частицы пыли, которая осаживается на близлежащую растительность, траву и почву. В процессе дозирования инертных составляющих, таких как: щебень, песок, цемент, различные химические добавки, а также их перемешивание вместе с водой выбрасывают в атмосферу воздуха некоторое количество пыли, которая выходит через люк бетоносмесительного узла. Из ДБК в процессе дозирования в окружающую среду может поступать значительное количество пыли и грязи.

В процессе изготовления бетона, выбросы от производственного сырья могут достигать вышеуказанных критериев, однако качественное производство бетонных смесей с использованием автоматического ДБК, показывает высокие оценки результатов тестирования при исследовании европейских показателей оборудования, что практически подтверждает оспаривание высокой вредности технологического процесса, поскольку практика продаж указывает на успешный объём сбыта и положительные отзывы на зарубежных рынках от покупателей.

					13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

7.3. Нормативные значения

Соотношение объема выбросов цементной пыли приравнивает изготовление бетона и бетонного оборудования ко второй категории экологической вредности. При прохождении практики на ЗЗБО, имея опыт общения со специалистами данного асфальтобетонного завода, можно утверждать правдивость и достоверность соответствия количества выбросов в окружающую среду с приведенными ниже показателями.

Таблица 7.1 – Количество выбросов в окружающую среду при работе с ДБК

Элементы, поступающие в окружающую среду	Ежесекундное приблизительное количество выбросов, г/с	Общее приблизительное количество выбросов в год, т/год
Цементная пыль	20,908	46,631
Неорганическая пыль	6,670	16,965
Оксид марганца	0,007	0,032
Фтористый водород	0,012	0,011
Общий показатель выбросов	33,597	63,639

По вышеуказанным данным можно сделать обобщение: говорят от том, что оборудование данного бетонного завода, в частности ДБК соответствует современным требованиям СанПиН.

В таблице 7.2 приведены предельно допустимые значения оставшихся, представляющих значительно меньшую опасность при работе с ДБК, вредных и опасных производственных факторов, в соответствии с нормативными документами, в которых данные значения отражены.

Таблица 7.2 – Предельно допустимые значения вредных и опасных производственных факторов

Производственные факторы	Предельно допустимые значения	Нормативные документы
Повышенное напряжение	Повышенным считается от 12 В в открытых распределительных устройствах, при этом не допускается приближение к оголенному проводу ближе чем на 8м	ГОСТ 12.1.038-8
Уровень шума	Не более 60 дБ	ГОСТ 12.1.003-2014
Электрический ток	Ощутимый ток $I=0,6\text{мА}$; отпускаяющий ток $I=6\text{мА}$;	ГОСТ 12.1.003-8

Окончание таблицы 7.2

Производственные факторы	Предельно допустимые значения	Нормативные документы
	нефибрилляционный ток $I=50\text{мА}$	
Электрический ток	Ощутимый ток $I=0,6\text{мА}$; отпускающий ток $I=6\text{мА}$; нефибрилляционный ток $I=50\text{мА}$	ГОСТ 12.1.003-8
Психофизиологическая нагрузка на рабочий персонал	Наиболее комфортная рабочая температура от 13 до 21° С; влажность воздуха от 400 до 600 %; скорость ветра не более 0,4 м/с;	ГОСТ 12.1.005-88

7.4 Охрана труда

Работа с дозирующими комплексами на бетонных заводах ЗЗБО ведется на открытой территории. При транспортировке, погрузке и высыпании инертных материалов используется тяжелая техника и крупногабаритные механизмы. Качество выполняемой работы должно соответствовать правилами техники безопасности, требованиям безопасности жизнедеятельности при работе на промышленных производственных предприятиях, а также СНиП III-4-10 «Техника безопасности в строительстве». В соответствии с представленными нормативными документами рабочим персоналом могут являться только лица, достигшие совершеннолетнего возраста, ознакомленные с техникой безопасности и обученные работе с данным оборудованием. Также необходимо соблюдать инструкции безопасной эксплуатации электроустановок, в соответствии с которыми все токоведущие части электрооборудования должны быть заземлены.

Для каждого рабочего места необходимо прописать краткую инструкцию по технике безопасности и ознакомить персонал с технологическим процессом производства. Осуществление работы должно соответствовать строгим правилам эксплуатации приборов с соблюдением технологической последовательности. Соблюдение всех предписанных инструкций снизит риск аварийных ситуаций и несчастных случаев.

Каждый сотрудник предприятия должен быть ознакомлен со своим рабочем местом и проводить осмотр и проверку всех приборов и оборудования перед приступлением к рабочему процессу.

					13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Производственный процесс должен сопровождаться надлежащим контролем за уровнем загрязненности и пылевыведения от машин, установок и различных рабочих комплексов. Этот процесс постоянно должен контролироваться санитарными лабораториями, относящимися непосредственно к промышленному предприятию. Цементная и производственная пыль представляет наибольший вред для здоровья человека, т.к. при эксплуатации ДБК выделяются частицы пыли размеров от 0,2 до 0,7 мкм, считающиеся наиболее опасными. При попадании в слизистую глаз, рта или осаждении в органах дыхания может вызывать аллергическую реакцию и развивать производственные болезни. Для улучшения состава воздуха рабочей области должны приниматься меры по предупреждению и защите пылевыведения от производственных установок, основной из которых как раз и является автоматизация рабочего процесса.

Продолжительный шум также негативно скалывается на здоровье рабочих, влияя на их нервную систему и органы чувствительности. Источниками шума на производстве являются сами ДБК, различные электроустановки, рабочий автотранспорт, различные вентиляционные и компрессионные устройства. Для обеспечения рабочих защиты от шума применяется комплекс мер, из которых можно выделить основные положения: не допускание уровня шума выше установленных норм, непропускание шума в соседние производственные помещения, распределение шумопродуцирующих устройств, работающих одновременно, по минимально возможной концентрации.

7.5 Производственная санитария

Производственная санитария промышленного предприятия должна предусматривать комплекс мер, направленных на уменьшение вредных производственных факторов рабочего персонала. Ее основной задачей является сохранение и обеспечение здоровья сотрудников, а также уменьшение риска возникновения производственных болезней.

Обобщив факторы вредного производства, их можно разделить на группы:

- Факторы производственного процесса, связанные с неправильной и нерациональной организацией труда (повышенная неоправданная концентрация внимания, продолжительная напряженность, действующая как на органы слуха и зрения, так и на всю нервную систему)

- Факторы, связанные с большой пылезагрязненностью, уровнем шума и технической вибрацией

- Факторы, обусловленные недостатками рабочих мест, цехов, помещений (плохая вентиляция, отопление, недостаток света)

На бетонных заводах ЗЗБО, данные факторы нормируются в соответствии с вышеуказанными ГОСТами (ГОСТ 12.1.003-2014 и ГОСТ 12.1.005-88), а также нормами СНиП 23-05-9. Работа с автоматическими ДБК происходит на открытом воздухе, вне производственных помещений и не превышает допустимый уровень шума.

					13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

7.6 Эргономика и производственная эстетика

Совокупность факторов производственной среды, с точки зрения эргономики и эстетики, также влияют на рабочий, вне меньшей степени чем вредные производственные факторы. Поэтому, для должного эмоционального состояния рабочих, отражающих качество их работы и, как следствие, качество выпускаемой продукции, на заводах ЗЗБО особое внимание уделено эстетической составляющей производственного процесса, а их успешное внедрение способствует созданию высокой культуры производства, характеризующей успешность завода на мировом рынке и выделяющего его среди конкурентов.

Относительная новизна завода выделяется чистотой и аккуратностью не только на рабочих местах, но и в зонах отдыха, а также на всей территории завода. Использование как зарубежного, так и отечественного новейшего оборудования создает дополнительную эстетику на рабочих местах, а выбор сине-желтой расцветки зданий и сооружений на заводах ЗЗБО положительно влияет на психоэмоциональное состояние рабочих.

7.7 Противопожарная и взрывобезопасность

В соответствии с противопожарными требованиями ППБ РБ 1.01. -94 «Общие правила пожарной безопасности РБ для промышленных предприятий» должен предусматриваться комплекс мероприятий для предупреждения опасных аварийных ситуаций на производстве.

Территория рабочей зоны должна соответствовать всем противопожарным нормам, иметь широкие дорожки, которые не будут препятствовать проезду транспорта и аварийной эвакуации людей, предусматривать размещение аварийных пожарных выходов и лестниц. Территория предприятия всегда должна быть изолирована от легко воспламеняющего мусора, а горючие и взрывоопасные материалы содержаться в надлежащем месте, вдали от потенциально опасных источников воспламенения. На территории также должны быть предусмотрены места для курения, оборудованные огнетушителями, различными сыпучими материалами, которые случае возгорания будут препятствовать притоку кислорода к открытому огню и находящимися вдали от легковоспламеняющихся предметов либо материалов. Все производственные помещения должны быть свободны для проходов рабочего персонала большим потоком, содержаться в чистоте, быть достаточно хорошо освещены.

Все цеха, производственные помещения и любые другие здания, находящие на территории завода должны классифицироваться по степени огнеустойчивости при возникновении пожара. Также классифицироваться должны и все аварийные переходы, противопожарные преграды и перекрытия в данных зданиях. Безопасная эвакуация сотрудников предприятия должна вестись через аварийные выходы наружу, которые строго запрещено загромождать предметами. Ширины таких выходов должна соответствовать противопожарным нормам и проверяться при строительстве и проектировании зданий, а также при дальнейших проверках по-

					13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

жарной инспекцией. Ширина этих лестничных проходов выбирается исходя из общего и максимального числа рабочих в данном здании в целом и на самом густонаселенном этаже здания. Она равняется 0,6 м на 100 человек.

Также водоснабжение предприятия должно обеспечивать возможность ликвидации пожаров через собственный водонапорный канал. Расход воды рассчитывается по площади территории, исходя из следующего соответствия. При площади 100 га расчет водоснабжения должен предусматривать один пожар, продолжительностью 3 часа, а при площади более 100 га, должен предусматривать два, одновременно возникающих пожара, продолжительностью 3 часа.

7.8 Экологическая безопасность

Каждое предприятие, характеризующее себя как современное и конкурентоспособное на мировом рынке, уделяет особое внимание экологической безопасности процесса производства. Во время работы с ДБК, загрязнение окружающей среды происходит путем выбрасывания в атмосферу воздуха твёрдых частиц рабочих отходов, которые осаждаются в виде пыли на территории рабочей зоны и ее окрестностях, что сказывается на деградации почв и среды обитания живых организмов ее населяющих. Также это может приводить к изменению ландшафта, под влияние работ тяжелой техники и загрязнению внутренних вод, при продолжительной многолетней работе.

Экологическая безопасность контролируется нормативно-правовым регулированием на основании Конституции РФ и законов «Об охране окружающей природной среды». Основными документами являются: Федеральный закон «О безопасности», Экологическая доктрина РФ, Стратегия национальной безопасности РФ. За нарушение законов экологической безопасности на производстве предусмотрены меры административного взыскания, штрафов, административной и уголовной ответственности.

Экологическая политика предприятия ЗЗБО строится на охране и защите природы, выступающей как основа для будущего успешного развития предприятия. Поэтому показатели вредных выбросов не только соответствуют нормам, указанных в ГОСТах и СанПиНах, но и минимальны по своим показателям, относительно конкурентных предприятий. Однако, при рассмотрении ДБК в данном курсовом проекте, можно понять, что улучшение автоматизации этого производственного процесса еще больше может сократить количество пыли, выбрасываемой в процессе работы, что благоприятно скажется на состоянии окружающей среды.

7.9 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций

Для должного обеспечения безопасности во время чрезвычайных ситуаций, предприятие должно принимать меры по организации их ликвидации, путем планирования и регулярного проведения мероприятий, направленных на готовность сотрудников незамедлительно и правильно, в соответствии с инструкциями,

					13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

реагировать во время их возникновения. Поддерживать практическую и теоретическую подготовку рабочих, иметь необходимое количество сил, ресурсов, способных устранить происшествие в кратчайшие сроки, иметь в постоянной исправности систему оповещения о ЧС и, соответственно, незамедлительно уведомлять при их возникновении.

При угрозе опасности жизни сотрудников и рабочего персонала, обязанность руководителей предприятия ввести режим повышенной готовности, оповестить о данной информации органы ликвидации чрезвычайных происшествий, принять необходимые меры по защите своих подчиненных.

Выводы по разделу семь

В разделе проанализированы вредные и опасные производственные факторы, действующие на персонал.

Разработаны мероприятия:

- по снижению воздействия на работников опасных и вредных производственных факторов;
- по уменьшению вредного воздействия на окружающую среду деятельностью завода;
- по предотвращению чрезвычайных ситуаций и действия персонала в условиях чрезвычайных ситуаций.

									Лист
									60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ				

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе рассмотрен процесс изготовления бетонной смеси, разработана автоматизированная система управления работой дозирующего бетонного комплекса. Для увеличения точности дозирования выбран датчик влажности.

Был произведен анализ технологического процесса работы дозирующего комплекса. На основе анализа разработана функциональная схема объекта автоматизации, основой которой является программируемый логический контроллер. Проведено математическое описание дозирования.

Также в работе были выбраны технические средства автоматизации, которые были задействованы в разработке системы автоматизации дозирующего комплекса.

					13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Электронный каталог [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о электродвигателях компании ООО "ВЭМЗ". – <http://www.ges.ru>.

2 Электронный каталог [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о редукторах компании ООО "Эпсилон". – <http://www.motor-reductor.ru>.

3 Электронный каталог [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о преобразователях частоты компании "Триол". – <http://www.triolcorp.com><http://www.schneider-electric.ru>.

4 Электронный каталог [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о контакторах и автоматических выключателях фирмы "Danfoss". – <http://www.kpsk.ru>.

5 Электронный каталог [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о весоизмерительном оборудовании компании "VishaySensortronics". – <http://tensosensor.ru>.

6 Электронный каталог [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о весоизмерительном оборудовании компании "ТЕНЗО-М". – <http://www.tenso-m.ru>.

7 Электронный каталог [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о автоматизированном оборудовании компании "Тесо". – <http://www.tecomat.com>.

8 СТО ЮУрГУ 04–2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.

9 Анализаторы влажности (влагомеры) FIZEPR-SW100. Техническое описание и руководство по эксплуатации / Конструкторское бюро «ФИЗЭЛЕКТРОН-ПРИБОР». – Самара: Изд-во Конструкторское бюро «ФИЗЭЛЕКТРОНПРИБОР», 2008. – 82 с.

10 Баженов Ю.М., Комар А.Г. Технология бетонных и железобетонных изделий / Ю.М. Баженов. – Москва «Стройиздат», 1984 г. - 671 с.

11 Стефанов В. В. Технология бетонных и железобетонных изделий / В.В. Стафанов. – Киев, 1982 г. -191 с

					13.03.02.2021.386.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62