

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Автомобильный транспорт и машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.Н.Борисенко
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2019 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

**«Проект 3D-принтера для строительства дома по аддитивной
технологии»**

тема

Руководитель _____ к.т.н., доц. каф. АТиМ В.В. Платонов
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник _____ Остапенко А.С.
подпись, дата инициалы, фамилия

_____ Тимченко Д.Ю.
подпись, дата инициалы, фамилия

Абакан, 2019 г.

Продолжение титульного листа БР по теме: «Проект 3D-принтера для строительства дома по аддитивной технологии»

Консультанты по разделам:

Технологическая часть

наименование раздела

подпись, дата

В.В. Платонов

инициалы, фамилия

Конструкторская часть

наименование раздела

подпись, дата

В.В. Платонов

инициалы, фамилия

Организационно-экономическая часть

наименование раздела

подпись, дата

В.В. Платонов

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

М.М. Сагалакова

инициалы, фамилия

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

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Автомобильный Транспорт и Машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
А.Н.Борисенко
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 2019 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы

Студентам Остапенко Андрей Сергеевич, Тимченко Дмитрий Юрьевич
фамилия, имя, отчество

Группа 25-1 Направление 15.03.05 Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств

Тема выпускной квалификационной работы: «Проект 3D-принтера для
строительства дома по аддитивной технологии»

Утверждена приказом по институту № 261 от 11.04.2019 г.

Руководитель ВКР В.В. Платонов , канд. техн. наук, доцент кафедры АТиМ,
ХТИ – филиал СФУ

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР:

1. Чертеж детали;

Перечень разделов ВКР Технологическая часть; Конструкторская часть;

Организационно – экономическая часть.

Перечень графического материала 1. Чертеж детали - 1 лист ф. А1;

2. Схема силовой части – 1 лист ф. А2.

Руководитель ВКР

подпись

В.В. Платонов

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению _____

подпись

Остапенко А. С.

инициалы и фамилия студента

подпись

Тимченко Д.Ю.

инициалы и фамилия студента

« _____ » _____ 2019 г.

РЕФЕРАТ

Данная работа выполнена в стадии технического проекта 3D-принтера для строительства домов по аддитивной технологии.

В описании приведен внешний вид устройства, принцип его работы и транспортировки. Так же оговорены перспективы развития данного устройства и его эксплуатации.

В технологической части произведен расчет и выбор припусков на механическую обработку, расчет и выбор режимов резания, нормирование технологического процесса обработки корпуса, определено необходимое количество технологического оборудования.

В конструкторской части спроектированы «башня» строительного 3D-принтера, его основание, «стрела» и экструдер, описан принцип выбора и установки приобретаемых деталей и устройств.

В экономической части выполнены общие издержки на проектирование и изготовление устройства и плановая калькуляция затрат на выполнение работ.

В графической части выполнены общий чертёж строительного 3D-принтера, чертежи «башни», основания, «стрелы» и экструдера. Вынесены основные технико-экономические показатели.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время на мировом строительном рынке происходят существенные технологические изменения, в том числе в направлении применения строительных 3D принтеров. Интенсивное развитие аддитивных технологий существенно меняет соотношение экономических факторов в строительстве. Применение принтеров объемной печати для создания зданий и сооружений открывает новые возможности, ведь на сегодняшний день единственной полностью не автоматизированной отраслью производства является именно строительство. Поэтому большую актуальность приобрели вопросы, связанные с механизацией строительного производства, упрощением технологических цепочек, уменьшением стоимости готовой

продукции, сокращением сроков строительства и снижением доли ручного труда.

Целью данного проекта является разработка, изготовление и промышленные испытания строительного 3D-принтера, доступного для малых и средних строительных предприятий.

Аддитивная технология в строительстве домов пока находится в начальной стадии развития, носит экспериментальный характер и применяется в основном для возведения стен, фундамента. В качестве строительного материала выступает в основном сухая цементная смесь со специальными добавками, которые ускоряют процесс затвердевания. Есть примеры применения специальных бесцементных смесей на основе стекловолокна (Китай), которая не только удешевляет строительство, но повышает теплоизоляционные свойства дома.

Это направление в строительстве имеет большое будущее, и в перспективе займет лидирующее положение так, как оно позволяет перейти к «цифровой безлюдной технологии» в строительстве от проектирования до конечного изготовления. Практически будет исключен человеческий фактор, качество строения зависит от технологии и оборудования.

Строительные 3D-принтеры – новый вид особых устройств, находится в начальной стадии развития, в промышленном масштабе пока не выпускаются. Конструктивно 3D-принтеры бывают аналогично кранам при строительстве порталного типа (козловые краны), башенного типа (башенные краны) и могут в виде роботов манипуляторов в машиностроении. С точки зрения автоматизации процесса управления робот работает в прямоугольной системе координат (портальные), в цилиндрической системе координат (башенные) и в сферической системе координат (роботы-манипуляторы).

1. Технологическая часть.

В качестве примера технологической обработки мы привели обработку поверхностей под направляющие «башни» нашего 3D-принтера, по которым вертикально движется «стрела».

Так же произведена обработка поверхности фланца «башни» проекта, фрезеровка отверстий под крепление «башни» к основанию и под направляющие.

Моделирование технологического процесса произведено в программе SprutCam, материалы прилагаются.

2. Конструкторская часть.

2.1. Описание устройства.

Для строительства небольших домов и зданий (100-150 кв. метров) нами спроектирован на базовом предприятии ООО «Инженерный центр по разработке технологии и модернизации оборудования» и в будущем будет изготовлен на предприятии ООО «Контур-про» специальный мобильный робот (3D-принтер). Мобильный робот вместе с необходимым оборудованием перевозиться транспортным средством на место строительства и устанавливается обычно в центре предлагаемого сооружения. Стандартное программное обеспечение мобильного робота (рис.1) работает в цилиндрической системе координат, что позволяет использовать любую САМ-систему, например, СПРУТ КАМ, для получения программы обработки для конкретного сооружения. К базовому программному обеспечению нашего промышленного робота для получения конкретной рабочей программы дописываются следующие процедуры;

- динамическое изменение расхода рабочей смеси в зависимости от изменения рабочей подачи головки с соплом,
- динамическая работа механизма уравнивания в зависимости от положения каретки на «стреле», что повышает точность позиционирования в процессе печати.

Рис. 1. Строительный 3D-принтер.

С целью удешевления конструкции самого робота и уравнивания движущей каретки в отличие от 3D-принтера APIS COR наш проект имеет не телескопическую (выдвижную) конструкцию, а стационарную стреловидную с вращающейся платформой, которая перемещается по неподвижной «башне». То есть, механизм поворота расположен на «стреле», а не на основании робота, «башня» неподвижна, нет дополнительных инерционных нагрузок, что повышает точность позиционирования. Так же как строительный 3D-принтер APIS COR для доставки на место строительства мы используем стандартную строительную технику, например, грузовой автомобиль с краном-манипулятором с прицепной телегой, на которой расположены бетононасос с автоматической системой смешивания и подачи рабочей смеси и емкость для хранения сухой смеси. В дальнейшем возможно применение автоматической системы выравнивания «башни» крана по горизонту, вместо ручной регулировки на каждой из четырех опор, расположенных в нижней

части неподвижной «башни». Для уменьшения прогиба «стрелы» при перемещении каретки от центра к периферии установлена специальная система тяг, которая вместе со стрелой образует кинематически замкнутый контур.

По «стреле» перемещается каретка, на которой находится механизм подачи рабочей смеси (экструдер), позволяющий регулировать расход в зависимости от рабочей скорости печати. Для повышения точности позиционирования в механизмах перемещения каретки и подъема стрелы применены шариковые линейные станочные модули HIWIN и сервоприводы с обратной связью по перемещению. В механизме поворота стрелы применено стандартное крановое устройство поворота с выбором углового зазора и сервопривод с обратной связью по углу поворота. Это позволяет повысить точность и жесткость углового позиционирования, что необходимо для печати здания. Для динамического регулирования расхода смеси в зависимости от скорости рабочего движения, в приводе шнека экструдера так же применен сервопривод. Для уравнивания опрокидывающего момента при движении каретки по «стреле» применен динамический противовес с сервоприводом. В массу противовеса кроме шкафа управления входит промежуточный питатель с насосной системой подкачки по уровню заполнения рабочей смесью емкости питателя, позволяющий в конечном итоге вместе с экструдером на каретке динамически регулировать расход рабочей смеси в процессе печати. В качестве базового программного обеспечения используется продукт Artsoft mach3 (программа для управления ЧПУ станком), установленная на морально устаревший компьютер, или специальный контроллер в виде дистанционного DSP-пульта с тем же программным продуктом.

По внутренней полости неподвижной «башни» подаются рабочая смесь и три фазы электрического питания и возможно в будущем сжатый воздух для закрытия/открытия сопла экструдера. На верхней части «башни» находится коллекторный механизм для передачи рабочей смеси, электропитания и сжатого воздуха с неподвижной «башни» на вращающуюся «стрелу». Сжатый воздух необходим для продувки верхней до и нижней после питателя каналов подачи рабочей смеси после работы. Сам механизм продувки, расположенный на противовесе, управляется автоматикой станка посредством клапанов. Все силовые кабеля, кабеля управления и шланги подачи рабочей смеси уложены в кабель каналы в специальной нише на «стреле». В передней части «стрелы» укладывается кабель канал, который формируется при движении каретки по «стреле». В задней части «стрелы» укладывается кабель канал, который формируется при подъеме/опускании «стрелы» по неподвижной «башне».

В конечном итоге мы получим обычный машиностроительный робот-манипулятор, работающий в цилиндрической системе координат, дополнительно оснащенный механизмом изменения расхода в зависимости от скорости печати и динамическим противовесом. Это позволит нам практически комплексно автоматизировать процесс строительства малых

зданий и сооружений от проектирования до изготовления, аналогично комплексной автоматизации (CAD/CAM –технологии) в машиностроении.

2.2. Проектирование «башни» строительного 3D-принтера.

В качестве «башни» нашего проекта используется стальная горячедеформированная круглая бесшовная труба длиной 4500 мм, диаметром поперечного сечения $\varnothing 300$ мм ГОСТ 8732-78 (прил. 1), с двух сторон которой на одной оси выполнены проточки под направляющие и еще одна проточка под рейку на перпендикулярной оси (рис. 2). Ко дну трубы сваркой прикреплён фланец $\varnothing 400$ мм для быстросъёмного соединения с основанием. На фланце симметрично с четырёх сторон выполнены крепёжные отверстия под болты М30 (рис. 2).

Рис. 2. «Башня».

Нами были выбраны направляющие фирмы HIWIN серии HG (рис. 3) длиной 1000 мм, которые спроектированы, как более грузоподъёмные и жёсткие, по сравнению с аналогичными продуктами, со специально оптимизированным полукруглым профилем и конструкцией. Это обеспечивает равномерное распределение нагрузки во всех направлениях и самоустановку. Таким образом, направляющие серии HG имеют длительный срок службы, высокие скоростные показатели, высокую точность и плавность перемещения.

Рис. 3. Линейные направляющие HIWIN HG25

В качестве рейки выбрана рейка зубчатая М=2 L=1000 мм 20x20 Сталь 45, производитель - SATI.

На вершине «башни» установлен коллектор для вращения цепи, не позволяющий кабелям, уложенным в саму башню и нишу на «стреле», перекручиваться при вращении «стрелы».

2.3. Опорно-поворотное устройство.

Поскольку наш проект имеет стационарную стреловидную конструкцию с вращающейся платформой, которая перемещается по неподвижной «башне», нами было принято решение использовать опорно-поворотное устройство, разработанное специально для башенных кранов. Ввиду того, что масса строительного 3D-принтера относительно башенного крана небольшая, ОПУ не будет испытывать столь большие нагрузки (не более 0.5т), следовательно, при выборе ОПУ логично будет отталкиваться от его стоимости, чтобы удешевить конструкцию. Однако, не стоит пренебрегать размерами ОПУ, так

как точность устройства растёт прямо пропорционально его диаметру. Исходя из вышеперечисленных факторов, мы выбрали ОПУ с внешним зацеплением (рис. 4). Габаритный диаметр (D_a) такого ОПУ составляет 1289,5 мм, внутренний диаметр (D_i) – 985 мм, число зубьев (Z) – 125, модуль (m) - 10. Масса ОПУ составляет 330 кг.

Рис. 4. Опорно-поворотное устройство.

На внешнем кольце ОПУ с помощью болтов M22 установлена крышка с каркасом (рис. 5), на котором расположены каретки, обеспечивающие движение конструкции по направляющим, и сервопривод мощностью 1,5 кВт с зубчатым колесом, обеспечивающий движение по рейке.

Рис. 5. Расположение опорно-поворотного устройства на 3D-принтере.

Внутреннее кольцо ОПУ закреплено на «стреле», как и следующий сервопривод с зубчатым колесом, обеспечивающий её вращение.

2.4. Проектирование основания строительного 3D-принтера.

Основание строительного 3D-принтера представляет собой короб из тонколистового металла с выдвижными «ножками» из профильной трубы (рис. 6).

Рис. 6. Основание строительного 3D-принтера.

Для выравнивания устройства по горизонту разработаны простейшие опоры на резьбовом соединении, с помощью которого вручную регулируется высота каждой опоры относительно основания. Положение опор на горизонтальной плоскости устанавливается вручную путём выдвижения меньшей профильной трубы из большей.

Короб состоит из четырёх листов 1398x115 мм, крышки и днища 1500x1500 мм с усеченными на 51 мм углами, четырёх профильных труб ГОСТ 8645-68 112x72 мм, четырёх профильных труб ГОСТ 8645-68 104x64 мм.

2.5. Проектирование «стрелы» строительного 3D-принтера.

«Стрела» строительного 3D-принтера представляет собой треугольную

ферму из прямоугольных профильных труб ГОСТ 8645-68 разной длины (рис. 7).

Рис. 7. Ферма «стрелы» строительного 3D-принтера.

Крайние стороны фермы фиксируются «уголками» из листового металла, из которого так же выполнены поверхности для крепления реек. Носовая часть «стрелы» сужается для уменьшения затрат материалов. На грань «стрелы», по которой движется экструдер, устанавливаются стальные ленты длиной 5000 мм. В них фрезеруются отверстия под направляющие диаметром $\varnothing 7$ мм, под рейку – $\varnothing 5$ (количество направляющих – по 5 штук сверху и снизу, реек – 5).

В качестве рейки выбрана рейка зубчатая M=1,5 L=1000 мм 17x17 Сталь 45, производитель - SATI.

На расстоянии 6300 мм от «носа стрелы» на верхней грани установлена рама по привязке к центру образующей её окружности (рис. 8) для крепления на ней внутреннего кольца опорно-поворотного устройства с помощью болтов M22. На расстоянии 734,25 мм от вышеуказанного центра окружности установлен сервопривод мощностью 1,5 кВт с зубчатым колесом, обеспечивающим вращение ОПУ. На задней части «стрелы» поверхности верхней грани обрабатываются под установку направляющих на расстояние 2000 мм, в них так же фрезеруются отверстия $\varnothing 7$ (количество направляющих – по 2 с каждой стороны).

Рис. 8. Окружность, образующая раму.

В задней части «стрелы» на направляющие установлена тележка с насосом, электрическим щитом с монтажной панелью, вступающими в роли противовеса экструдеру. Положение противовеса определяется автоматически в зависимости от положения на «стреле» экструдера.

2.6. Проектирование экструдера строительного 3D-принтера.

Экструдер представляет собой гильзу, внутри которой вращается шнек, и располагается на раме с каретками под линейные направляющие (рис. 9). Он работает по принципу мясорубки. Шнек захватывает загружаемый материал и продавлиывает его вдоль гильзы. Крутящий момент шнеку передаёт сервопривод мощностью 1.5 кВт посредством соединения муфтой. На концах шнека установлены уплотнители во избежание продавливания смеси и засора подвижных соединений.

Рис. 9. Экструдер строительного 3D-принтера.

За передвижение экструдера вдоль «стрелы» отвечает сервопривод мощностью 1.5 кВт с зубчатым колесом, который устанавливается на лист металла, закрепленный на раме экструдера, так же, как и каретки под направляющие.

2.7. Электрооборудование строительного 3D-принтера.

Электрооборудование робота включает в себя электрический шкаф, расположенный на тележке противовеса, в котором находятся логический контроллер, вводные автоматы, пускатели, различные реле, преобразователи приводов, элементы развязки и другие различные элементы. Предлагается два варианта управления роботом;

- первый применение станочной системы ЧПУ или мощный контроллер с поддержкой системы ЧПУ и панелью оператора, необходимые для работы робота дополнительные процедуры (работа экструдера и противовеса) будут дописаны в виде файла электроавтоматики,
- второй более дешевый вариант использование в качестве основного логический контроллер с двумя высокоскоростными входами/выходами и ЧПУ-контроллер с программой ArtSoft Mach3.

В работе строительного робота используются;

- пять синхронных двигателей мощностью 1,5 кВт, которыми управляют пять преобразователей с вентильным регулированием и цифровым задатчиком. Три синхронных двигателя М4, М5, М6 (координаты X, C, Z) управляются ЧПУ-контроллером. Два синхронных двигателя М3, М7 используются для управления экструдером и противовесом соответственно и управляются логическим контроллером.
- два асинхронных двигателя М1 и М2 используются в приводе бетононасосов основного и подкачки соответственно, управляются логическим контроллером.

Работой всего робота и вспомогательных устройств (подготовка и подача смеси, промывка после работы) в режиме реального времени управляет логический контроллер, который установлен на динамической линейке в шкафу. ЧПУ –контроллер работает в подчиненном режиме и управляет перемещением основных узлов робота.

Таблица 2.1 – Спецификация к чертежу №2

Обозначение	Наименование	Количество
AASD15A	Сервопривод 1.5 кВт	5
M1, M2	Гидронасос	2
M3	Экструдер	1
M4	Подъем стрелы	1

М5 Поворот стрелы 1
 М6 Ход каретки 1
 М7 Ход противовеса 1
 DDSV2.1 ЧПУ контроллер 1
 КМ1, КМ2, КМ3 Пускатель 6

3. Экономическая часть.

3.1. Расчёт себестоимости 3D-принтера.

Таблица 8.1 – Расчёт себестоимости устройства.

Наименование детали	Количество	Стоимость единицы, руб.	Суммарная стоимость, руб.
Линейные направляющие HIWIN HG	24	4560	111425
Стальная горячедеформированная круглая бесшовная труба длиной 4500 мм, ø300 мм ГОСТ 8732-78	1	160000	160000
Сервопривод 1,5 кВт	5	31175	167680
ОПУ 1289,5	1	120000	120000
Рейка зубчатая М=2 L=1000 ММ 20Х20	5	1729	8645
Рейка зубчатая М=1,5 L=1000 ММ 17Х17	7	1299	9093
Коллектор электрический	1	1200	1200
Лист Ст 3 г/к 5 м2	1	45000	45000
Бетононасос 15 кВт	1	50504	50504
Трубы профильные прямоугольные ГОСТ 8645-68 50х30	84	98	8209
Крепёжные приспособления	807	50	40350
Силос мобильный 15 м3	1	200000	200000
Расходы на электрооборудование	1	548465	54846
ИТОГО			976952

3.2. Расчет заработной платы работников

Оклад рабочего

$ЗП = \text{оклад} * (\text{отработанные дни}) / (\text{положенные дни})$

$ЗП = 20000 * 20 / 20 = 20000$

Рассчитываем затронутую плату с учетом районного коэффициента

$ЗП = 20000 + 20000 * 30\% = 26000$

Расчет НДФЛ

$$\text{НДФЛ} = (\text{начисленная ЗП} - \text{вычеты}) * 13\%$$

$$\text{НДФЛ} = (26000 - 0) * 13\% = 3380$$

Рассчитываем ЗП, которую мы выплатим работнику

$$\text{ЗП к выплате} = \text{начисленная ЗП} - \text{НДФЛ}$$

$$\text{ЗП к выплате} = 26000 - 3380 = 22620$$

Количество работников: 2

Количество отработанных месяцев: 4

Общая выплата ЗП = ЗП к выплате * кол-во работников * кол-во отработанных месяцев

$$\text{Общая выплата ЗП} = 22620 * 2 * 4 = 180960$$

ЗП с учетом пенсионных отчислений

$$\text{ЗП с учетом пенсионных отчислений} = \text{общая выплата ЗП} * 1,22$$

$$\text{ЗП с учетом пенсионных отчислений} = 180960 * 1,22 = 220771,2$$

3.3. Расчёт расходов на коммунальные услуги.

Так как для производственных нужд вода не требуется, в расчет берем только бытовые нормативы: помыть руки, вода в санузле. Для этого подойдет расчет по Строительным нормам и правилам (СНиП).

$$P = Q \times P_V + Q \times P_K + (Q \times P_V + Q \times P_K) \times Z\%$$

P – Оплата водопотребления без НДС;

Q – Расход воды в месяц;

PV – Цена 1 м³ воды от монополиста без НДС;

PK – Цена 1 м³ водоотведения от монополиста без НДС;

Z – Коэффициент арендодателя за содержание сетей.

$$Q = N_Ч \times N_Д \times M_Ч$$

NЧ – Число штатных работников;

NД – Количество рабочих дней в месяце;

МЧ – 0,025 м³ — расход воды на 1 человека в смену (согласно СНИП).

$$Q=2 \times 20 \times 0,025=1 \text{ м}^3$$

$$P=1 \times 10+1 \times 26+(1 \times 10+1 \times 26) \times 400\%=180 \text{ руб. в месяц без НДС}$$

$$P_{\text{общ}}=P \times 4$$

$$P_{\text{общ}}=180 \times 4=720$$

Необходимо рассчитать цену электроэнергии. Известно, что установочная электрическая мощность всего оборудования — 200 кВт. Рабочий день сотрудников — 12 часов. Прогнозное потребление электроэнергии — 48 000 кВт/час за месяц.

$$B=A \times T \times t \times 30$$

A - установочная мощность всего электрооборудования 200 кВт.

T – тариф на электроэнергию 1,5 руб./кВт.

t – количество рабочих часов в сутки 8.

B – реальное потребление за месяц.

$$B=200 \times 1,5 \times 8 \times 30=72000 \text{ руб}$$

B общ. – суммарные расходы за 5 месяцев разработки.

$$B_{\text{общ}}=B \times 5$$

$$B_{\text{общ}}=72000 \times 4=288000 \text{ руб}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе был спроектирован 3D-принтер для строительства дома по аддитивной технологии.

В процессе проектирования были разработаны: неподвижная «башня» строительного 3D-принтера, основание с опорами, позволяющими вручную выравнять «башню» по горизонту, «стрела», вращающаяся вокруг оси «башни», и экструдер, позволяющий контролировать расход строительного материала в зависимости от скорости движения устройства.

Так же была произведена обработка поверхностей «башни» и «стрелы» для установки направляющих HIWIN HG.

Экономический расчет позволил судить об эффективности внедрения в производство разработанного устройства, что подтверждается технико-экономическими показателями.

Автоматизация процесса обеспечивает высокую производительность, качество изготовления и минимальные материальные расходы.

Таким образом, данная система позволяет, практически без участия оператора, строить здания и сооружения, что в разы удешевляет производство.

CONCLUSION

In this bachelor thesis, a 3D printer for building a house using additive technology has been designed.

During the design process, there has been developed a fixed “tower” of the building 3D printer, a base with supports allowing to manually align the “tower” to the horizon, a “boom” rotating around the axis of the “tower”, and an extruder allowing to control the consumption of building material depending on device speeds.

The surfaces of the “tower” and “boom” were processed to place the HIWIN HG linear guideways.

The economic calculation has made it possible to estimate the effectiveness of applying the developed device in production, which has been confirmed by technical and economic indicators.

Process automation provides high performance, quality on production and minimal material costs.

Thus, this system allows to construct buildings and structures almost without operator participation, which significantly reduces the cost of production.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Современные строительные аддитивные технологии. Часть 2. С.Г. Абрамян, А.Б. Илиев, С.И. Липатова, Волгоградский государственный технический университет. Инженерный вестник Дона, №1 2018 – 11 стр.

3D- печать в строительстве. Ватин Н.И., Чумадова Л.И. Зыкова В.В.. и др. Строительство уникальных зданий и сооружений, 2017, №1(52) – 46 стр.

3. Аддитивные технологии в строительстве. ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» Инженерно-строительный институт. Isi.sfu-kras.ru
4. Ватин Н.И., Чумадова Л.И., Гончаров И.С., Зыкова В.В., Карпеня А.Н., Ким А.А., Финашенков Е.А. 3D-печать в строительстве // Строительство уникальных зданий и сооружений, 2017, №1(52). С. 27-46.
5. Гончарова О.Н., Бережной Ю.М., Бессарабов Е.Н., Кадамов Е.А., Гайнутдинов Т.М., Нагопетьян Е.М., Ковина В.М. Аддитивные технологии– динамично развивающееся производство // Инженерный вестник Дона, 2016, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3931.
6. Абрамян С. Г., Илиев А.Б. Основные требования к быстровозводимым строительным системам // Инженерный вестник Дона, 2017, №4. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_53_Abramian.pdf.

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Автомобильный транспорт и машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

А.Н.Борисенко

подпись инициалы, фамилия

« 25 » 06 2019 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

«Проект 3D-принтера для строительства дома по аддитивной
технологии»


тема

Руководитель

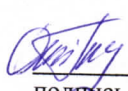
 25.06.19
подпись, дата

к.т.н., доц. каф. АТиМ В.В. Платонов
должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник

 25.06.19
подпись, дата

Остапенко А.С.
инициалы, фамилия

 25.06.19
подпись, дата

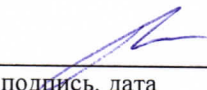
Тимченко Д.Ю.
инициалы, фамилия

Абакан, 2019 г.

Продолжение титульного листа БР по теме: «Проект 3D-принтера для строительства дома по аддитивной технологии»


Консультанты по разделам:

Технологическая часть
наименование раздела

 25.06.19
подпись, дата


В.В. Платонов
инициалы, фамилия

Конструкторская часть
наименование раздела

 25.06.19
подпись, дата


В.В. Платонов
инициалы, фамилия

Организационно-экономическая часть
наименование раздела

25.06.19

подпись, дата

В.В. Платонов
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

 25.06.19
подпись, дата

М.М. Сагалакова
инициалы, фамилия

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

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Автомобильный Транспорт и Машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

А.Н.Борисенко

подпись инициалы, фамилия

« 11 » 04 2019 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы

Студентам Остапенко Андрей Сергеевич, Тимченко Дмитрий Юрьевич
фамилия, имя, отчество

Группа 25-1 Направление 15.03.05 Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств

Тема выпускной квалификационной работы: «Проект 3D-принтера для
строительства дома по аддитивной технологии»

Утверждена приказом по институту № 261 от 11.04.2019 г.
Руководитель ВКР В.В. Платонов, канд. техн. наук, доцент кафедры АТиМ,
ХТИ – филиал СФУ

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР:

1. Чертеж детали; _____

Перечень разделов ВКР Технологическая часть; Конструкторская часть;
Организационно – экономическая часть. _____

Перечень графического материала 1. Чертеж детали - 1 лист ф. А1;

2. Схема силовой части – 1 лист ф. А2.

Руководитель ВКР




подпись

В.В. Платонов

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению



подпись

Остапенко А. С.

инициалы и фамилия студента



подпись

Тимченко Д.Ю.

инициалы и фамилия студента

« 11 » 04 2019 г.