

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Кибернетики

Направление подготовки 261400 «Технология художественной обработки материалов»

Кафедра ТМСР

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
3D-принтер в разработке строительной продукции

УДК 691:004.356.2:004.925.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Ж31	Богинская Екатерина Александровна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Арвентьева Н.А.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Спицын В.В.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Пустовойтова М.И.	К.Х.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТМСР	Вильнин А.Д.			

Томск – 2017 г.

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Из планируемых результатов обучения наиболее ярко проиллюстрированы:

Код результата	Результат обучения
<i>Общекультурные компетенции</i>	
Р1	Готовность уважительно и бережно относиться к историческому наследию, накопленным гуманитарным ценностям и культурным традициям Российской Федерации, а также отражать современные тенденции отечественной и зарубежной культуры при изготовлении художественных изделий
Р2	Способность понимать и следовать законам демократического развития страны, осознавая свои права и обязанности, при этом умело используя правовые документы в своей деятельности, а также демонстрировать готовность и стремление к совершенствованию и развитию общества на принципах гуманизма, свободы и демократии
Р3	Понимание социальной значимости своей будущей профессии и стремление к постоянному саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, владея при этом средствами самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
Р4	Способность к восприятию информации, понимания ее значение развитию современного общества, знает основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки, демонстрируя при этом навыки работы с компьютером, традиционными носителями информации, распределенными базами знаний, в том числе размещенных в глобальных компьютерных сетях
Р5	Владение литературной, деловой, публичной и научной речью, как на русском, так и на одном из иностранных языков, демонстрируя при этом навыки создания и редактирования текстов профессионального назначения с учетом логики рассуждений и высказываний
Р6	Способность находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готовность нести за них ответственность при работе в коллективе, взаимодействуя с его членами на основе принятых в обществе моральных и правовых норм, проявляя уважение к людям, толерантность к другой

	культуре
P7	Умение применять необходимые знания в области естественных, социальных, экономических, гуманитарных наук и готовность использовать их основные законы, а также методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения профессиональных задач
P8	Способность сочетать научный подход в исследованиях физико-химических, технологических и органолептических свойств материалов разных классов для решения поставленных задач в ходе своей профессиональной деятельности
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P9	Способность осуществлять выбор необходимого оборудования, оснастки, инструмента для получения требуемых функциональных и эстетических свойств художественно-промышленных изделий, определить и разрабатывать технологический процесс обработки изделий из разных материалов с указанием технологических параметров для получения готовой продукции.
P10	Способность решать профессиональные задачи в области проектирования, подготовки и реализации единичного и мелкосерийного производства художественно-промышленных изделий.
P11	Способность выбрать художественные критерии и использовать приемы композиции, цвето- и формообразования, в зависимости от функционального назначения и художественных особенностей изготавливаемого объекта.
P12	Способность организовывать работу коллектива в условиях единичного и мелкосерийного производства, а также его контроль по выпуску серийной художественной продукции в соответствии с трудовым законодательством
P13	Способность к планированию участков, выбору и размещению необходимого оборудования и индивидуальных установок для единичного и мелкосерийного производства художественных изделий, обладающих эстетической ценностью.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики

Направление подготовки (специальность) Технология художественной обработки материалов
Кафедра ТМСПр

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ Вильнин А.Д.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8Ж31	Богинская Екатерина Александровна

Тема работы:

3D-принтер в разработке строительной продукции

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№ 1394/с от 28.02.2017 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

13.06.2017 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<ol style="list-style-type: none">1. Провести исторический и художественный обзор существующих изделий подобного типа, а так же способы их изготовления и сборки.2. Разработать строительный многофункциональный блок. Художественное проектирование.3. Рассмотреть и подобрать материалы применяемые к 3D-печати.4. Провести оценку себестоимости изделия при единичном производстве, определить примерную рыночную цену объекта.5. Проанализировать наличие опасных и вредных факторов на производстве, изложить меры по охране безопасности труда и технике.
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none">1. Титульный лист;2. Задание;3. Реферат;4. Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки;5. Оглавление;6. Введение;7. Обзор литературы;8. Объект и методы исследования;9. Расчеты и аналитика;10. Результаты проведенного исследования;11. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»;12. Раздел «Социальная ответственность»;13. Заключение (выводы);14. Список использованных источников, приложения (при необходимости).
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none">1. Пояснительная записка с приложениями;2. В электронной форме на диске CD-R: электронный вариант кронштейнов, пояснительная записка, НИРС, презентация, обложка диплома.
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант</p>
<p style="text-align: center;"><i>Художественная часть</i></p>	<p style="text-align: center;"><i>Арвентьева Н.А., старший преподаватель.</i></p>

<i>Технологическая часть</i>	<i>Губанов А.В.</i>
<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	<i>Спицын В.В., доцент.</i>
<i>Производственная и экологическая безопасность</i>	<i>Пустовойтова М.И., доцент</i>

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ТМСПР	Арвентьева Надежда Аркадьевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Ж31	Богинская Екатерина Александровна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа (ВКР) содержит пояснительную записку, содержащую 79 страниц, включает в себя 15 рисунков, 26 таблиц, 14 приложений, а также диск CD-R, который содержит пояснительную записку в формате docx, НИРС в формате docx, презентацию в формате pptx, текст презентации в формате docx, 3D модели в форматах sld, stl, дизайн обложки диплома.

Ключевые слова: материал, технология, проектирование, блоки, строительство, 3D-печать, глина.

Объектом проектирования являются разработка многофункционального элемента, используемого в строительстве с применением технологии 3D-печати. Предметом проектирования – строительные блоки.

Основная цель ВКР – разработать декоративный строительный многофункциональный модуль, используемый в строительстве и в дизайне.

В процессе исследования анализировались формы строительных блоков и способы их сборки с помощью компьютерного моделирования, поиск и отбор патентной и научно – технической информации, относящейся к теме дипломного проекта. В работе применяются методы аналитического обзора.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2010. Художественная часть создавалась с помощью программного продукта 3ds Max 2017 и дополнительного модуля визуализации V-Ray 3.4.01.

В результате исследования были разработаны несколько форм строительного блока с использованием технологии 3D-печати.

Степень внедрения – опытный образец.

Экономическая эффективность/значимость работы доказана на основе оценки ее коммерческого потенциала, а также конкурентоспособности и показателей ресурсоэффективности.

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики

Направление подготовки (специальность) Технология художественной обработки материалов

Кафедра ТМСПР

Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2016/2017 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	13.06.2017
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
13.02.2017	Получение задания	10
27.02.2017	Составление исторического и аналитического обзора	10
9.03.2017	Изучение особенностей и характеристик строительного 3D принтера	10
16.03.2017	Пробная печать изделия	10
23.03.2017	Создание эскизов	10
30.03.2017	Первоначальное моделирование форм	10
7.04.2017	Окончательное моделирование форм	10
24.04.2017	Подготовка материала	10
3.05.2017	Печать изделия	10
10.05.2017	Обжиг изделия	10
15.05.2017	Подготовка графического материала	10
22.05.2017	Оформление пояснительной записки	10
2.06.2017	Подготовка презентационного материала	10
13.06.2017	Презентация и сдача ВКР	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель кафедры ТМСПР	Арвентьева Н.А.			

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТМСПР	Вильнин А.Д.			

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ 12.0.002-80 ССБТ Термины и определения.
2. ГОСТ 12.0.003-74 Опасные и вредные производственные факторы.

Классификация.

3. ГОСТ 12.1.003–83 Шум. Общие требования безопасности.
4. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования.
5. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
6. ГОСТ 12.1.009-82. ССБТ Электробезопасность.
7. ГОСТ 12.2.032 ССБТ Рабочее место, при выполнении работ сидя.
8. ГОСТ Р 12.3.047-98 ССБТ Пожарная безопасность технологических процессов.
9. ГОСТ 17.2.3.02-2014 Правила установления допустимых выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями.
10. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования.
11. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение.
12. СанПиН 2.2.4-548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
13. СанПиН 2.2.4-2.1.8.566-96 Допустимые уровни вибрации на рабочих местах в помещениях жилых и общественных зданий.
14. СанПиН 2.2.4/2.1.8.005-96 Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ).
15. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

Определения

В данной работе используются следующие термины с соответствующими определениями:

Строительство — создание (возведение) зданий, строений и сооружений.

Стеновые блоки – одни из самых востребованных строительных материалов.

Перегородочные блоки- это стеновые камни, которые используются для возведения межкомнатных перегородочных стен.

Модульность — это набор (коллекция, библиотека) стандартизированных частей, которые могут быть использованы друг с другом или с другими ассетами, чтобы построить более комплексные структуры, представляющие собой основную архитектуру уровня (структурная геометрия) и любые сложные объекты (детали игрового окружения).

3D-принтер - это устройство, которое позволяет создавать самые настоящие объекты, причем из самых разных материалов.

3D-печать - это процесс воссоздания реального объекта по образцу 3D модели.

Экструдер – печатающая головка, которая обеспечивает равномерную подучу материала.

Глина — мелкозернистая осадочная горная порода, пылевидная в сухом состоянии, пластичная при увлажнении.

Керамический блок или керамический камень — это искусственный керамический камень сложной формы, предназначенный для кладки стен, перегородок, перекрытий, ограждений и т. д.

Оглавление	
Реферат	7
Нормативные ссылки	9
Определения	10
Введение	13
1. Аналитическая часть.....	14
1.1 Особенности строительного производства.....	14
1.2. Особенности перегородочных блоков	15
1.3. Характеристики стенового блока.....	18
1.4. Особенности печати на 3D-принтере.....	21
1.4.1. История	21
1.4.2. Технология печати блоков на 3D-принтере.....	23
2. Разработка строительного блока.....	27
2.1. Выбор материала	27
2.1.1. Глина	27
2.1.2. Керамические блоки.....	31
2.1.3 Другие строительные материалы	35
2.2. Анализ форм строительного блока	38
2.3. Технология печати глиной на 3D-принтере	39
2.4. Процесс изготовления блока	40
2.4.1. Эскизирование форм блока	42
2.4.2. 3D-моделирование из блока	43
2.4.3. Процесс печати блока	44
3. Предельно допустимая нагрузка	47
4. Социальная ответственность	48
4.1. Производственная безопасность	49
4.1.1. Анализ опасных и вредных факторов и мероприятия по их устранению	50
4.2. Экологическая безопасность	56
4.3. Безопасность в ЧС	59
4.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	60
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	63
Введение	63
5.1. Анализ конкурентных технических решений	63
5.2. Планирование научно-исследовательских работ.....	65
5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	65

5.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ	65
5.2.3. Разработка графика проведения научного исследования.....	66
5.3. Технология QuaD	67
5.4. SWOT - анализ.....	68
5.5. Расчет затрат на проектирование ВКР.....	69
5.6. Расчет цены разработки ВКР.....	73
Вывод:	74
Заключение	76
Список литературы:	77
Список публикаций	79

Введение

Строительство является отраслью материального производства, где здания и сооружения являются конечными результатами, которые обеспечивают в различных климатических условиях возможность жизнедеятельности людей и на разных шагах развития человеческого общества.

Популярность кирпича является общеизвестным фактом. Благодаря отличным характеристикам он чаще всего используется для возведения загородных домов. Но помимо кирпича существуют и другие материалы, готовые составить ему конкуренцию и занять лидирующие позиции. Это строительные блоки.

Наиболее часто строительные блоки используются при зонировании пространства.

Именно разделение пространства перегородками помогает создавать идеальные комфортные жилища даже в самых маленьких однокомнатных квартирках.

Перегородочные блоки, это стеновые камни, которые используются для возведения межкомнатных перегородочных стен. Они не несут на себе конструкционные нагрузки самого строения. Они могут возводиться в любом месте внутри помещения. И именно по этой причине они должны быть достаточно лёгкими, чтобы уменьшить нагрузку на межэтажные перекрытия и в то же время прочными, а так же иметь хорошие звукоизоляционные свойства.

Цель работы — разработать декоративный строительный многофункциональный модуль, используемый в строительстве и в дизайне.

Объектом исследования разработка многофункционального элемента, используемого в строительстве с применением технологии 3D-печати.

Предметом исследования являются строительные блоки, изготовленные с помощью 3D-принтера. Практические знания, применяемые в данной работе, могут использоваться в строительном производстве.

1. Аналитическая часть

1.1 Особенности строительного производства

У каждого здания, сооружения, даже возводимого по типовому проекту, имеются индивидуальные нюансы и детали по своей конструкции и методам возведения в соответствии с учётом конкретных условий выделенного для данного здания участка. С такими, как инженерно-геологические, топографические, климатические и конкретные возможностями материально-технического обеспечения строительства.

Постоянное смещение рабочих мест исполнителей строительных действий и процессов, неподвижность изготавливаемой продукции.

Строительными рабочими выполняется своя работа в условиях, которые постоянно меняются такие, как влияние погодных условий и природных климатических на выполнение строительных процессов. Ведь колоссальная часть всех выполняемых работ по возведению любого сооружения происходит на открытом воздухе, что означает в условиях переменных атмосферных воздействий.

Воздействие осадок, отрицательных или высоких положительных температур воздуха, и ветра не только портят условия работы рабочих, и помимо этого во многих случаях за собой влекут почти всегда изменения технологии выполнения стройработ и процессов. К примеру, применяя «летние» приемы при условиях отрицательной температуре окружающего воздуха такие работы, как оштукатуривание и окраска конструкций, кирпичная кладка, в том числе и бетонные работы - выполнять нельзя. В ходе исторического развития строительной отрасли с учетом всех ее особенностей, общественного развития в нынешнем, современном обществе человеческом, и различных достижений и прогресса в научно-технической сфере сложилось важнейшая сфера деятельности. Это и есть суть строительного производства, основа функционирования которого имеет

главные организационные принципы, такие как системность, эффективность, гибкость. [1]

Эластичность или гибкость современного строительного производства является закономерным результатом многообразия видов строительной продукции, социальных, природных и технических факторов, которые влияют на выбор технологических и конструктивных решений. Эффективность строительного производства обуславливается стремлением получения качественной строительной продукции при наименьших расходах материальных, трудовых, финансовых и временных ресурсов.

В производстве строительной продукции системность обуславливается существованием устройства инвестиционного строительного процесса, который включает четкую регламентацию при выполнении всех этапов и деятельности всех участников нормативными документами, разделением и взаимосвязью функционирования разрешительно-контролирующих государственных органов, проектных и строительных организаций, инвесторов-заказчиков и т.д.

Стройработы, которые выполняются на конкретном строительном объекте, можно рассматривать как сложную систему, сложный управляемый комплекс строительных процессов, которые выполняются в четкой технологической последовательности на каждом участке здания (сооружения) - отдельно взятом, и на разных участках с учётом частичного совмещения во времени. [2]

1.2. Особенности перегородочных блоков

Что такое блоки перегородочные? Под этим словосочетанием подразумевают специальный материал, который необходим для строительства перегородок. Их часто применяют в качестве внутренних перегородок квартиры.

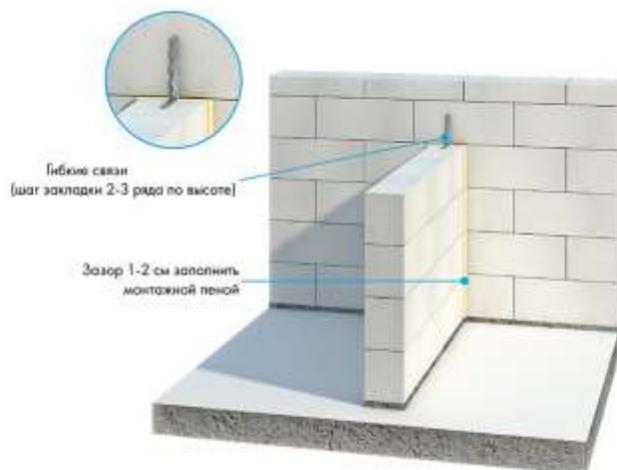


Рисунок 1 «Устройство перегородки из блоков»
 (<http://tolkobeton.ru/bloki/bloki-peregorodochnye.html>)

Подобные изделия применяются и для наружного строительства. Они делают внутренние работы намного проще. С их помощью ставится тонкая стена, обладающая высокой несущей способностью.

Основные параметры блоков

Перегородочные блоки отличаются ровной поверхностью, в которой имеются большие полости. Это позволяет проложить прямо в стене водопроводные трубы, сделать невидимую электропроводку. Блоки перегородочные дают возможность уложить керамическую плитку без выравнивания стены.

Характерными чертами таких блоков являются:

- легкий монтаж;
- отличная геометрия;
- теплоизоляция;
- звукоизоляция;
- длительный срок эксплуатации;
- сохранение первоначальных свойств.

Преимущества перегородочных блоков.

Надо сказать, что перегородочные блоки можно отнести к универсальному материалу. Они нашли применение во всех видах строительства. Блоки для перегородок очень легко обрабатываются, поэтому требуется мало времени на их

установку. Большую экономию составляет их стоимость, которая намного ниже обычных строительных материалов.

Перегородочные блоки давно доказали свою эффективность. Их структура дает возможность стенам чувствовать себя комфортно. Они начинают «дышать», при этом легко следить за уровнем влажности. В результате блок перегородочный полностью защищен от появления плесени.

В наше время главными факторами при выборе стройматериалов являются:

- качество;
- стоимость.

Перегородки из блоков являются тем материалом, в котором одновременно слились великолепные эксплуатационные характеристики и большая экономичность. [3]

Блоки для внутренних перегородок

Сегодня резко изменилась архитектура строительства жилья. Большой популярностью стали пользоваться квартиры, имеющие свободную планировку. Компании, строящие подобные квартиры, затрачивают на строительство намного меньше денежных вложений, ведь совершенно не нужно устанавливать межкомнатные перегородки из блоков.



Рисунок 2 «Схема блока из керамзитобетона»

(<http://tolkobeton.ru/bloki/bloki-peregorodochnye.html>)

Покупателей свободная планировка привлекает возможностью сделать квартиру такой, как они задумали. Теперь можно сделать собственную планировку

с учетом внутренних перегородок. Тем более возведение перегородок из блоков давно не вызывает никаких сложностей.

Кладка перегородок: особенности

Прежде чем начать возводить перегородки, делается разметка. Проводится линия продольной оси, показываются места касания с капитальными стенами помещения, указывается месторасположение проема. После этого при помощи раствора проводят выравнивание основания, монтируются шаблоны, закрепляются порядовки.

Кирпичная перегородка делается толщиной, равной половине кирпича, особенно в комнатах, где наблюдается высокая влажность.

В туалетных комнатах перегородки кладут на основании установленных металлических шаблонов. После укладки двух первых рядов шаблон убирается, затем между перекрытиями враспор монтируют специальные угловые шаблоны. Привязка швов выполняется цементным раствором.

Чтобы перегородка была более прочной и устойчивой, горизонтальные швы укрепляются арматурой. Там, где она соприкасается с капитальными стенами, устанавливаются вертикальные штрабы.

Когда толщина устанавливаемой перегородки равняется четверти кирпича, кладка выполняется по шаблону, смонтированному при помощи инвентарных щитов. [4]

1.3. Характеристики стенового блока

Стеновые блоки – одни из самых востребованных строительных материалов. Представляют собой бетонные изделия такие как: шлакоблок, пескоблок, керамзитобетонный блок, арбалитовый блок, кирпич. Применяются в гражданском и промышленном строительстве. Предназначены для возведения стен, перегородок, цокольных этажей зданий,

опорных стен и заборов. Подразделяются на рядовые, перегородочные, облицовочные, угловые, пустотелые, полнотелые и могут иметь различные размеры:

- пустотелые блоки используются при возведении внутренних и наружных стен в жилых и промышленных помещениях
- полнотелые блоки используются для возведения стен повышенной прочности
- перегородочные блоки и продольные половинки применяются для строительства внутренних перегородок и малонагруженных стен
- облицовочные блоки имеют декоративную лицевую часть и предназначены для облицовки практически любых строительных сооружений.

Характеристики стенового блока.

Шлакоблок, керамзитобетонный блок, пескоблок и другие стеновые бетонные изделия должны соответствовать ГОСТ 6133-84 «Камни стеновые бетонные» и иметь следующие основные характеристики:

- марка морозостойкости не менее F15 - F50 (циклы)
- теплопроводность изделия (при плотности равной 1050-1200 кг/м³ ,не менее 35 - 0,48Вт/(м0С)
- марка прочности от 50 (кг/см²) до 150(кг/см²)

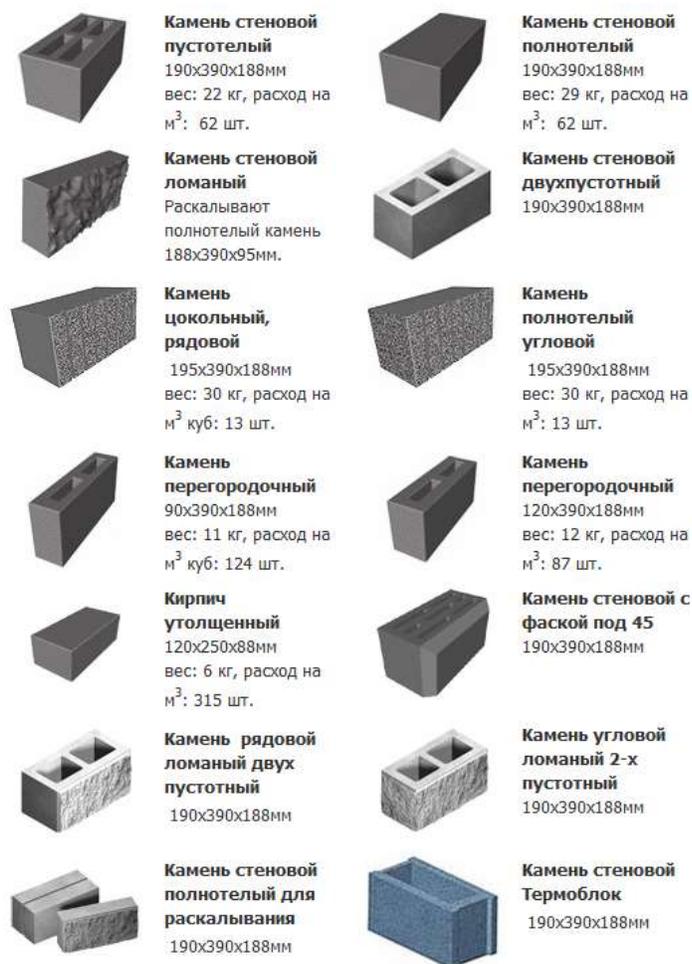


Рисунок 3 «Стеновые блоки»

(<http://kubanteploblok.eskurf.ru/page/7558>)

Применяя тяжелые бетоны (на основе щебня, отсева, песка), получают строительные камни с высокими прочностными характеристиками, при этом теплопроводность камня будет довольно низкая. Применяя легкие бетоны (на основе шлака, керамзита, перлита) получают строительные блоки с высокими тепловыми характеристиками, при этом прочность стенового камня будет ниже, чем у изделия, изготовленного из тяжелого бетона.

Таким образом, основные характеристики блоков зависят от сырья из которого производятся строительные изделия и от оборудования, на котором они изготавливаются. [5]

1.4. Особенности печати на 3D-принтере

1.4.1. История

К середине 90-х годов прошлого столетия в мировой экономике сложилась интересная ситуация: фирмы-конкуренты стали не просто бороться за потребителей продукции, но буквально выполнять любые их пожелания. Самое важное, что в итоге однообразную продукцию – например, часы и автомобили – прекратили приобретать миллионными партиями. Объем продаж с заводов-производителей сократился до нескольких тысяч штук в одной партии. Это ознаменовало начало эпохи мелкосерийного производства. В конечном итоге компании обнаружили, что разработка форм, лекал и прототипов для все новых и новых моделей обходится весьма дорого.

Примерно тогда же становятся популярными устройства, способные быстро и с минимумом затрат изготавливать модели, — станки с ЧПУ, числовым программным управлением. Многие из них так и остались в секторе производства, но интенсивное развитие отдельной ветви «эволюции» привело к появлению офисных принтеров объемной печати – так началась история развития 3D-печати.

Самым первым устройством для создания 3D-прототипов была американская SLA-установка, разработанная и запатентованная Чарльзом Халлом в 1986 году и использующая стереолитографию. Само собой, это еще не был первый 3D-принтер в современном понимании, но именно она определила, как работает 3D-принтер: объекты наращиваются послойно.

Халл сразу же создал фирму 3D Systems, которая изготовила первое устройство объемной печати под названием Stereolithography Apparatus. Первой моделью этой машины, имевшей широкое распространение, стала разработанная в 1988 году SLA-250.

В 1990 году был использован новый способ получения объемных «печатных оттисков» — метод наплавления. Его разработали Скотт Крамп, основатель компании Stratasys, и его жена, продолжившие развитие 3D-печати. После этого стали активно использоваться понятия «лазерный 3D-принтер» и «струйный 3D-принтер». [6]

Современный исторический этап развития 3D-печати стартовал в 1993 году с созданием компании Solidscape. Она производила струйные принтеры, которые предшествовали трехмерным. В 1995 году двумя студентами Массачусетского технологического института был модифицирован струйный принтер. Он создавал изображения не на бумаге, а в специальной емкости, и они были объемными. Тогда же появилось понятие «3D-печать» и первый 3D-принтер. Этот метод был запатентован, и теперь используется в созданной теми же студентами компании Z Corporation, а также в ExOne. Z Corp. до сих пор производит 3D-принтеры, использующие эту технологию.

История создания 3D-принтера продолжилась появлением технологии под названием PolyJet, основанной на использовании фотополимерного жидкого пластика. При таком способе печати головка «рисует» слой фотополимера, который моментально засвечивается лампой. Метод оказался выигрышным по многим параметрам: цена его значительно ниже, а высокая точность дает возможность изготовления не просто моделей, но готовых к применению деталей.

С течением времени развитие индустрии 3D-печати ускориалось, появлялись новые фирмы производители 3D-принтеров, вносящие свой вклад в ее разработку, использовались новые материалы и принципы, размеры и цены устройств становились все меньше – первые 3D-принтеры были огромны, сейчас же они умещаются на столе (исключая разве что промышленный 3D-принтер). Современный трехмерный принтер все больше становится похож на обычный, печатающий на бумаге, по внешнему виду и технологии нанесения «красящего»

вещества. Печатаемые им модели отличаются еще и высокой прочностью, поэтому могут применяться в качестве готовых изделий.

Сейчас 3D-принтер может занимать очень мало места – конечно, это зависит от его назначения. В начале развития цена такого принтера была доступна разве что очень крупным компаниям, теперь же любой человек может приобрести 3D-принтер, цена которого в среднем \$1000. История 3D-принтера еще не окончена, и самое интересное – впереди. [7]

1.4.2. Технология печати блоков на 3D-принтере

Подход основан на разделении опоры на несколько бетонных сегментов, которые печатаются отдельно и затем собираются в единый монолитный элемент вместе со стальной арматурой по принципу конструктора Lego. Этот метод призван облегчить производство сложных деталей с самым разным профилем, что в свою очередь приведет к большей свободе творчества инженеров-конструкторов.



Рисунок 4 «Бетонные сегменты»

(<https://www.houzz.ru/ideabooks/59658231/list/arhitektura-doma-napechatannye-na-3d-printere-realynosty?irs=US>)

Сегменты печатаются по отдельности. Как только бетон немного затвердеет, в них вставляются арматурные стержни, усиливающие балку и объединяющие несколько сегментов в целую опору.

Одновременно с уже налаженным производством, специалисты WASP разрабатывают технологию единовременной печати армированных опор длиной 3,2 м. С этой целью они используют бетон с более низким показателем вязкости. За нашими плечами более чем вековая история производства бетонных изделий. Ее просто адаптировали существующие технологии под 3D-печать. Сегодня используется цемент и другие связующие компоненты, например, экологически чистые соединения на основе глины (геополимеры) для создания водонепроницаемых изделий, которые подходят для строительства водостоков.



Рисунок 5 «Способ армирования блоков»

(<https://www.houzz.ru/ideabooks/59658231/list/arhitektura-doma-napechatannye-na-3d-printere-realnosty?irs=US>)

Преимущество такого метода в том, что вы можете перенести производство деталей в помещение и тем самым снизить воздействие температуры, влажности и так далее. А недостатки — в стоимости транспортировки и увеличенных сроках строительства. Плюс ко всему, сборка отдельных элементов — технологически сложный процесс, который требует дополнительных решений по усилению конструкции.

Армирование фундамента осуществляется по стандартной технологии, при этом используются универсальные стяжки для несъёмной опалубки, в которые

очень удобно укладывать прутки арматуры. По углам здания делаются выпуски арматуры для связи с монолитной колонной. Горизонтальное армирование стен осуществляется укладкой стандартной металлической арматуры между слоями — через каждые 600 мм по высоте. Вертикальное армирование производится в углах здания после печати опалубки для колонны, которая впоследствии заливается тяжёлым бетоном. При этом используются арматура с приваренной на конце бобышкой и специальный шаблон для обеспечения соосности установки арматуры.

Стены, изготовленные с применением строительного 3D принтера утепляются аналогично стенам из других материалов, например, устройством вентилируемого фасада. Также можно напечатать дополнительную камеру и заполнить её пенным утеплителем.

Схватывание и твердение бетонного раствора, используемого для 3D печати, происходит в течение не более 30 минут, при этом консистенция раствора не позволяет ему растекаться и деформироваться под массой верхних слоёв, что позволяет вести печать непрерывно. Время, необходимое для набора прочности до 100% от номинала, составляет 28 суток.

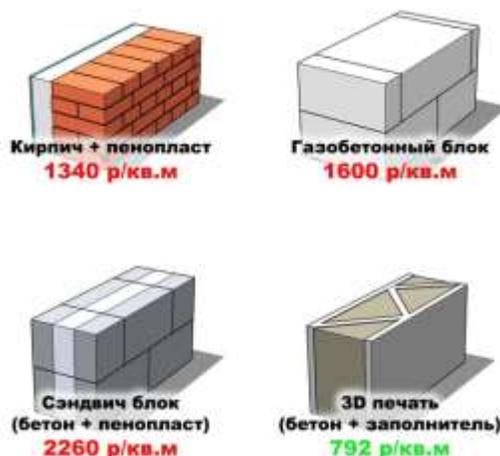


Рисунок 6 «Сравнение цен строительных блоков»

(<https://www.houzz.ru/ideabooks/59658231/list/arhitektura-doma-napechatannye-na-3d-printere-realynosty?irs=US>)

3D-печать делает возможным использование в строительстве сложных геометрических форм без увеличения стоимости или трудозатрат. Осознание этого факта задаст новое направление в дизайне. Появление компьютерных программ для 3D-моделирования уже изменило эстетику архитектуры, 3D-печать — следующий шаг в этом направлении. Кроме того, напечатанные элементы физически могут иметь разнородные слои. У нас есть возможность создавать очень сложные детали с градиентными характеристиками. То есть готовый предмет может быть мягким с одной стороны и твёрдым с другой благодаря тому, что в многофункциональный принтер прямо в процессе печати заправляют разные материалы. [8]

2. Разработка строительного блока

2.1. Выбор материала

В последнее время на рынке появляются новые строительные материалы и технологии возведения домов. Потребитель в основном делает выбор в пользу ценовой доступности и простоты технологии в процессе строительных работ.

Наиболее популярным и легкодоступным является строительная глина.

2.1.1. Глина

Глина – один из самых известных и распространенных материалов, которые используются в строительстве. Она образуется в результате разрушения глинистых пород естественным путем или с помощью механических и биохимических влияний в ходе эволюции.

Из чего состоит глина

Эта горная порода довольно сложна и непостоянна, как по составу, так и по своим характеристикам. Чистая глина, которая не содержит примесей, состоит из маленьких частиц минералов размером не более 0,01 мм. Обычно они имеют пластинчатую форму.

Подобные «глинистые» материалы представляют собой сложные соединения из алюминия, кремния и воды. Они не только включают воду в свою структуру (такая вода называется химически связанной), но и удерживают ее в виде прослоек между частичками (такую воду называют физически связанной).

Если материал смочить, вода попадает в пространство между слоями материала, и в результате они легко сдвигаются по отношению друг к другу. Именно благодаря такой особенности глина обладает высокой пластичностью.

В глине есть примеси таких веществ, как карбонат кальция, кварц, сульфид железа, гидроксид железа, оксид магния, оксид кальция и т. д. В зависимости от химического состава, выделяют такие глинистые материалы, как каолиниты, галлуазиты, иллиты и монтмориллониты.

Исходя из предназначения сырья, его нормируют в зависимости от того, каков процент оксидов железа, кварцевого песка, различных примесей. Степень огнеупорности материала зависит от содержания в нем глинозема. Для выполнения огнеупорных изделий используют глину, в которой содержится хотя бы 28% глинозема.

Технические характеристики и свойства

Характеристики глины определяются химическим и минеральным составом и размером частичек.

Объемный и удельный вес огнеупорной молотой глины составляет 1300-1400 кг/м³, шамотной – 1800 кг/м³, сухой глины в порошке – 900 кг/м³. Плотность мокрой глины – 1600-1820 кг/м³, сухой – около 100 кг/м³. Теплопроводность сухого сырья составляет 0,1-0,3 Вт/(м*К), влажного – от 0,4 до 3,0 Вт/(м*К).

Основные свойства:

- попадая в воду, глина размокает, разделяется на отдельные частички и образует или пластичную массу, или взвесь;
- глиняное тесто очень пластично, в сыром виде оно может принять любую форму. Пластичные глины называют «жирными», поскольку на ощупь они кажутся жирным материалом. Глины с невысокой пластичностью называют «тощими». Кирпичи, изготовленные из такой глины, быстро рассыпаются и обладают плохой прочностью;
- после высыхания глина сохраняет свою форму, несколько уменьшаясь в объеме, а в результате обжига становится твердой, как камень. Именно благодаря такой способности она издавна является одним из наиболее популярных

материалов для производства посуды. Также из глины изготавливают кирпичи, которые имеют высокую механическую прочность;

- обладает клейкостью и связующей способностью;
- насыщаясь определенным объемом воды, глина больше не пропускает воду, то есть обладает водоупорностью;
- глина обладает кроющей способностью. Поэтому в старину ее широко использовали для побелки печей и стен дома;
- глина обладает сорбционной способностью, то есть поглощает вещества, растворенные в жидкости. Это позволяет применять ее для очистки продуктов нефтепереработки и растительных жиров.

Свойства материала обеспечивают изделиям и постройкам из глины долгий срок службы, но только в том случае, когда за ними осуществляется определенный уход, а в процессе изготовления не были допущены ошибки. [9]

Виды и разновидности глины

На Земле встречается глина самых разных видов, которые различаются по составу, характеристикам и даже цвету. Цвет материала зависит от химического состава. Глина может быть белой, желтой, красной, голубой, серой, коричневой, зеленой и даже черной.

Разновидности глины выделяют по различным признакам: пластичности, спекаемости, огнеупорности, чувствительности к сушке и т. д.

Существуют следующие ее виды:

- **бентонитовая** — используется преимущественно для очистки растительных жиров, продуктов нефтепереработки, в процессе бурения скважин, реже – в производстве литейных форм.;
- **природная красная** — содержит в себе много железа, большая эластичность позволяет использовать его для работ с глиняными пластинами или для моделирования небольших скульптур.;
- **обожженная** — отличается повышенной прочностью;

- **абразивная** — применяется для чистки полировки металлов;
- **строительная** — подходит для фундаментов, отмосток и растворов;
- **керамическая** — используется для изготовления посуды и декоративных изделий;
- **порошковая** — удобна для приготовления различных растворов и смесей;
- **тугоплавкая** — подходит для производства шамотных кирпичей;
- **монтмориллонитовая** — используется как отбеливающий материал для очистки патоки, сиропов, пива, вин, фруктовых соков, растительных масел, нефтепродуктов, как добавка к мылам, повышающая их качество; также в производстве лекарственных пилюль и средств борьбы с вредителями сельского хозяйства;
- **шамотная** — ее часто используют для внешней отделки зданий. Смесь готовят, добавляя в порошок воду. Чтобы получить нужную консистенцию, ее настаивают на протяжении трех дней, периодически размешивая и т. д.

Бентонитовая глина образуется при химическом распаде вулканического пепла. Такая глина хорошо разбухает в воде и обладает высокой отбеливающей способностью по сравнению с другими разновидностями. Она может иметь различную окраску.

Сколько стоит

Стоимость глины может существенно варьироваться в зависимости от ее разновидности и характеристик. Цена на нее составляет от 100 до 500 руб. за 1 куб. м. Продажа глины достаточно популярна. Это связано с минимальными затратами по добыче и довольно большим ее запасом в недрах земли.

Шамотная глина представляет собой глину, обожженную при высокой температуре (больше 340 градусов) и перемолотую в порошок.

Преимущества и недостатки

В наше время глина используется в строительстве преимущественно как вспомогательный материал или сырье для производства других материалов (кирпича, керамики). Материалы, изготовленные на основе глины, обладают массой достоинств, и сама глина может использоваться для строительства и отделки.

Основными преимуществами глины в качестве стройматериала можно считать:

- полную экологичность;
- устойчивость к действию высокой температуры;
- гипоаллергенность;
- поддержание уровня влажности на оптимальном уровне;
- свободное прохождение воздуха через стены;
- абсорбирование вредных веществ;
- безотходное производство.

Среди недостатков материала следует отметить существенную усадку, деформацию стен после высыхания, необходимость дополнительной гидроизоляции сооружения. [10]

2.1.2. Керамические блоки

Для изготовления керамических блоков используется такая же красная глина, как и для обычного кладочного кирпича. Основное их различие в размерах и сырье. Для производства керамоблоков в глину добавляются мелкие древесные опилки. После того, как сырые блоки сформованы, они подвергаются обжигу. В результате этой операции опилки выгорают, а глина становится больше похожей на камень.

По окончании обработки получается прочный стеновой блок с хорошими теплоизолирующими свойствами. Вес керамического блока существенно снижается за счет образования щелевых пустот. Показатель может доходить до

50%. Размеры керамоблока намного превышают размеры обычного кирпича, поэтому трудоемкость работы уменьшается в несколько раз.

Характеристики керамических блоков

Характеристики керамоблоков во многом зависят от конструкции здания и наличия утепления стен. Поскольку пористый керамоблок бывает различных размеров, отсюда и варианты характеристик будут различаться. Для того, чтобы иметь начальное представление о них, можно рассмотреть особенности однослойной стены с минимальной отделкой.

Керамические блоки имеют следующие характеристики:

- **Низкая теплопроводность.** Ее обеспечивает наличие пустот и пор, имеющих оплавленную поверхность и замкнутый объем.
- **Тепловая инертность.** Однослойная стена из керамических блоков не требует утеплителя, структура материала такова, что поддерживает как тепловой, так и воздушный баланс в помещении.
- **Простота в возведении.** Поскольку керамические блоки имеют большой размер, соответственно, и укладка стен проходит в высоком рабочем темпе.
- Керамические блоки отличает **долговечность в использовании.** В сравнении с кирпичом, срок использования которого колеблется в пределах от 25 до 50 лет, керамоблоки с 50 лет только начинают свой отсчет.
- Керамические блоки имеют **крупный формат.** Вследствие этого строительный процесс упрощается и ускоряется – укладка одного керамического блока заменяет укладку 15 обычных кирпичей. Размеры поризованных и лицевых блоков не очень разнятся и чаще зависят от фирмы производителя и особенностей производства.
- **Небольшой вес** строительного материала. Керамические блоки не утяжеляют конструкцию и не создают дополнительную нагрузку на фундамент.

- **Экономичность.** Раствор, используемый при кладке, хотя и подготавливается обычным способом, но его требуется гораздо меньше. К примеру, пазогребневый стык не заполняется раствором вообще, за счет этого также наблюдается экономия.
- **Хорошая звукоизоляция.** Структура керамических блоков такова, что в пустотах имеются камеры, которые улучшают звукоизоляционные свойства строительного материала.
- Керамические блоки абсолютно **негорючи**. При воздействии огня не выделяют никаких вредных веществ.
- **Экологичность.** Поскольку для изготовления пористого керамоблока используются только натуральные компоненты, безопасность для организма человека налицо.

Технические характеристики	
Размеры (ДхШхВ)	380x248x238 мм
Эквивалент условного кирпича	11,5 шт
Удельный вес изделия	780 кг/м ³
Масса	17,5 кг
Морозостойкость	F-25
Водопоглощение, не меньше	12 %
Паропроницаемость	0,14 м ² /м·ч·Па
Звукоизоляция	53,5 дБ
Пустотность	50%
Коэффициент теплопроводности *	0,24 Вт/м·К
Марка прочности	M-100
Транспортировка	
Количество на поддоне **	60 шт
Размер поддона с продукцией	1x1,2x1,4 м
Масса поддона с блоками	1075 кг
Количество на машине ***	1200 шт
Кладка	
Количество блоков для 1 м ²	10,5 шт
Количество блоков для 1 м ³ ****	43 шт
Расход раствора на 1 м ³	0,07-0,1м ³

Рисунок 7 «Основные характеристики керамических блоков»

(<http://stroyres.net/kamennye-materialy/stenovye-bloki-i-kamni/keramicheskie/harakteristiki-i-nedostatki.html>)

Достоинства керамических блоков

- Поскольку трудоемкость работы каменщика с кирпичом очевидна, кладка стен из керамического блока экономит не только силы рабочего, но и его время.
- Керамоблоки обладают хорошими энергосберегающими свойствами. При их коэффициенте теплоизоляции 0,018 — 0,22 Вт/м будет достаточным произвести укладку наружных стен, имеющих толщину от 0,4 метра.
- Керамические блоки подходят для возведения межкомнатных перегородок. Это оптимальное решение в многоквартирных домах, так как они успешно поглощают звуки.
- Плотность керамоблоков сравнима с плотностью сухой древесины. Она находится в пределах от 750 до 850 кг/м. Вес, соответственно, также меньше по сравнению с обычным кладочным кирпичом. Эти параметры позволяют «облегчать» конструкцию и не требуют укладки мощного фундамента.
- Поризованные керамоблоки имеют высокую паропроницаемость, поэтому влажность в помещении естественно регулируется.
- Использование керамических блоков для строительства здания заметно ускоряет процесс, при этом экономия раствора достигает 15-20%.

Недостатки керамических блоков

При всех своих положительных свойствах керамоблоки имеют и существенные недостатки, на которые следует обратить внимание:

- Поскольку керамоблоки имеют щелевую структуру, их тонкие стенки очень хрупкие. Особенное внимание нужно уделять аккуратной погрузке, разгрузке и транспортировке этого строительного материала.
- Поризованные керамоблоки имеют свойство активно впитывать влагу, поэтому их укладка должна вестись таким образом, чтобы они были защищены от грунтовых вод. Предохранять от атмосферных осадков керамоблоки следует и в период хранения.

- Достаточно высокий процент прочности, указанный производителем, еще не дает гарантии, что она таковой является. При укладке керамоблоков лучше подстраховаться и взять материал с более высокими показателями, так как лабораторные исследования показали, что не всегда марка в сертификате соответствует фактической. Для того, чтобы себя обезопасить на 100%, можно отвезти керамические блоки в стройлабораторию для определения качества. [11]

2.1.3 Другие строительные материалы

Помимо доступного материалы - глины, так же существуют и другие легкодоступные и не дорогие материалы, с помощью которых можно сделать наиболее прочный блок. А если использовать арматуру и заполнить пустоты блоков, то можно с их помощью строить дома.

Виды строительного материала:

1. Полистиролбетон

Четыре десятилетия назад был разработан материал, рецептура которого в нашей стране регламентируется ГОСТом Р 51263-99. Он указывает, что при смешивании цемента, воды, некоторых присадок для крепости раствора, а также пенополистирольных гранул получается материал, который называется полистиролбетон. У него одна из самых низких плотностей – порядка 150 кг/м³. Он легче большинства строительных кладочных материалов. Например, его вес, как минимум, в два раза меньше пенобетона, но, главное, по сохранению тепла он вполне может заменить кладку стены с утеплителем.

Практически, нет запрета на использование этого материала. Он уместен везде. Только стоит ориентироваться на его теплофизические показатели.

Таким образом, полистиролбетон – хороший строительный материал, который не только легко можно использовать, но и довольно просто изготовить.

Для приготовления полистирольных блоков понадобится:

- Бетономешалка.
- Дробленный полистирол.
- Цемент.
- Песок.
- Вода. [12]

2. Шлакоблок

Шлакоблок – один из востребованных материалов на сегодняшний день. Его используют для строительства объектов различного назначения и самых разных размеров. Это могут быть небольшие хозяйственные постройки либо здания промышленного назначения.

В последнее время на рынке появляются новые строительные материалы и технологии возведения домов. Потребитель в основном делает выбор в пользу ценовой доступности и простоты технологии в процессе строительных работ. Шлакоблок как раз является одним из подобных материалов. Все строения с его использованием звуко- и теплонепроницаемы. Таким образом, бизнес по производству шлакоблоков является экономически выгодным, так как спрос на готовую продукцию будет всегда. Немаловажным является тот факт, что изготавливаемые шлакоблоки (равно как и виброформовочное оборудование) не подлежат обязательной сертификации. [13]

3. Пескоблоки

Способ их изготовления пескоблоков довольно прост, что позволяет производить их в большом количестве. Поэтому и цену на этот стройматериал нельзя назвать высокой.

Производство пескоцементных блоков.

Пескоблоки получают путем смешивания цемента, песка и воды. Это стандартный состав. Однако, не только ощутимая экономия делает их столь популярными. Они пользуются большим спросом за счет ряда положительных характеристик и качеств, используются в различных постройках и сооружениях,

являются довольно конкурентоспособным материалом. Изготовление пескоцементного блока происходит за счет выдавливания смеси, под специальным прессом. Затем изделия подвергают инфракрасному воздействию для того, чтобы материал был просушен, но своё главное свойство – прочность – они приобретут по истечении 28 дней, при комнатной температуре и вентиляции. Пескобетонные блоки отвечают основным требованиям: стабильность, надежность, прочность, жёсткость. Их прочность гарантирует срок службы до 75 лет и более, это позволит не осуществлять затраты на ремонт помещения ещё долгое время после его сооружения. [14]

4. Керамзитовые блоки

Керамзитные блоки – это материал, пришедший на смену шлакоблокам. Керамзит или керамзитовый гравий имеет пористую структуру, которая позволяет улучшить показатели шумо- и теплоизоляции стен. Они уменьшают водопоглощение, делая микроклимат внутри строения более комфортным. Материал разных производителей имеет разные показатели по весу и плотности, а значит, обладает разными техническими характеристиками.

Строительство стен из блоков ведется быстрее, чем из кирпича. Как правило - в 2 – 2,5 раза. Причем, при правильной организации работ, темп строительства стены может достигать одного метра квадратного кладки за один час. Но такие показатели в частном строительстве, особенно, если работы выполняются своими руками, лучше не брать за ориентиры. Куда важнее обеспечить качество, и выполнить работу не спеша, но с гарантией. Начинается же строительство стены из керамических блоков с подготовки цоколя здания.

Сделав обзор материалов можно подвести итог. Наиболее подходящим и доступным является глина. Вещественный состав глины включает глинистые минералы и примеси. Глинистое вещество – это наиболее дисперсная фаза размером менее 1 мкм. Эта фаза придает глинистой породе свойство пластичности, способности формоваться. [15]

2.2. Анализ форм строительного блока

Выпускаемые сегодня виды стеновых блоков отличаются между собой не только материалом, из которого они изготовлены, но и геометрической формой. В зависимости от производителя и области применения выпускаются стеновые блоки различных типоразмеров. Так, например, их толщина может находиться в диапазоне от 100 мм (для межкомнатных стен) до 500 мм (для строительства несущих стен). Многие компании, занимающиеся их производством, так же предлагают возможность изготовления блоков на заказ (произвольных размеров). Некоторые производители стеновых блоков с особо точными размерами выпускают продукцию пазогребневой формы. Такая форма значительно ускоряет строительство и повышает тепло и звукоизоляционные свойства стеновой конструкции в целом.

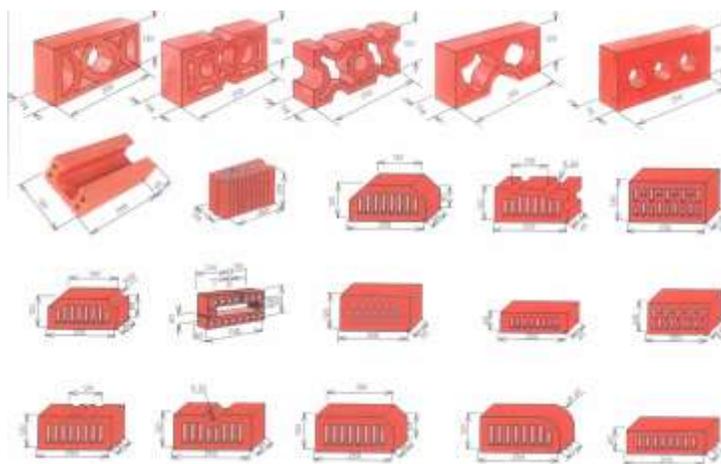


Рисунок 8 «Формы строительного блока»

(<http://www.hebelblok.ru/dictionary/vidy-stenovyh-blokov.php>)

Многие виды стеновых блоков выпускаются, как полнотелыми, так пустотелыми. В пустотелых блоках процент пустот может достигать до 40% от общего объема.

Таким образом, ограничений по форме блока нету.

2.3. Технология печати глиной на 3D-принтере

В наше время, когда мир заполнен электронными устройствами, все больше внимания уделяется разработке программного обеспечения и развитию технологий.

Использование керамических материалов в качестве сырья для 3D-печати является прогрессирующей тенденцией в связи с возможностью формирования объектов, практически не поддающихся воспроизведению с помощью традиционных методов. 3D печать глиной предоставляет керамистам совершенно новые способы создания удивительных произведений. Ведь благодаря предварительному построению 3D-модели появляется возможность обойти многие сложности при практическом изготовлении изделия.

Создание каждого объекта начинается с выбора типа, цвета и состава глины. Затем подготавливается специальный файл на компьютере, а в основе специального поршня размещается жесткая глина. Глина будет выпущена через специальный шланг, размещенный в печатающей головке, состоящей из трех ветвей.

Печатающая головка принтера называется экструдером (от extrude — выдавливать), что отражает ее принцип действия: экструдер создает объект послойно, выдавливая размягченный материал через сопло. Тюбик с зубной пастой, клеевой пистолет, шприц с силиконовым герметиком — действуют по аналогичной схеме.

Чаще всего, для печати в устройствах используются термопластики ABS и PLA в виде филамента (нити).

Обычно экструдеры для печати такими субстанциями представляют собой шприц, шток которого управляется степер-мотором или сжатым воздухом.

Система подачи двухступенчатая. Она состоит из печатающей головки с шаговым двигателем, расположенной на принтере, и пневматического цилиндра с основной массой материала, подаваемого на печатающую головку из поршня по трубке.

Но, к сожалению, 3D печать глиной пока не является совершенным процессом. В нем присутствуют некоторые риски, проблемы и ограничения, с которыми нельзя столкнуться в наиболее применяемых технологиях производства. Причиной этому являются своеобразные особенности глиняного материала, такие как излишняя мягкость и длительность необходимого для высыхания времени. Многие объекты находятся под угрозой усадки или растрескивания, прежде чем они подвергнутся обжигу. Также 3D печать глиной подразумевает значительные ограничения в геометрии. Причина кроется в использовании вспомогательных материалов, не пригодных для глиняного сырья. А это может повлечь за собой разрушение напечатанных объектов.

3D печать глиной по технологии LDM позволяет жестко контролировать поток глиняного материала, подающегося на экструдер. Процесс строго синхронизирован с шаговым двигателем, который гарантирует последовательную подачу материала. Это предотвращает образование воздушных пузырей, деформаций и прочих изъянов, которые в конечном итоге могут вызвать разрушение керамических изделий. [16]

2.4. Процесс изготовления блока

В данной ВКР использовался строительный 3D-принтер «ТА-1», разработанный в г. Томске. Данная модель принтера является прототипом, созданным для разработки новой технологии печати домов.

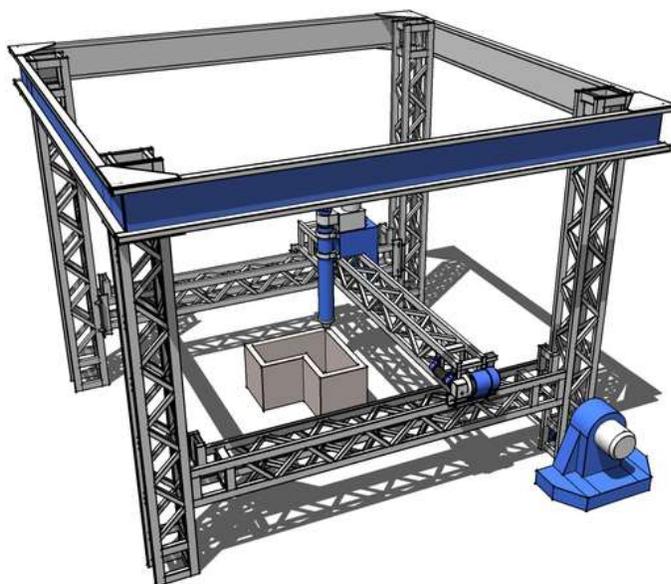


Рисунок 9 «Прототип строительного принтера в г. Томске»

(<http://3dtoday.ru/blogs/mikhashev/meeting-with-the-developers-of-3d-printer-to-print-concrete-in-tomsk/>)

В данном прототипе используются асинхронные двигатели, так как они дешевле и просты в изготовлении, но при этом сложные в управлении, в качестве трансмиссии (вращение двигателя приводит в движение) используются троса. Установка имеет 4 двигателя, из которых 3 управляются 3-мя частотными преобразователями 50 Гц, а четвертый двигатель выдавливает глину из шприца. Каркас состоит из 4-х вертикальных стальных колонн (фермы), вдоль которых осуществляется движение, чтобы не болтались они связаны металлическим поясом, и 3-х горизонтальных длина которых 2 метра 10 сантиметров. Точность позиционирования на прототипе составляет ± 1 мм, так как используется тросовый привод, чтобы большой строительный принтер не был сильно дорогим.

Экструдер представляет собой часть трубы из высокотехнического полиэтилена, с диаметром сопла 1 см. Поршень, который давит массу, изготовлен из дерева. В данный момент используется ручная загрузка массы в экструдер. Но также ведется разработка смесителя непрерывного действия, который возможно

располагать в печатной головке, куда подавать отдельно воду и сухую смесь (так можно сократить сроки твердения смеси и упростить обслуживание смесителя).

При печати изделия на данном прототипе строительного 3D принтера есть ряд определенных ограничений:

- Размер изделия ограничен размерами действующего прототипа и составляет 1,5х1,5 метра.
- Угол наклона модели не должен превышать 30 градусов, т.к. это может привести к обвалу массы в процессе печати.
- Минимальная толщина стенки изделия составляет 2,5 см, так как диаметр сопла 1см, а при выдавливании массы она растекается под собственным весом.
- Точность позиционирования составляет ± 1 мм, что не позволяет напечатать мелкие детали для декорирования изделия.

Таким образом, задача состоит в том, чтобы смоделировать и изготовить изделие, удовлетворяющее всем этим условиям.

Первым этапом создания блока является эскизирование. В ходе работы были разработаны несколько вариантов форм и способы их компонования.

2.4.1. Эскизирование форм блока

Блок предназначается для создания перегородчатых стен, чтобы визуально разделять помещение на зоны. Конструкция будет полая, тем самым блок будет нести функцию хранения. Форма блока несет декоративную функцию, тем, что при складывании блоков в стенку будет образоваться определенный рисунок или орнамент. Но так как изготавливаться блок будет на 3D-принтере, который будет печататься глиной, то существует множество ограничений по форме. Эскизы в приложении А.

Выбранные формы

Строительный модуль будет изготовлен с помощью 3D-принтера методом экструзии из глины.

Предположительно, из выбранного модуля будут конструироваться не только декоративные стены, визуально ограждающие помещение в интерьере, но и уличные ограждения, так же могут использоваться для строительства невысокого дома, если добавить заполнение формы и арматуру. Так же форму блока можно использовать для клумбы в ландшафте.

Недостатком строительного модуля является ограниченность в трансформации конструкции модуля из плоскости в пространство, которая возможна лишь в плоскости образования арок, что не только ограничивает вариабельность в получении объемных форм из одного типа строительного модуля, но и требует дополнительно других типов строительных модулей для завершения объемных форм зданий и сооружений.

Картинки выбранных форм в Приложении А.

2.4.2. 3D-моделирование из блока

С помощью программы SolidWorks были смоделированы несколько объектов, состоящих из модулей. (Приложение Б)

В данных конструкциях предусмотрена вставка арматуры, на которую будут насаживаться блоки и крепиться с помощью стопорных колец со стопорными винтами. (Приложение В)

Между собой блоки будут скрепляться с помощью цементно-полимерной основы или монтажной пеной. Для прочности установки блоки по бокам будут крепиться на штифтах.

Для хорошего представления была сделана визуализация моделей в среде. (Приложение Г, Д)

2.4.3. Процесс печати блока

Для изготовления были выбраны два варианта форм блока. Модели нужно импортировать в специальную программу Slic 3r в формате .stl, с помощью которой происходит генерация G-кода для печати.

Этапы создания блока:

Первый этап:

Сначала промышленные куски глины измельчаются в щековой дробилке.



Рисунок 9 «Дробление глины на щековой дробилке»

Второй этап:

Из дробленной глины нужно приготовить смесь для печати.

Смешиваем глину с водой в пропорциях: на 1 кг глины 300 мл воды.



Рисунок 10 «Взвешивание глины»

Консистенция смеси должна быть густой, но не сильно. Глина не должна прилипать к рукам.



Рисунок 11 «Приготовление смеси»

После этого следует отбить глину для того, чтобы из нее вышли пузыри воздуха. Если этого не сделать, то при печати может возникнуть дефект на выдавливаемом слое в виде неровности.



Рисунок 12 «Отбивание глины»

Третий этап:

После этого загружаем полученную массу в экструдер. Уплотняем ее внутри, чтобы не было воздуха и при этом печать будет равномерная.



Рисунок 13 «Загрузка смеси в экструдер»

Четвертый этап:

Устанавливаем загруженный экструдер в установку и можно начинать печать. Генерируем и проверяем G-код и запускаем 3D-принтер. Данные блоки по времени печатаются 15 минут каждый.



Рисунок 14 «Установка экструдера в принтер»

Пятый этап:

После того, как блок напечатался его нужно накрыть влажными тряпками и дать подсохнуть один день.



Рисунок 15 «Напечатанные блоки»

Потом производится сушка в духовом шкафу в течении 10 часов при температуре 900 °С. Когда изделие полностью высохлось его нужно обжечь в печи при температуре 800-900 °С в течении 7 часов, чтобы он приобрел прочность. (Приложение Е)

3. Предельно допустимая нагрузка

Так как блок используется в строительстве, то нужен расчет выдерживаемой нагрузки для блоков.

С помощью программы SolidWorks осуществлена проверка блока на прочность.

Сам вес блока составляет 3 килограмма

Исходя из проведенных исследований можно сделать вывод, что блок выдержит нагрузки в 4 раза больше прилагаемой силы, а его деформация при силе в 1000 Н составит 0,0005 мм. (Приложение Ж)

4. Социальная ответственность

Введение

В данном разделе ВКР рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места мастера, работающего с проектированием и дальнейшим производством глиняных декоративных строительных блоков на строительном 3D-принтере, с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

Рабочим местом мастера является помещение, где проводятся такие работы, как: проектирование изделия на компьютере с помощью специального ПО, подготовка сырья для работы, печать блоков на строительном принтере и его обжиг в печах.

Целью раздела является выявление возможных вредных и опасных факторов технологического процесса производства данных блоков из глины, а так же разработка мероприятий по предотвращению негативного воздействия на здоровье людей, создание безопасных условий труда для рабочих, перечисление организационных и технических мер, предусмотренных для чрезвычайных ситуаций, а также изучение вопроса охраны окружающей среды.

Вопросы производственной и экологической безопасности рассматриваются с позиции исполнителя, непосредственно связанного со всеми процессами производства блоков.

Производственная среда, организация рабочего места должны соответствовать общепринятым и специальным требованиям техники безопасности, эргономики, нормам санитарии, экологической и пожарной безопасности.

4.1. Производственная безопасность

В соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» выделены основные элементы, формирующие возможные опасные и вредные факторы в ходе процесса изготовления глиняных декоративных форм на строительном 3D-принтере, которые представлены в таблице 1. (Приложение 3)

К движущимся машинам и механизмам, действующим на рабочего, относятся щековая дробилка, строительный принтер. Физический опасный фактор такой, как повышенная температура поверхности оборудования выражается в виде печей для обжига изделия и нагретых вследствие трения обрабатываемых поверхностей щековой дробилки.

Помимо повышенных температур данное оборудование предусматривает острые или шероховатые рабочие органы, что может привести к травме. Кроме того, данные механизмы вызывают шумы и вибрации, что также относится к вредным факторам производства.

При сушке, измельчении (дроблении, помоле), рассеиве, смешении и перемещении сырья происходит выброс тонкодисперсной пыли, что приводит к запыленности воздуха.

К химическим факторам производства можно отнести газообразные соединения, которые выделяются из сырьевых материалов в ходе сушки, прокаливания и обжига, а также при сжигании топлива. Типичным газообразным загрязняющим веществом в технологии керамики является фтор.

Сидячая однообразная работа при моделировании изделий относится к психофизиологическим факторам.

Производственная безопасность обеспечивается, техникой безопасности, которую должен соблюдать каждый работник.

4.1.1. Анализ опасных и вредных факторов и мероприятия по их устранению

В этом разделе рассматриваются возможные вредные производственные факторы при реализации проекта производства печати из глины малых декоративных форм на строительном принтере: микроклимат производственных помещений, состояние воздушной среды, освещение, шум и вибрация и т.д.

При разработке блока необходима работа за компьютером. Долгое неизменное положение тела может привести к заболеваниям опорно-двигательного аппарата, поэтому для рабочего места важно соблюдать эргономические показатели. Во время работы за компьютером важную роль играет освещенность помещения и рабочей зоны, так как основная нагрузка воспринимается на глаза. От правильной освещенности помещения и дисплея монитора зависит восприятие информации и раздражимость, устойчивость к психофизиологическим нагрузкам, что существенно влияет на рабочего.

Недостаточная освещённость рабочей зоны

Приводит к перенапряжению органов зрения, в результате чего снижается острота зрения, и человек быстро устает. Причиной плохой освещенности в цехе является снижение уровня естественной освещенности в связи с загрязнением остекленных поверхностей световых проемов, стен и потолков. Искусственное освещение должно обеспечивать в мастерской освещенность, позволяющую выполнять операции и наладку оборудования без производственных дефектов и травматизма, возникающих по причине недостаточной освещенности.

Кроме того, освещенность на каждом участке цеха должна быть такой, при которой исключается возможность чрезмерного утомления, работающего в результате зрительного напряжения.

Мастеру очень важно сохранять зрение, чтобы продлить себе срок службы, поэтому очень важно иметь отличное освещение и желательно естественное, так как подобное освещение не искажает цвета и позволяет получать более качественные изделия.

Нормы освещенности рабочих поверхностей в производственных помещениях устанавливаются в зависимости от характеристики зрительной работы.

Мастерскую можно отнести к VI классу зрительной работы, так как работа связана с деталями более 5 мм. Средство коллективной и индивидуальной защиты – установка источников освещения по СНиП 23-05-95. Нормы освещенности для высокой точности обработки указаны в таблице 2.

Таблица 2. Нормы освещения.

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение					Естественное освещение		Совмещенное освещение	
						Освещенность, лк		Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации	КЕО, ед, %					
						при системе комбинированного освещения	при системе общего освещения		при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении		
													всего	в том числе от общего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Грубая (очень малой точности)	Более 5	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		—	—	200	40	20	3	1	1,8	0,6

Повышенный уровень электромагнитного излучения

При длительном постоянном воздействии электромагнитного поля (ЭМП) радиочастотного диапазона при работе за ПЭВМ на организм человека наблюдаются нарушения сердечнососудистой, дыхательной и нервной систем, характерны головная боль, утомляемость, ухудшение самочувствия, гипотония, изменение проводимости сердечной мышцы. ЭМП воздействует на организм теплом. Переход ЭМП в теплую энергию вызывает повышение температуры тела, локальный избирательный нагрев тканей, органов и клеток.

Кроме того, временные допустимые уровни электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ не должны превышать значения, указанные в таблице 3.

Для дисплеев на ЭЛТ частота обновления изображения должна быть не менее 75 Гц при всех режимах разрешения экрана, гарантируемых нормативной

документацией на конкретный тип дисплея, и не менее 60 Гц для дисплеев на плоских дискретных экранах (жидкокристаллических, плазменных и т.п.).

Таблица 3. Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

Согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.005-96 выделяют следующие средства защиты от ЭМП:

1) Организационные мероприятия. Рациональное использование оборудования, исключающее нахождение персонала в зоне действия ЭМП во время, не предусмотренное для работы за ПЭВМ;

2) Инженерно-технические мероприятия. Правильное размещение оборудования, предусматривающее наличие средств, ограничивающих распространение ЭМП на рабочие места сотрудников;

3) Лечебно-профилактические мероприятия. Периодические медицинские осмотры, для предупреждения, ранней диагностики и устранения заболеваний персонала;

4) Средства индивидуальной защиты. Очки для работы за компьютером [17].

Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей среды

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующим на организм сочетанием температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей. Нормы оптимальных и допустимых метеорологических условий установлены системой стандартов безопасности труда

и указаны в таблице 4. При учете интенсивности труда все виды работ, исходя из общих энергозатрат организма, делятся на три категории. Данные работы можно отнести к работам средней тяжести с затратой энергии 175...232 Вт (категория Па), связанным с постоянной ходьбой, выполняемые стоя или сидя, но не требующие перемещения тяжестей.

Микроклимат помещения напрямую влияет на работоспособность и здоровье человека, при повышенной влажности и пониженной температуре скорее проходят различные процессы по разрушению и воспалению суставов; при повышенной температуре проявляется обильное потоотделение, что может приводить к обезвоживанию организма.

Таблица 4. Допустимые и оптимальные нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений ГОСТ 12.1.005-88

Период года	Категория работ	Температура, °С				Относительная влажность, %		Скорость движения, м/с		
		Оптимальная	Допустимая		Оптимальная	Допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных, не более	Оптимальная, не более	Допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных		
			Верхняя граница						Нижняя граница	
			На рабочих местах							
Постоянных	Непостоянных	Постоянных	Непостоянных							
Холодный	Па	18-20	23	24	17	15	40-60	75	0,2	Не более 0,3
Теплый	Па	21-23	27	29	18	17	40-60	65 (при 26°С)	0,3	0,2-0,4

Повышенный уровень шума на рабочем месте

Нормируемыми параметрами шума служат уровни в децибелах (дБ) среднеквадратичных звуковых давлений, измеряемых на линейной характеристике шумомера (или шкале С) в октавных полосах частот со среднегеометрическими

частотами 63, 125, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Для ориентировочной оценки шума следует измерять его общий уровень по шкале Ашумомера в дБА. Допустимые нормы шума в производственных помещениях не более 80 дБА (согласно ГОСТ 12.1.003–83). Течение функциональных изменений может иметь различные стадии. Кратковременное понижение остроты слуха под воздействием шума с быстрым восстановлением функции после прекращения действия фактора рассматривается как проявление адаптационной защитно-приспособительной реакции слухового органа. Адаптацией к шуму принято считать временное понижение слуха не более чем на 10-15 дБ с восстановлением его в течение 3 мин после прекращения действия шума. Длительное воздействие интенсивного шума может приводить к раздражению клеток звукового анализатора и его утомлению, а затем к стойкому снижению остроты слуха.

Таблица 5. Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА ГОСТ 12.1.003–83.

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	Тяжелый труд 1 степени	Тяжелый труд 2 степени	Тяжелый труд 3 степени
Легкой степени	80	80	75	75	75

Повышенный уровень вибрации

На производстве источником вибрации является щековая дробилка.

Вибрации, воздействуя на организм человека, могут явиться причиной функциональных расстройств нервной и сердечно-сосудистой системы, а также опорно-двигательного аппарата. Систематическое воздействие общих вибраций

в резонансной или околорезонансной зоне может быть причиной вибрационной болезни, нарушений физиологических функций организма, обусловленных преимущественно воздействием вибраций на центральную нервную систему. Эти нарушения проявляются в виде головных болей, головокружении, плохого сна, пониженной работоспособности, плохого самочувствия, нарушений сердечной деятельности.

Нормирование вибраций проводится в зависимости от категории рабочего места, оценка мастерской проводится по 3 «а» категории согласно СН 2.2.4-2.1.8.566-96

Категория 3 - технологическая вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах стационарных машин или передающаяся на рабочие места, не имеющие источников вибрации.

Установлены также предельно допустимые величины параметров вибрации на постоянных рабочих местах в производственных помещениях в зависимости от среднегеометрических и граничных частот октавных полос и амплитуды (пикового значения) перемещений при гармонических колебаниях. Предельно допустимые среднеквадратичные значения колебательной скорости лежат в интервале 92дБ.

Таблица 6. Предельно допустимые значения вибрации рабочих мест категории 3 - технологической типа «а» СН 2.2.4-2.1.8.566-96.

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям X_0 , Y_0 , Z_0							
	виброускорения				виброскорости			
	м/с ²		дБ		м/с · 10 ⁻²		дБ	
	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт	1/3 окт	1/1 окт
Корректированные и эквивалентные корректированные значения и их уровни		0,10		100		0,20		92

Большое значение имеет уровень шума и вибрации на рабочем месте: важно снизить уровень шума и вибрации, если это возможно и если нет, то обеспечить защиту – виброзащитная обувь, перчатки. И шум изоляционные наушники против шума.

4.2. Экологическая безопасность

Источники опасностей, действующих на человека и природу, могут быть: естественные, техногенные и антропогенные. Естественные источники опасностей влияют как на окружающую среду, так и на человека, но не могут быть изменены по желанию человека. Анализируя взаимодействие человека и техносферы, можно выделить, что на человека негативно действует изменение климата, городская среда, выделяемые отходы. На природу же воздействуют отходы всех этих сред и антропогенного вмешательства человека.

Основной задачей является сокращение смертности населения, уменьшение негативного влияния вредных факторов на окружающую среду.

Чтобы обеспечить защиту, необходимо соблюдать нормы допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу и гидросферу по ГОСТ 17.2.3.02-2014.

Для обеспечения безопасности предприятия, рабочих и окружающей природной среды от антропогенных опасностей необходимо обеспечить на предприятии пожаробезопасность по ГОСТ Р 12.3.047-98; электробезопасность по ГОСТ 12.1.009-82. ССБТ [18].

Экологическая задача производства заключается в рациональном использовании сырья и электроэнергии, надежном хранении различных химикатов, замене вредных для окружающей среды технологических процессов на более экологичные.

Загрязнений воздушного бассейна, гидросферы и литосферы при работе непосредственно за компьютером не обнаружено.

Материал, используемый при изготовлении изделий это керамика - материал, подлежащий впоследствии вторичной переработке; керамика может

использоваться в качестве материала-основы в производственном процессе, либо может использоваться как ценное сырье в прочих отраслях.

Переработка глины и другого керамического сырья, особенно сухого, неизбежно ведет к появлению пыли. Сушка (включая распылительную), измельчение (дробление, помол), рассев, смешение и транспортировка смесей приводят к образованию особо тонкой пыли. Некоторое количество пыли выделяется при декорировании и обжиге изделий, а также при послеобжиговой обработке. Выбросы пыли могут быть связаны не только с сырьевыми материалами, но и со сгоранием топлива.

Приемы и меры по предотвращению неорганизованных и организованных выбросов пыли:

- проведение технологических операций, сопровождающихся образованием пыли, в замкнутом объеме;
- оснащение смесителей защитными кожухами и вытяжными установками;
- фильтрация воздуха, вытесняемого при загрузке дозирочного или смесительного оборудования;
- перемещение пылящего сырья при помощи закрытых конвейеров;
- циркуляция воздуха;
- снижение утечек воздуха и устранение их источников, герметизация установок.

Газообразные соединения в основном выделяются из сырьевых материалов при сушке и обжиге.

Для предотвращения выбросов газообразных загрязняющих веществ предложены первоочередные и дополнительные меры и приемы, которые могут быть внедрены как по отдельности, так и совместно, и включают:

- снижение подачи источника загрязняющих веществ
- введение богатых кальцием добавок
- оптимизацию процесса

- участок сорбции (адсорберы, абсорберы)
- дожигание отходящих газов.

Вода расходуется в основном при роспуске глинистых материалов в процессе производства или при промывке оборудования, сбросы в воду также имеют место при работе скрубберов мокрой очистки газов. Вода, добавляемая непосредственно в сырьевую смесь, испаряется при сушке и обжиге.

Минимизация водопотребления - одна из основных мер по защите окружающей среды, и для ее реализации могут быть предложены следующие способы оптимизации технологического процесса:

- модификация водяного контура, установка автоматических клапанов для предотвращения утечек воды, когда нет необходимости в ее подаче;
- установка на предприятии промывочной системы, работающей под высоким давлением;
- отдельный сбор сточных вод с различных стадий технологического процесса;
- повторное использование сточных вод на той же стадии процесса, в частности, многократное применение промывочной воды после соответствующей очистки;

При производстве керамики энергия в первую очередь расходуется на обжиг, во многих случаях сушка полуфабрикатов или отформованных заготовок также оказывается весьма энергоемкой.

Ниже приведены основные методы снижения энергопотребления, которые можно применять как вместе, так и по отдельности:

- модернизация печей и сушилок
- использование остаточного тепла печи
- совместное производство/когенерация тепла и энергии
- оптимизация формы заготовок.

Отходы производства в соответствии с требованиями производственного процесса или спецификации на готовую продукцию могут быть использованы повторно. Те материалы, которые завод не в состоянии переработать самостоятельно, передают в другие отрасли либо отправляют на сторонние предприятия по переработке отходов или на полигоны.

4.3. Безопасность в ЧС

Защита от чрезвычайных ситуаций является основной задачей при обеспечении безопасности населения и окружающей среды. К природным и наиболее опасным ЧС относятся: землетрясения, природные пожары, наводнения, сильные дожди, сели и др. техногенные ЧС приводят к большим жертвам и потерям.

Источником ЧС техногенного происхождения являются аварии на промышленных объектах. К опасным относятся объекты, на которых осуществляется использование токсичных веществ, взрывчатых и горючих веществ, образующих с воздухом взрывоопасные смеси, оборудования, работающего при больших давлениях и температуре. Вероятность возникновения ЧС на опасных производственных объектах необходимо учитывать, как при проектировании, так и на всех стадиях эксплуатации.

Ликвидация ЧС осуществляется силами и средствами предприятий, учреждений и организаций субъектов РФ, на территории которых сложилась ЧС, при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Из возможных чрезвычайных ситуаций техногенного характера может быть выделено возгорание в цехе/производственном участке при несоблюдении предписанных норм пожарной безопасности или же вследствие короткого замыкания или проблем с токопроводящим оборудованием.

Поэтому следует:

- 1) Проводить профилактические мероприятия, инструктажи рабочих.

2) В каждом цехе должны быть предусмотрены меры эвакуации, например, запасные выходы, пожарные проходы.

3) Обязаны присутствовать средства пожаротушения (в качестве первичных средств пожаротушения пенные огнетушители ОХВП-10, углекислотные огнетушители ОУ-2, ОУ-5, и ОУ-8 1 штуку на 700 м² площади, ящики с песком 1 на 500 м² площади).

4) В доступном месте должны висеть инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий, а также планов эвакуации с телефонами спецслужб, куда стоит сообщить о возникновении чрезвычайной ситуации.

5) Обязательно наличие звуковой пожарной сигнализации.

6) Система пожарной сигнализации включается в общезаводскую/общецеховую систему пожарных извещателей кольцевого типа. Оповещение рабочих происходит через местную связь (радиосвязь).

4.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Для каждой отрасли установлены свои требования по организации рабочих мест с учетом специфики трудовой функции, выполняемой работниками. Требования установлены к помещениям, в которых находятся рабочие места, к вентиляции и отоплению таких помещений. Определенным требованиям должна отвечать освещенность рабочих мест, а также их оснащенность оборудованием и инструментом.

Так, для рабочих мест, оборудованных персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ) требования к освещению на рабочих местах установлены СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03:

- Рабочее место должно располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева

- Искусственное освещение в помещениях для работы ПК должно обеспечиваться общей равномерной системой освещения

- В качестве источников искусственного освещения следует использовать люминесцентные лампы типа ЛБ и компактные люминесцентные лампы (КЛЛ).

При устройстве отраженного освещения в производственных и административных общественных помещениях разрешено использовать металлогалогенные лампы. В светильниках местного освещения должны использоваться лампы накаливания, в том числе галогенные.

Для того, чтобы обеспечить нормируемые значения освещенности в помещении с ПЭВМ должны проводиться уборки с чисткой стеклянных окон и светильников не реже двух раз в год. Окна в комнатах, в которых работают с компьютерами должны быть предпочтительно ориентированы на север и северо-восток.

- Монитор, корпус компьютера и клавиатура должны находиться прямо перед оператором; высота рабочего стола с клавиатурой должна находиться в пределах от 680 до 800 мм надо уровнем пола, а высота нижней границы экрана от 900 до 1280 мм;

- Монитор следует расположить на расстоянии 60-70 см на 20 градусов ниже уровня глаз оператора;

Пространство для ног должно отвечать следующим требованиям: высота – не менее 600 мм, ширина – не менее 500 мм, глубина – не менее 450 мм. Следует также предусмотреть подставку для ног работающего шириной не менее 300 мм с возможностью регулировки угла наклона. При работе ноги должны быть согнуты под прямым углом.

Так как производство керамических изделий подразумевает возможное наличие угроз жизни (таких как работа в запылённом помещении, работа с подвижными частями механизмов), следует обеспечить работника всеми необходимыми мерами защиты – очками, для исключения попадания инородных тел в глаза и область глаз; спец. одеждой, как мерой индивидуальной защиты

работника, а также другими средствами защиты в зависимости от выполняемой сотрудником работы.

Каждому работнику должно быть предоставлено рабочее место с учётом специфики работы, уровень света также должен быть достаточен для работы, чтобы сотруднику не приходилось подключать другие источники света должно, перед станком должна быть ровная и удобная поверхность.

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

В данном разделе ВКР выполняется анализ и расчёт основных параметров для реализации конкурентоспособных изделий, которые приносят доход, но и отвечают современным требованиям ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Продуктом, для запуска на рынок, является строительные блоки.

Стоит отметить, что продукт должен привлекать внимание потребителя эстетическими качествами, соответствуя при этом быть функциональным и эргономичным, и что самое главное - иметь способность выдерживать конкуренцию на рынке.

Тема является актуальной по причине того, что на данный момент времени производится большое количество различных строительных блоков, которые используются в строительстве и не только. Но на рынок должен поставляться качественный и на сто процентов успешный товар.

5.1. Анализ конкурентных технических решений

Важно произвести анализ конкурентных разработок для того, чтобы иметь возможность оценить возможность составить конкуренцию другим производителям подобной продукции. [19].

Основными конкурентами были выбраны разработки:

- Строительный декоративный блок (разработка данной ВКР)
- Керамзитобетонные блоки «Стройматериал» (номер 2 в таблице)
- Газобетон «Сибирь» (номер 3 в таблице)
- Полистиролбетон «НПК Строительные технологии» (номер 4 в таблице)

Результаты анализа конкурентоспособности приведены в таблице 7

Таблица 7 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес	Баллы				Конкурентоспособность			
		Б ₁	Б ₂	Б ₃	Б ₄	К ₁	К ₂	К ₃	К ₄
Технические критерии оценки ресурсоэффективности									
1. Функциональность	0,03	5	4	4	4	0,15	0,12	0,12	0,12
2. Эстетика	0,3	5	4	5	5	1,5	1,2	1,5	1,5
3. Простота эксплуатации	0,1	5	5	5	4	0,5	0,5	0,5	0,4
4. Энергоэкономичность	0,08	5	4	5	4	0,24	0,32	0,4	0,32
5. Потенциал разработки	0,07	5	4	3	4	0,35	0,28	0,21	0,28
Экономические критерии оценки эффективности									
1. Конкурентоспособность на рынке	0,09	4	3	3	4	0,36	0,27	0,27	0,36
2. Уровень проникновения на рынок	0,04	3	4	4	3	0,12	0,16	0,16	0,12
3. Цена	0,08	4	4	3	3	0,32	0,32	0,24	0,24
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,18	5	4	4	4	0,9	0,72	0,72	0,72
5. Послепродажное обслуживание	0,03	5	3	3	3	0,15	0,09	0,09	0,09
Итого:	1	45	39	39	37	4,59	3,98	3,81	4,07

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Основываясь на знаниях о конкурентах, можно сделать вывод о том, что главной конкурентной уязвимостью является функциональность, эстетичность продукции или послепродажное обслуживание.

5.2. Планирование научно-исследовательских работ

5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Выполнение данной ВКР не требует большого количества участников. В рабочую группу входит научный руководитель и студент.

В данном разделе была составлена таблица, отражающая примерный порядок этапов выполнения выбранного научного исследования, а также распределения исполнителей по видам работ (таблица 8- приложение К)

5.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Ожидаемое значение трудоемкости $t_{ожі}$ рассчитывается по формуле:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (2)$$

Вычислить продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , с учетом параллельности выполнения работы несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{ч_i}, \quad (3)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

5.2.3. Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4)$$

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \text{ где} \quad (5)$$

$T_{\text{кал}}=366$ – количество календарных дней в 2016 году;

$T_{\text{вых}} = 119$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}=78$ – количество праздничных дней в году. $k_{\text{кал}}=1,126$

Все рассчитанные значения занесены в таблицу 9. (Приложение Л)

На основе таблицы 9 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. Результаты графика приведены в таблице 10. (Приложение М)

5.3. Технология QuaD

Для гибкого измерения характеристик, которые описывают качество новой разработки и ее перспективность на рынке, воспользуемся технологией QQualityADvisor. В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценим экспертным путем по столбальной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений по технологии QuaD представлена в таблице 11.

Таблица 11. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Технологичность	0,25	90	100	1	22,5
2. Функциональность	0,2	100	100	1	20
3. Эстетика	0,12	100	100	0,7	12
4. Эргономичность	0,2	90	100	0,8	18
5. Конкурентоспособность на рынке	0,09	80	100	0,5	7,2
6. Себестоимость	0,03	60	100	1	1,8
7. Предполагаемый срок эксплуатации	0,04	80	100	0,7	3,2
8. Актуальность эксплуатации	0,07	90	100	0,9	6,3
Итого	1	690	100	6,6	91

Средневзвешенное значение показателя качества и перспективности рассчитаем по формуле 2:

$$P_{cp} = \sum V_i \cdot B_i, \quad (6)$$

где V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

По результатам расчетов выяснилось, что разработка является перспективной, т.к. Пср лежит в интервале от 80 до 100.

5.4. SWOT - анализ

SWOT – анализ представляет собой комплексный анализ научноисследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде. [20] (Таблица 12-приложение Н)

Второй этап SWOT –анализа заключается в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта, отражающую различные комбинации взаимосвязей областей матрицы SWOT (таблицы 13-16).

Таблица 13 - Соответствие сильных сторон и возможностей

Сильные стороны проекта				
Возможности проекта		C1	C2	C3
	B1	+	-	0
	B2	0	+	-

Таблица 14- Соответствие слабых сторон и возможностей

Слабые стороны проект			
Возможности проекта		Сл1	Сл2
	B1	-	+

	B2	0	-
--	----	---	---

Таблица 15 - Соответствие сильных сторон и угроз

Сильные стороны проекта				
Угрозы		C1	C2	C3
	У1	+	+	0
	У2	-	-	+

Таблица 16 -Соответствие слабых сторон и угроз

Слабые стороны проекта			
Угрозы		Сл1	Сл2
	У1	+	+
	У2	-	+

Анализ интерактивных таблиц представляется в форме записи сильно коррелирующих сильных сторон и возможностей, или слабых сторон и возможностей и т.д.

5.5. Расчет затрат на проектирование ВКР

Затраты на проектирование ВКР группируются в соответствии с их экономическим содержанием по следующим элементам:

- Затраты по основной заработной плате исполнителей темы.
- Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы
- Отчисления во внебюджетные фонды
- Амортизация основных фондов
- Расчет затрат на электроэнергию
- Накладные расходы

Затраты по основной заработной плате исполнителей темы:

Продолжительность работы рассматривается в периоде с момента составления ТЗ до оформления всей необходимой документации.

Продолжительность работ ($t_{ож.}$) определяется либо по нормативам (с использованием специальных справочников) для каждого исполнителя в отдельности, либо расчетом с помощью экспертных оценок по формуле:

$$t_{ож.} = \frac{3t_{\min} + 2t_{\max}}{5}, \quad (6)$$

где t_{\min} – минимальная трудоемкость работ, ч.-дн.;

t_{\max} -максимальная трудоемкость работ, ч.-дн.

Для расчета заработной платы основных исполнителей проекта необходимо ожидаемое время перевести в рабочее, для этого нужно:

$$t_{раб} = t_{ож.} \cdot K_{д},$$

где $K_{д}$ - коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсации и согласование работ ($K_{д} = 1,2$). (таблица 17- приложение П)

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{р} \quad (7)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{р}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 19);

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается следующим образом:

$$Z_{дн} = \frac{Z_{м} \cdot T_{р}}{F_{д}} \quad (8)$$

Таблица 18 – Затраты на основную заработную плату

Исполнитель	Оклад (руб.)	Средне-дневная заработная плата (руб./дн.)	Трудо-емкость, (раб. дн.)	Основная заработная плата* (руб.)
1.Руководитель	35000	1591	21	33412,3
2.Студент	10000	454,5	68	30907,3

ИТОГО	45000	2045,5	89	64319,6
-------	-------	--------	----	---------

* с районным коэффициентом (1,3)

Затраты по дополнительной заработной плате:

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (9)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Таблица 19 - Дополнительная заработная плата исполнителей

Исполнитель	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	5011,85
Студент	4636,1
Итого	9647,95

Социальный налог:

В данном пункте расходов отражаются обязательные отчисления органам государственного социального страхования (ФСС), Пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (федеральным (ФФОМС) и территориальным (ТФОМС)) от затрат на оплату труда работников, объединенные в форме единого социального платежа.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб.} = k_{внеб.} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (10)$$

$K_{внеб}$ – коэффициент, учитывающий социальные выплаты организации.

В настоящее время $k_{внеб} = 0,3$.

Таблица 20 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	11527,25
Студент	10663,02
Итого	22190,27

Амортизация основных фондов:

Данная статья отражает сумму амортизационных отчислений на восстановление основных средств используемых при реализации проекта. К амортизируемым основным фондам относится компьютер.

Амортизационные отчисления рассчитываются по формуле:

$$Z_{ам} = (Ц_i * N_a) / 100\% \quad (11)$$

где $Z_{ам}$ – ежемесячная сумма амортизационных отчислений;

$Ц_i$ – цена (балансовая стоимость) i -го оборудования. Значения цен на оборудование могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками);

N_a - норма амортизационных отчислений (%), которая в соответствии с Налоговым кодексом РФ определяется по следующей формуле:

$$N_a = \frac{1}{T_{п.и.}} 100\% \quad (12)$$

где $T_{п.и.}$ – срок полезного использования объекта (в днях)

определяется в соответствии с Классификацией основных средств.

Расчет приведен в таблице 10.

Таблица 21 - Расчет амортизации

Наименование	Количество	С перв., руб.	Т _{п.и.} (мес.)	Н _а , %	З _{ам} за месяц, (руб.)	З _{ам} за период 3,5 мес., (руб.)
Ноутбук	1 Шт.	40 000	50	2	800	2800
Итого		40 000			800	2800

Расчет затрат на электроэнергию:

Расход электроэнергии приведен в таблице 22.

Таблица 22 - Затраты на электроэнергию.

Оборудование	Потребляемая мощность, кВт·ч	Тариф, руб./кВт	Сумма расхода, руб (на 50ч)
ноутбук	0,050	2,93	146,5

Накладные расходы:

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$Z_{накл} = (сумма\ статей1 \div 3) \cdot k_{нр}$, где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. В экономической части при определении величины коэффициента накладных расходов можно ориентироваться на значения 50%.

Таким образом величина накладных расходов составляет:

$$Z_{накл.} = (64319,6 + 9647,95 + 22190,27) \cdot 0,5 = 96157,82 \text{ рублей.}$$

5.6. Расчет цены разработки ВКР

Рассчитанная величина себестоимости работы является основой для обоснования ее цены, которая при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела цены на научно-техническую продукцию.

Определение цены разработки осуществляется методом «затраты + прибыль», т.е. ее величина получается путем сложения статей расходов 18 – 19,

приведенных в таблице 22. Более подробно расчет приведен в таблице 23.
(Приложение Р)

Расчет себестоимости глиняного блока:

Материалы и также стоимость работ для изготовления блока приведены в таблицах ниже (Таблица 17 -19).

Таблица 24 - Спецификация материалов и полуфабрикатов

Материалы	Цена за единицу	Расход на изделие/кол-во	Сумма, руб.
Глина	3 руб./кг.	1	3
Вода	11 руб./л.	0,7	7,7
Итого			10,7

Таблица 25 – Стоимость услуг фирм – подрядчиков

наименование	Цена за минуту	Объем	Сумма, руб.
Печать на 3D-принтере	3 руб./ см ³	13	39
Итого			39

Таким образом, суммируя, полученные данные, получаем себестоимость разработанной полки, а также приводим расчет цены изделия (таблицы 17,18).

Таблица 26 - Калькуляция себестоимости

Наименование статей затрат	Сумма, руб.
Материалы	10,7
Услуги фирм-подрядчиков	39
Итого	49,7

Вывод:

В ходе работы над частью бакалаврской работы «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» была рассчитана

себестоимость строительного блока. Себестоимость блока получилась дешевая, за счет доступности используемого материала.

Проведя оценку коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, были выбраны свободные ниши рынка, на который необходимо ориентироваться производителю. Матрица SWOT позволяет оценить слабые стороны технологии, возможные угрозы и слабые стороны. Был обозначен календарный план-график выполнения работ и в соответствии с ним были посчитаны основная, дополнительная и обычная заработные платы для руководителя и исполнителя. Такой анализ полезен для последующего выхода на рынок. Он позволит учесть большинство факторов, влияющих на конкурентоспособность технологии.

Заключение

В ходе работы над ВКР были систематизированы и закреплены знания в сфере профессиональной деятельности, которая включает совокупность средств, способов и методов проектирования художественно-промышленных изделий, обработки различных материалов. Основная цель проекта достигалась путем последовательного решения поставленных задач.

В данной работе рассмотрены анализ применения модульных конструкций не только в строительстве, но и дизайне. Представлены варианты сборок из модуля.

В ходе художественного проектирования элементов изделий было выполнено следующие этапы:

- Эскизирование;
- Компьютерное моделирование изделий.
- Изготовление форм на 3D-принтере.

А также, были определены наиболее подходящие материалы при выбранном способе производства. Для данного метода получения строительного модуля, этапы подготовки и изготовления с последующим обжигом.

При экономической оценке изготовления изделия была вычислена себестоимость и цена при единичном производстве, с учетом заработных плат разработчиков.

Итогом проведенной работы стал проект, удовлетворяющий технологическим и художественным требованиям, а также требованиям производственной и экологической безопасности.

Список литературы:

1. Энциклопедия строительства дома; В.И. Рыженко; Изд.: Оникс; 2008 г. 688 с.
2. Архитектурное проектирование жилых зданий. Лисициан М.В., Пронин Е.С. (ред.). 2006
3. Особенности перегородочных блоков. [Электронный ресурс]. – URL: <http://tolkobeton.ru/bloki/bloki-peregorodochnye.html> свободный. Дата обращения 12.05.2017 г.
4. Какие бывают размеры перегородочных блоков. [Электронный ресурс]. – URL: <http://ostroymaterialah.ru/bloki/peregorodochnye-razmery.html> свободный. Дата обращения 17.05.2017 г.
5. Стеновой блок. [Электронный ресурс]. – URL: <http://kubanteploblok.eskirf.ru/page/7558> свободный. 17.05.2017 г.
6. История развития 3D печати. [Электронный ресурс]. – URL: <http://pechat-3d.ru/3d-printer/istoriya-razvitiya-3d-pechati.html> свободный. Дата обращения 20.05.2017 г.
7. История появления 3D печати. [Электронный ресурс]. – URL: <https://3dcorp.ru/story.html> свободный. Дата обращения 21.05.2017 г.
8. Архитектура: Печать дома на 3D-принтере — реальность? [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.houzz.ru/ideabooks/59658231/list/arhitektura-doma-napechatannye-na-3d-printere-realynosty?irs=US> свободный. Дата обращения 23.05.2017 г.
9. Керамика: техника. Приёмы. Изделия./Пер. с нем. Ю.О. Бем. - М.: АСТ-ПРЕСС КНИГА, 2003
10. Глинобетон и его применение / Г. Минке. – Калининград : ФГУИПП «Янтарный сказ», 2004, - 232 с.
11. Керамика в архитектуре / В. П. Гинзбург. — Москва : Стройиздат, 1983. — 200 с., ил. — (Материал в архитектуре).

12. М.А. Садович "Пенополистирольные композиции в строительных материалах". Результаты исследований и внедрения в строительство, Братск 2002.
13. Какие стандартные размеры шлакоблоков? [Электронный ресурс]. – URL: https://www.syl.ru/article/187212/new_kakie-standartnyie-razmeryi-shlakoblokov свободный. Дата обращения 25.05.2017 г.
14. Строительные блоки [Электронный ресурс]. – URL: <http://stroitbloki.ru/peskobloki.php> свободный. Дата обращения 25.05.2017 г.
15. Какими особенностями обладает строительство домов из керамзитобетонных блоков. [Электронный ресурс]. – URL: <http://artcalisa.ru/stroitelstvo/strojmaterialy/kakimi-osobennostyami-obladaet-stroitelstvo-domov-iz-keramzitobetonnykh-blokov.html> свободный. Дата обращения 25.05.2017 г.
16. Некоторые аспекты печати на строительных 3d принтерах. [Электронный ресурс]. – URL: <http://specavia.pro/articles/2238/> свободный. Дата обращения 28.05.2017 г.
17. СанПиН 2.2.2.542-96. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.- М.: Госкомсанэпиднадзор, 1996.
18. Освещенность рабочего места. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mtomd.info/>, свободный. Дата обращения: 17.05.2015 г.
19. СанПиН 2.1.8 2.2.4.1190-03. Физические факторы производственной среды. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003
20. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

Список публикаций

1. Богинская Е. А. Многофункциональные элементы в дизайне / Е. А. Богинская, Н. Н. Сотников ; науч. рук. Н. Н. Сотников // Современные техника и технологии : сборник трудов XXI международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 5-9 октября 2015 г. : в 2 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2015. — Т. 2. — [С. 163-165].

2. Boginskaya E.A., Sotnikov N.N. Multifunctional elements for energy efficient jewelry design/ Иностраный язык в контексте проблем профессиональной коммунции: материалы 2 Международной научной конференции (Томск, 27-29 апреля 2015 г.). – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 324 с.