

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого»

Механико-технологический факультет

Кафедра «Материаловедение в машиностроении»

Специальность 1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий»

ОТЧЁТ

по общеинженерной практике
в ГГТУ им. П.О.Сухого
срок практики 01.07.2021-28.07.2021

Исполнитель
студент 2-го курса группы ТТ-21 _____ Буров М.Ю.
(подпись, дата)

Руководитель практики
от кафедры
ассистент _____ Грудина Н.В.
(подпись, дата)

Отчёт защищён с оценкой _____

Гомель 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Основные виды материалов используемых для аддитивного синтеза	4
2. Программное обеспечение для проектирования моделей аддитивного производства	6
3. Сущность прецизионного литья	8
4. Разработка дизайн-проекта трехмерного изделия символики	11
5. Разработка техпроцесса получения трехмерного прецизионного изделия на основе дизайн-проекта элемента символик	12
Список литературы	14

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Буров М.Ю.						
Провер.	Грудина Н.В.						
Реценз.							
Н. Контр.							
Утверд.							
					Лит.	Лист	Листов
						2	14
					ГТУ ГРУППА ТТ-21		

ВВЕДЕНИЕ

Целью общеинженерной практики является закрепление и углубление теоретических знаний, полученных в университете при изучении общепрофессиональных и специальных дисциплин (общая и неорганическая химия, физическая химия композиционных материалов, технология основы формообразования изделий конструкционного назначения, материаловедения и структурообразования, материалы аддитивного синтеза).

Данная практика позволяет ознакомиться с программами для трехмерного моделирования, опробовать свои силы в создании трехмерной модели символики, воспроизвести весь путь получения отливки от создания модели до ее выплавления с помощью технологии прецизионного литья и подготовиться к усвоению учебных дисциплин на старших курсах (конструирование и расчет изделий, компьютерное моделирование и инженерный анализ, аддитивные технологии в производстве, проектирование технологического оборудования для трехмерных технологий и др.).

						Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. Основные виды материалов используемых для аддитивного синтеза

В настоящее время для 3D-печати используется большое количество материалов, таких как: полимеры, металлический порошки, керамики и др. В ходе общинженерной практики мы познакомимся с полимерными материалами. Рассмотрим самые популярные из них.

Полимер	Основные свойства
PLA	<ul style="list-style-type: none">--- PLA пластик создается из самых разнообразных продуктов сельского хозяйства – кукурузы, картофеля, сахарной свеклы и т.п. – и считается более экологичным, чем ABS, в основе которого лежит нефть.--- Изначально он применялся для изготовления продуктовых упаковок и легко утилизируется в промышленных компостных установках.--- В своем естественном виде он прозрачен и поддается окраске, в результате чего можно добиться также разной степени прозрачности.--- PLA такой же прочный, но более жесткий, чем ABS, поэтому его сложнее использовать для соединений различных элементов.--- Распечатанные объекты, как правило, более гладкие и блестящие.--- PLA немного труднее шлифовать и обрабатывать, чем ABS.--- PLA растворяется в Хлористом метиле (дихлорметане).--- Более низкая температура плавления делает PLA непригодным для ряда ситуаций – например, за день в нагретом салоне автомобиля детали из него могут деформироваться и «потечь».
SBS	<ul style="list-style-type: none">--- Прочность, пластичность и термостойкость делают из него материал, которому часто отдается предпочтение в инженерных и механических приложениях.--- Модуль упругости гораздо меньше, чем у ABS. То есть, напечатанные детали получаются более гибкими.--- Удлинение при разрыве >250%.--- Нить, в отличие от ABS, не ломается, не говоря о PLA, который наиболее хрупкий из рассматриваемых материалов.--- SBS имеет гибкую структуру.--- Он не обломится и не оборвется при печати. Даже если пруток в ваш экструдер подается под углом в 90 градусов!--- Материал прозрачен (93% светопропускания).--- Окрашивание материала дает очень красивый эффект.--- Обрабатывается и растворяется
ABS	--- ABS может принимать много разных полимерных форм, ему

	<p>можно придать множество самых разных свойств.</p> <p>--- В целом, это прочный и несколько более податливый по сравнению с PLA пластик.</p> <p>--- Натуральный ABS имеет до окраски бежеватый (молочный) оттенок.</p> <p>--- Пластичность ABS позволяет легко создавать элементы различных соединений и крепежа.</p> <p>--- Он легко шлифуется и обрабатывается.</p> <p>--- Важно отметить, что ABS растворяется в ацетоне, что позволяет склеивать детали и добиваться очень гладкой поверхности.</p>
РЕТ	<p>--- Это термопластичный полиэфир, используется в производстве синтетических волокон, пленки и пластиковой упаковки.</p> <p>--- ПЭТ обладает прозрачностью, высокой прочностью, хорошей пластичностью, высокими барьерными свойствами.</p> <p>--- Данный материал поддается обработке сверлением, пилением, фрезерованием.</p> <p>--- Все свои характеристики ПЭТ-материал сохраняет при температуре от -40 до +75 градусов.</p>

						Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. Программное обеспечение для проектирования моделей аддитивного производства

Для печати объекта на 3D - принтере необходимо создать его модель на компьютере. Для этого существует огромное количество различных программ.

Выделим некоторые из них:

<u>Blender</u>	<u>AutoCAD</u>	<u>SolidWorks</u>
----------------	----------------	-------------------

Рассмотрим их достоинства и недостатки:

1. Blender

Blender — профессиональное свободное и открытое программное обеспечение для создания трёхмерной компьютерной графики, включающее в себя средства моделирования, скульптинга, анимации, симуляции, рендеринга, постобработки и монтажа видео со звуком, компоновки с помощью «узлов», а также создания 2D-анимаций. В настоящее время пользуется большой популярностью среди бесплатных 3D-редакторов в связи с его быстрым стабильным развитием и технической поддержкой.

Плюсы:

- Полностью бесплатна;
- Реалистичная картинка на выходе;
- Большой функционал;
- Простой интерфейс;
- Возможность создания спецэффектов VFX;
- Возможность добавления плагинов;
- Неплохая палитра.

Минусы:

- Недостаточная проработка деталей кожного покрова или одежды персонажей;
- Персонажи в основном мультяшные.

2. AutoCAD

Autocad — это программа, созданная для двух- и трехмерного проектирования. Ее широко используют в архитектуре, строительстве, дизайне, машиностроении, инженерии и т.д.

Автокад занимает лидирующие позиции среди систем автоматизированного проектирования, но и у него есть свои преимущества и недостатки.

Плюсы:

- Большой функционал возможностей. Причем большинство инструментов интуитивно понятно как в 2D-моделировании, так и в 3D;
- Программа предоставляет отдельные линейки продуктов для машиностроения, строительства и архитектуры. Все дочерние программы

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

используют одну функциональную базу, поэтому пользователю не составит труда маневрировать между ними;

- Автоматическая и быстрая подготовка документации проекта. Это значительно экономит время пользователям;
- Autocad имеет свой формат исходных файлов, DWG, который используется во всем мире. Одновременно с одним проектом могут работать сразу несколько пользователей. Таким образом специалисты из любого уголка планеты могут без проблем отслеживать обновления;
- Реалистичная визуализация объектов планирования;
- Гибкость пользовательского интерфейса. Все инструменты можно разложить так, как удобно проектировщику.

Минусы:

- Нет функции чтения чертежей, выполненных в других графических редакторах;
- Не поддерживается история построения;
- Отсутствует трехмерная параметризация;
- Технические требования для установки достаточно высоки (подробнее об этом расскажем чуть позже).

Некоторые из этих недостатков не позволяют Autocad соревноваться с такими системами автоматизированного проектирования, как Inventor или SolidWorks, например, в машиностроительной отрасли.

3. SolidWorks

SolidWorks – система, которая давно присутствует на рынке, хорошо себя зарекомендовала и закрепила на компьютерах многих конструкторских бюро. Главный конкурент этой системы – программа Autodesk Inventor. Их различия и сходства мы и рассмотрим.

Плюсы:

- Переведена разработчиками на русский язык, что весьма облегчает работу дизайнерам;
- Понятный интерфейс;
- Ориентированность на инженерию;
- Взаимодействие с Excel, Word и другими программами ОС Windows;
- Возможность создания сложных инженерных проектов.

Минусы:

- Узкая специализация;
- Не подходит для новичков;
- Высокая стоимость лицензионного пакета.

						Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. Сущность прецизионного литья

На протяжении многих поколений человечество находило инновационные способы использования сырья, найденного в природе – работа с металлами была частью цивилизации с древних времен. Археологами был обнаружен широкий спектр артефактов – от предметов культа до орудий труда и оружия войны. На самом деле, эпохи человеческой истории были названы в честь достижений в области технологии металлов: медный век, бронзовый век и железный век. Самое древнее известное литье, найденное историками, – это медный топор, который был обнаружен погребенным вместе с мумией примерно в 3300 году до нашей эры.

Литейное производство и печь происходили из Месопотамии и регионов Ирака и Сирии. Глиняные отливки и горячие огненные ямы работали, чтобы расплавить и придать форму меди, золоту и серебру. Эти примитивные литейные заводы плавил медь и были способны создавать более сложные формы, но только после того, как было введено олово, обработка металлов значительно продвинулась вперед: добавление олова понизило температуру, при которой два металла расплавились и образовали бронзу – первый сплав. В течение последующих столетий и поколений различные методы обработки металлов и литья развивались и утрачивались, поскольку различные цивилизации возникали, чтобы доминировать в культурном и технологическом ландшафте.

Существует большое количество способов литья. Для нашей задачи будем использовать – литьё по выплавляемым моделям.

Сущность литья по выплавляемым моделям заключается в том, что для получения отливок применяются разовые, точные неразъемные, керамические оболочковые формы, получаемые по разовым моделям с использованием жидких формовочных смесей. Перед заливкой расплава модель удаляется из формы выплавлением, выжиганием, растворением или испарением. Для удаления остатков модели и упрочнения форма нагревается до высоких температур. Прокалка формы перед заливкой практически исключает ее газотворность и улучшает заполняемость расплавом. Основные операции технологического процесса. Модель или звено моделей 2 изготавливают в разъемной пресс-форме 1, рабочая полость которой имеет конфигурацию и размеры отливки с припусками на усадку (модельного состава и материала отливки) и обработку резанием (рис. 1.1, а). Модель изготавливают из материалов, имеющих невысокую температуру плавления (воск, стеарин, парафин), способных растворяться (карбамид) или сгорать без образования твердых остатков (полистирол). Готовые модели или звенья моделей собирают в блоки 3 (рис. 1.1, б) имеющие модели элементов литниковой системы из того же материала, что и модель. Блок моделей состоит из звеньев, центральная часть которых образует модели питателей и

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

стояка. Модели чаши и нижней части стояка изготавливают отдельно и устанавливают в блок при его сборке. Блок моделей погружают в емкость с жидкой формовочной смесью — суспензией для оболочковых форм, состоящей из пылевидного огнеупорного материала, например пылевидного кварца или электрокорунда, и связующего (рис. 1.1, б). В результате на поверхности модели образуется тонкий (менее 1 мм) слой 4 суспензии. Для упрочнения этого слоя, увеличения его толщины на него наносят слои огнеупорного зернистого материала 5 (мелкий кварцевый песок, электрокорунд, зернистый шамот) (рис. 1.1, г). Операции нанесения суспензии и обсыпки повторяют до получения на модели оболочки требуемой толщины (3...10 слоев).

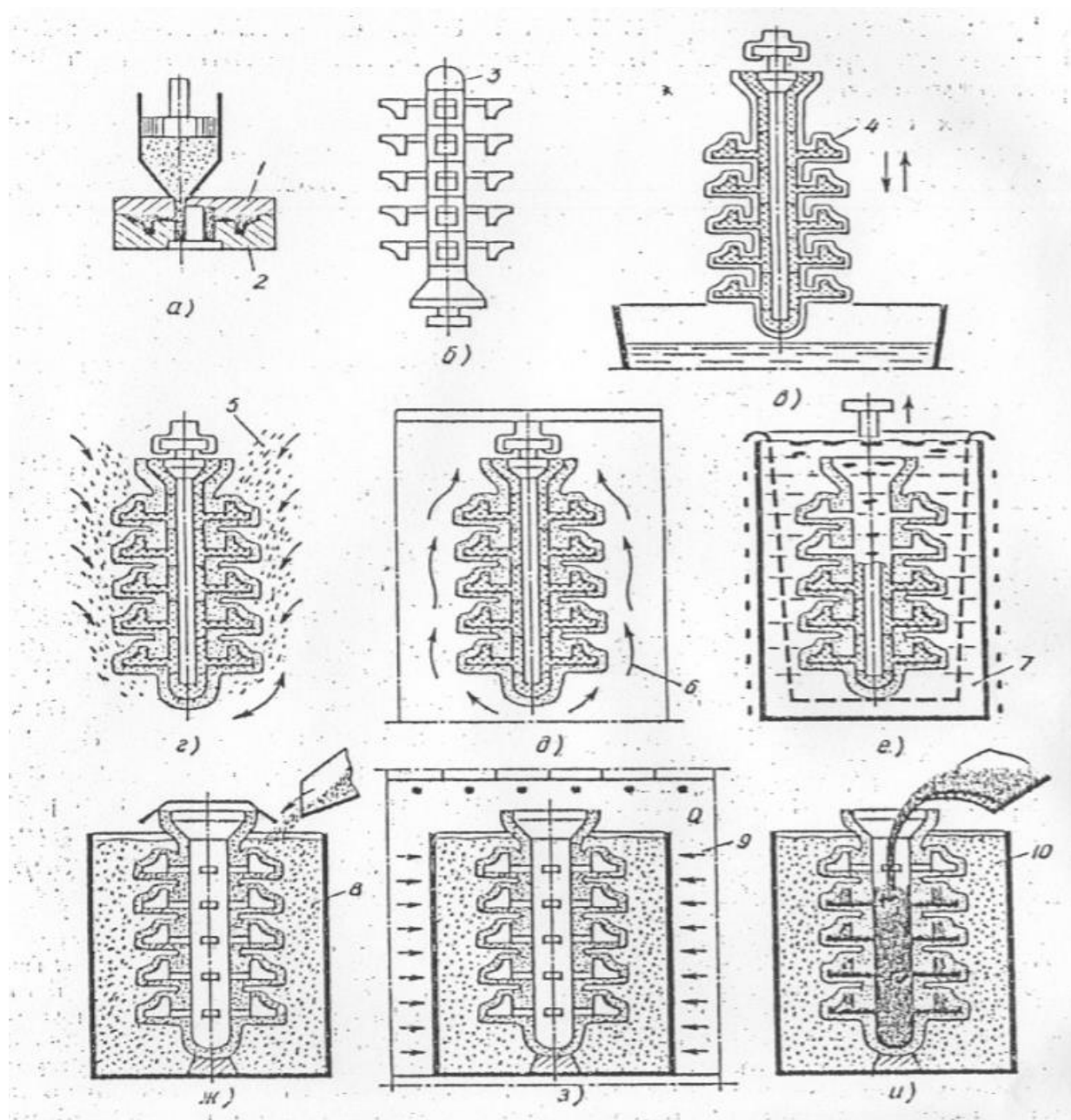


Рис. 1.1. Последовательность изготовления многослойной оболочковой формы по выплавляемым моделям: а - запрессовка модельного состава в пресс-форму; б - сборка блока; в - нанесение суспензии; г - обсыпка; д - сушка; е - удаление модели; ж - засыпка опорным материалом; з - прокалка; и - заливка формы расплавом. 1 - пресс-форма; 2 – модель; 3 – блок моделей отливок и литниковой системы; 4 – слой суспензии; 5 – огнеупорный зернистый материал; 6 – пары аммиака; 7 – горячая вода; 8 – опорный материал; 9 – печь; 10 – прокаленная форма. Каждый слой покрытия высушивают на воздухе или в парах аммиака 6, что зависит от связующего (рис. 1.1, д). После сушки оболочковой формы модель удаляют из нее выплавленным, растворением, выжиганием или испарением. На рис. 1.1, е. показан процесс удаления выплавляемой модели в горячей воде 7 ($T_{\text{воды}} = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$). Так получают многослойную оболочковую форму по выплавляемой модели. Для упрочнения перед заливкой оболочковую форму помещают в металлический контейнер и засыпают огнеупорным материалом 8 (кварцевым песком, мелким боем использованных оболочковых форм) (рис. 1.1, ж). Для удаления остатков моделей из формы и упрочнения связующего контейнер с оболочковой формой помещают в печь 9 для прокаливания (рис. 1.1, з). Форму прокаливают при температуре $900\ldots 1100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Прокаленную форму 10 извлекают из печи и заливают расплавом (рис. 1.1, и). После затвердевания и охлаждения отливки до заданной температуры форму выбивают, отливки очищают от остатков керамики и отрезают от них литники. Во многих случаях оболочки прокаливают в печи до засыпки огнеупорным материалом, а затем для упрочнения их засыпают предварительно нагретым огнеупорным материалом. Это позволяет сократить продолжительность прокаливания формы перед заливкой и сократить энергозатраты. Так, например, организуется технологический процесс на автоматических линиях для массового производства отливок (см. раздел 1.7). Малая шероховатость поверхности формы при достаточно высокой огнеупорности и химической инертности материала позволяет получать отливки с поверхностью высокого качества. После очистки от остатков оболочковой формы шероховатость поверхности отливок может быть от $R_z = 20\text{ мкм}$ до $R_a = 1,25\text{ мкм}$. Отсутствие разъема формы, использование для изготовления моделей материалов, позволяющих не разбирать форму для их удаления, высокая огнеупорность материалов формы, нагрев ее до высоких температур перед заливкой и др. улучшает заполняемость, дает возможность получать отливки сложнейшей конфигурации, максимально приближенной или соответствующей конфигурации готовой детали, практически из всех известных сплавов. Коэффициент точности отливок по массе (КТМ) может достигать $0,85\ldots 0,95$, что резко сокращает объемы обработки резанием и

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

отходы металла в стружку. Точность отливок может соответствовать 2...5 классам точности по ГОСТ 26645-85, а припуски на обработку резанием для отливок размером до 50 мм обычно не превышают 1,0 мм, а размером до 500 мм составляют около 3,0 мм. Поэтому литье по выплавляемым относится к прогрессивным материал- и трудосберегающим технологическим процессам обработки металлов

3. Разработка дизайн-проекта трехмерного изделия символики

Для данной работы была выбрана программа Autodesk AutoCAD.

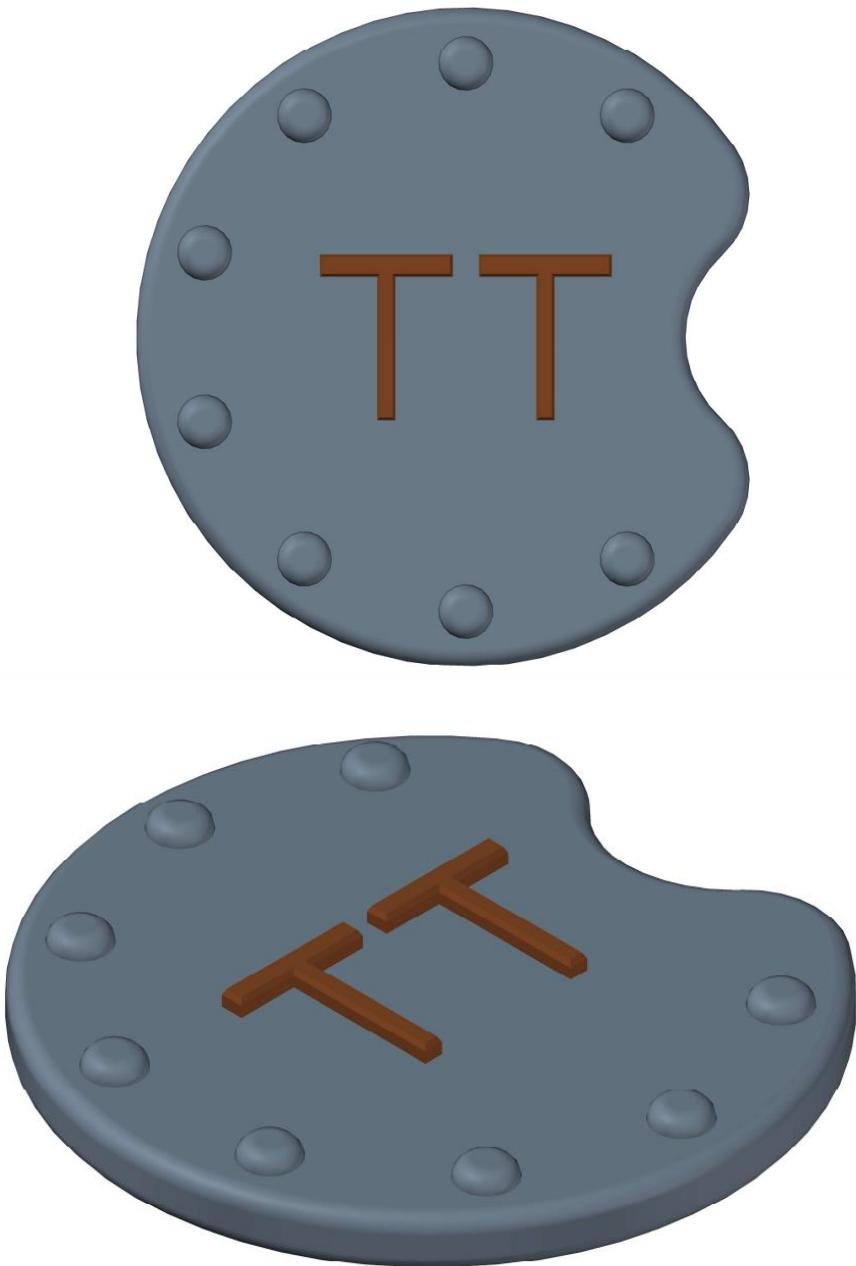


Рисунок 2 – Эмблема

Первым делом, был создан цилиндр и заданы его параметры (диаметр –

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

40мм; высота – 5мм), далее при ещё одного цилиндра и команды «Вычитание» сделан вырез. Для сглаживания краёв было использовано «Сопряжение по кромке». Текст был написан при помощи аналогичного инструмента, для создания объема использовано «Вытягивание». Используя «Круговой массив» и «Цилиндр» + «Вытягивание» + «Сопряжение по кромке» созданы полусферы. При помощи «Визуализации» окрашено. Для печати на 3D-принтере используем пластик PLA.

4. Разработка техпроцесса получения трехмерного прецизионного изделия на основе дизайн-проекта элемента символик

На первом этапе был разработан чертёж модели.



Рисунок 3 – Чертёж модели

Далее был разработан чертёж литейном модели в сборе.

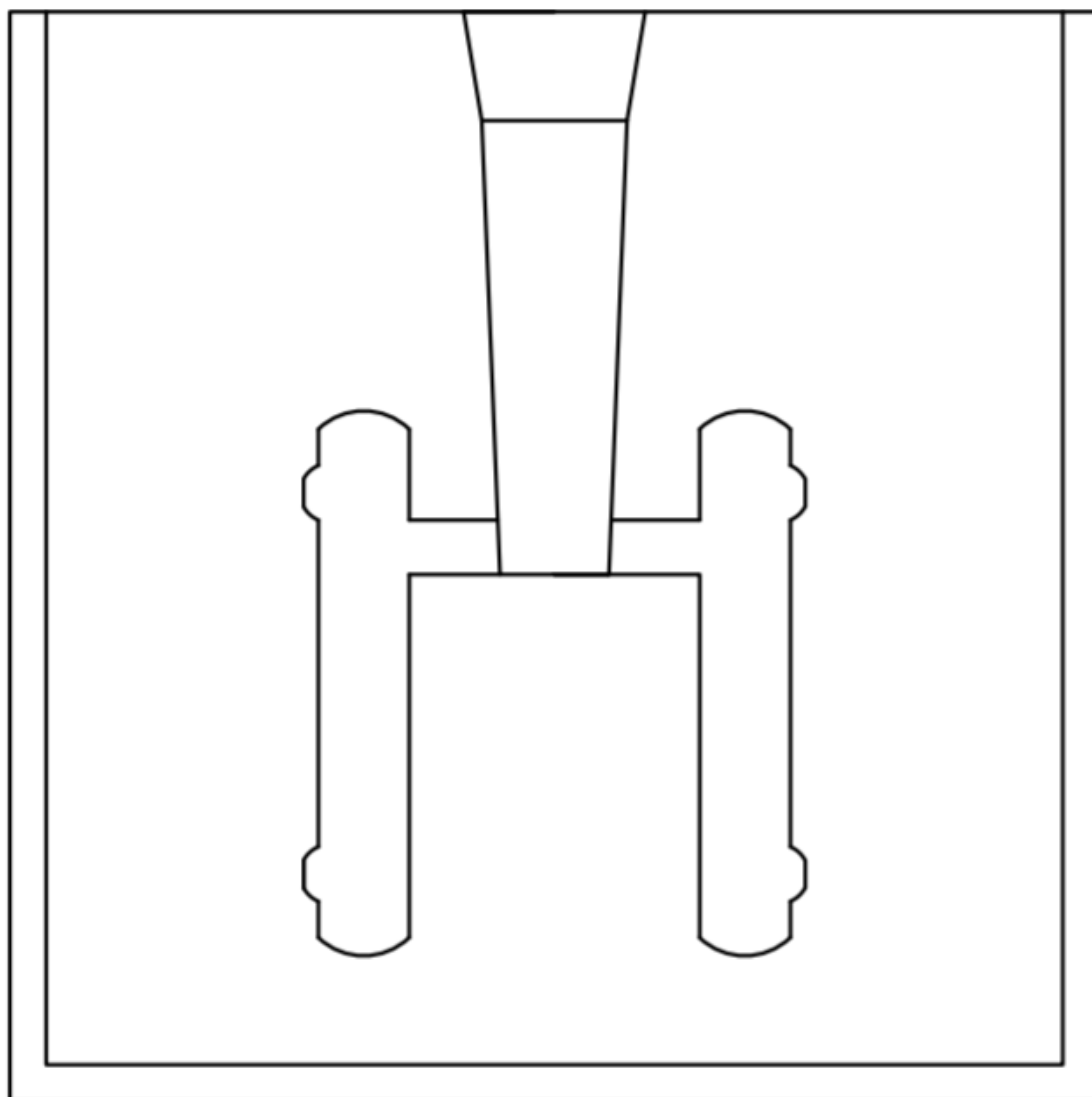


Рисунок 4 – Чертёж литейной модели в сборе

Было выбрано литьё по выплавляемым моделям. Формовочная смесь состоит из 50% мелкого песка и 50% гипса.

Сущность метода:

- 1) заготовка заключается в песчано-гипсовую форму;
- 2) выжигается при высоких температурах;
- 3) расплавленный металл заливается в образованную полость.

Так получается модель, которая в дальнейшем подвергается финишной обработке.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Список литературы

- Сравнение ABS, PLA, SBS, PETG. Различие пластиков: свойства, хранение, применение. – сайт rusabs.ru.
- Свойства PET. Достоинства и недостатки. Применение. – сайт e-plastic.ru.
- Программа Автокад: обзор, характеристики, возможности. – сайт blog.fenix.help.
- Blender – сайт ru.wikipedia.org.
- SolidWorks – сайт ru.wikipedia.org.
- ИСТОРИЯ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА – сайт <http://www.chuguny.ru>.
- Литье по выплавляемым моделям. Суть процесса. Основные операции и область применения – https://lmx.ucoz.ru/dlyabloga/LVM_Spec_litje.pdf

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14