

Министерство образования и науки Хабаровского края
Краевое государственное автономное
профессиональное образовательное учреждение
«Губернаторский авиастроительный колледж г. Комсомольска-на-Амуре
(Межрегиональный центр компетенций)»

**Методические указания
по оформлению курсового проекта
МДК 03.01 «Проектирование технологических процессов производства
изделий из полимерных композитов различного функционального
назначения»
по программе подготовки специалистов среднего звена
18.02.13 Технология производства изделий из полимерных композитов**

Комсомольск-на-Амуре 2023 г.

РАЗРАБОТАНО:

Разработчик: КГА ПОУ ГАСКК МЦК преподаватель Емельянов Е.Н.

СОГЛАСОВАНО:

Зам. директора ЦОиВ по УР О.А. Власюк

Зав. отделением Ю.Д. Перфильева

Председатель ПЦК И.В. Фоминых

РАСМОТРЕНО

На заседании ПЦК

Протокол № _____

«_____» _____ 202__ г.

Оглавление

Введение.....	5
1 Структура обозначения курсового проекта.....	5
2 Содержание курсового проекта по отдельным разделам.....	6
2.1 Введение.....	6
2.2 Общая часть.....	7
2.2.1 Характеристика детали. Материал и его свойства.....	7
2.2.2 Технологии формования полимерных композитов.....	9
2.2.3 Анализ конструкции детали на технологичность и выбор технологии формования.....	10
2.3 Специальная часть.....	12
2.3.1 Выбор исходных компонентов, сырья. Расчет массы компонентов.....	12
2.3.2 Выбор технологического оборудования и инструмента.....	20
2.3.3 Описание и обоснование технологической оснастки.....	22
2.3.4 Разработка маршрутного технологического процесса.....	29
2.3.5 Расчет и определение норм времени формования изделия.....	35
2.3.6 Механическая постобработка формованного изделия.....	37
2.3.7 Технологическое оборудование и режущий инструмент для механической обработки.....	38
2.4 Конструкторская и технологическая документация.....	39
3 Методические указания по оформлению.....	40
3.1 Общие положения.....	40
3.2 Титульный лист.....	41
3.3 Лист задания.....	42
3.4 Оформление содержания.....	42
3.5 Требования к текстовым листам.....	42
3.5.1 Нумерация разделов.....	42
3.5.2 Оформление заголовков.....	43
3.5.3 Изложение текста документов.....	44
3.5.4 Формулы в тексте.....	45
3.5.5 Правила написания единиц физических величин.....	45
3.5.6 Оформление иллюстраций.....	45
3.5.7 Построение таблиц.....	46
3.6 Ссылки.....	47
3.7 Порядок оформления заключения.....	47

3.8 Порядок оформления списка использованных источников	47
3.9 Оформление приложений.....	47
Заключение	49
Приложение 1	50
Приложение 2	51
Приложение 3	52
Приложение 4	53

Введение

Настоящий руководящий документ (РД) устанавливает порядок оформления курсовых проектов по МДК 03.01 «Проектирование технологических процессов производства изделий из полимерных композитов различного функционального назначения» по программе подготовки специалистов среднего звена 18.02.13 «Технология производства изделий из полимерных композитов».

Руководящий нормативный документ является обязательным.

1 Структура обозначения курсового проекта

Структура обозначения дипломного проекта состоит из буквенно-цифрового обозначения:

КП 18.02.13 01.X2.X3

где КП – курсовой проект;

18.02.13 – код специальности;

X2 – год начала обучения группы в учебном заведении;

X3 – порядковый номер выпускника в списке журнала теоретического обучения.

В конце обозначения документов добавляется дополнительный код.

Примеры обозначения (обязательно):

1. Пояснительная записка - КП 18.02.13 X1.X2.X3 ПЗ

2. Конструкторская документация:

2.1. 3D-модель детали - КП 18.02.13 01.X2.X3 001

2.2. 3D-модель технологической оснастки КП 18.02.13 01.X2.X3 002

2 Содержание курсового проекта по отдельным разделам

Курсовой проект состоит из пояснительной записки с приложениями и графической части.

Пояснительная записка включает в себя следующие структурные элементы:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- общая часть;
- специальная часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

2.1 Введение

Во введении студент обосновывает актуальность выбранной темы и перспективы развития изделий из полимерных композитов (ПКМ). Введение обязательно должно быть логически связано с темой курсового проекта, в нем кратко излагается тема курсового проекта, обосновывается ее важность и актуальность.

Формируется основная цель и задачи курсового проекта, а также мероприятия по повышению технического уровня производства ПКМ, механизации и автоматизации производства ПКМ, по разработке прогрессивных технологических процессов и улучшению качества продукции из ПКМ.

2.2 Общая часть

В данном разделе приводятся сведения об изделии, его назначении, геометрии, формы, размеров. Содержится описание технических требований конкретно по заданному изделию. Также приводятся сведения о типе производства и выбирается метод формования.

Приведенные сведения должны служить исходным материалом для разработки технологического процесса и описания специальной части.

2.2.1 Характеристика детали. Материал и его свойства

В данной главе подробно описывается исходное изделие:

- применение, назначение;
- в каких устройствах применяется;
- форма, конфигурация изделия;
- основные размеры;
- изображение изделия (чертеж, эскиз, изометрия).

Далее приводятся сведения, из какого материала предполагается изготавливать деталь.

Пример 1 главы 1.1

«Кронштейн поворотного механизма служит для крепления подбалсенника к опоре. С помощью такого кронштейна оборудование, закрепленное на вертикальной стенке, может откидываться в сторону.

Кронштейн должен удовлетворять как общим, так и специальным требованиям.

К изделию предъявляются следующие общие требования:

- достаточная прочность;
- достаточная жёсткость;
- технологичность;
- минимальная масса.

- температура эксплуатации от - 60° до 50° С.

В процессе проектирования необходимо ознакомиться с конструкцией изделия.

Кронштейн представляет собой изделие, чертеж которого, в соответствии с ГОСТ 2.101-68 (ЕСКД) содержит достаточное количество проекций, разрезов и сечений, необходимых для его изготовления и проектирования оснастки для производства. На чертеже также указаны все необходимые размеры.

Изделие представляет собой уголок со втулкой на одной из полок (рис.1).

Втулка и уголок соединены между собой неразъемным соединением. Габаритные размеры изделия – 6×70×50 мм, толщина стенок 6 мм, внешний диаметр втулки 20 мм, толщина стенки втулки 5 мм. Также в уголке выполнены отверстия диаметром 8 и 10 мм.

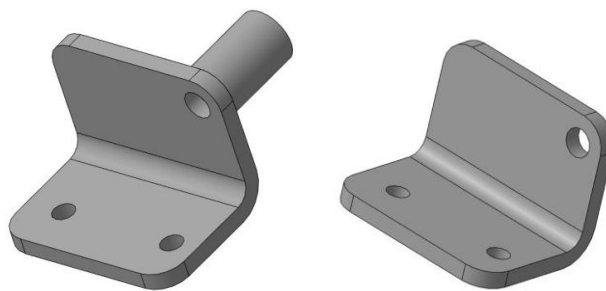


Рисунок 1 - Изделие «Кронштейн поворотного механизма»

В целях унификации предлагается использовать типовые сырье и полуфабрикаты для изготовления деталей «Уголок» и «Втулка».

Предполагаемый материал изготовления уголка кронштейна – стеклопластик на основе нескольких слоев стеклоткани и эпоксидного связующего.

Втулка покупная из стеклотекстолита.

Так как изделие должно быть единым целым, то сборку уголка со втулкой будет производиться склеиванием.»

2.2.2 Технологии формования полимерных композитов

Вводная часть данной главы выглядит следующим образом:

«В промышленности применяется несколько методов изготовления изделий из полимерных композитов. Рассмотрим некоторые из них.»

Далее необходимо описать несколько (не менее 3-х) методов (технологий) формования, которые могут подходить для изготовления изделия. Описывается суть метода, вид оборудования, оснастки, исходное сырье, достоинства и недостатки.

Например, описание можно сделать таким образом:

«Вакуумное формование:

Это технология производства композита, процесс которого аналогичен при контактном (открытому) формовании, но дополняется применением вспомогательных материалов (жертвенная ткань, вакуумная пленка) и источника остаточного давления (вакуумный насос). После пропитки армирующих материалов связующим на них укладываются вспомогательные материалы и покрывается вакуумной пленкой. В дальнейшем внутри вакуумного мешка создается остаточное давление, которое способствует удалению излишков смолы и воздуха. Детали, произведенные по этой технологии, отличаются высоким качеством (отсутствие воздушных пузырей), малой массой и высокой прочностью.

Материалы:

Связующие: в основном эпоксидные смолы.

Армирующие материалы: углеткань, стеклоткань и др.

Вспомогательные материалы: разделительная ткань, жертвенная ткань, вакуумная пленка, жгут герметизирующий.

Заполнители: любые.

Преимущества:

- лучшее соотношение волокно/связующее, что благоприятно сказывается на прочности и массе готового изделия;*

- получение наиболее гладкой поверхности;
- отсутствие воздушных пузырей;
- лучшее пропитывание материалов.

Недостатки:

- увеличение номенклатуры материалов и соответственно увеличение себестоимости изготовления;
- более высокие требования к квалификации рабочих;
- небезопасные условия труда.

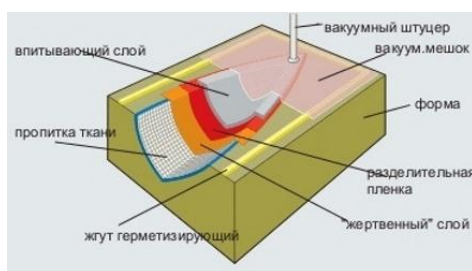


Рисунок 2 – Схема вакуумного формования.»

Список источников:

1. Раздел 38. Формование изделий из полимерных композитов (ПКМ).
<http://www.detalmach.ru/composit4.htm>
2. Технологии изготовления композитов. www.skb-077.ru/blog/post/composite
3. Батаев А.А., Батаев В.А. Композиционные материалы: строение, получение, применение. Учеб. пособие. – М.: Университетская книга; Логос. 2006 г., - 400 с.

2.2.3 Анализ конструкции детали на технологичность и выбор технологии формования

Вводная часть данной главы выглядит следующим образом:

«Общие технологические требования к конструкции деталей машин можно сформулировать следующим образом: конфигурация детали должна представлять собой сочетание простых геометрических форм,

обеспечивающих удобную, надежную базу для установки заготовки в процессе её обработки и дающих возможность применения высокопроизводительных технологических методов изготовления. Заданная точность и шероховатость поверхностей детали должны быть строго обоснованы ее служебным назначением. Необоснованно завышенные требования к точности и шероховатости приводят к необходимости вводить дополнительные технологические операции, удлиняют цикл обработки, увеличивают трудоёмкость изготовления и повышают себестоимость детали.

К общим признакам технологической рациональности конструкции изделия относят обычно простоту формы, минимизацию подетального членения конструкции, выбор наиболее технологичного ПМ, сокращение номенклатуры ПМ в составе одной конструкции и некоторые другие признаки.»

Далее описывается технологичность детали: какой она формы, требуется ли её разбиение на простые элементы, можно ли формовать её в простой оснастке или необходима сложная сборная оснастка, как будут получаться отверстия - каким методом, какая толщина стенки детали.

На основании вышеприведенных данных и выбирается метод формования

Главу можно закончить, например, фразой:

«Проведя анализ способов формования детали, рассмотренных в предыдущей главе, выбирается метод формования прямого прессования.»

2.3 Специальная часть

Специальная часть пояснительной записки курсового проекта практически является проектной работой выпускника. В данном разделе приводятся сведения о выборе исходных компонентов для материала, его конструкции, маршрутный процесс технологии изготовления, требования к технологической оснастке, сведения о технологическом оборудовании и инструментах.

2.3.1 Выбор исходных компонентов, сырья. Расчет массы компонентов.

В данной главе приводятся сведения о композитном материале, из которого будет изготавливаться проектируемое изделие. В частности, описывается структура материала, а также приводятся сведения об основных компонентах: наполнителе и связующем (ГОСТ, ТУ, ОСТ, описание, физические и механические свойства).

Выбор компонентов материала производится исходя из выбранной технологии формования и геометрии детали.

Необходимо принять во внимание:

1. Для прямого прессования и сухой намотки выбираются препреги и пресс-материалы (премиксы).
2. Для вакуумной инфузии, пропитки под давлением, пропитки под вакуумом, RTM выбираются стеклоткани и углеткани плотностью не более 300 г/м² и связующие низкой вязкости (вязкостью до 1500 мПа·с).
3. Для автоклавного и вакуумного формования используются препреги.
4. Для мокрой намотки в качестве наполнителя используются ровинги и ленты, в качестве связующего, как правило, применяются полиэфирные смолы.
5. В пултрузионном методе применяются ровинги, вуали и ткани (1-2 поверхностных слоев) и полиэфирные смолы (реже эпоксидные смолы со скоростью отверждения до 30 мин. и температурой отверждения 150-250°С).
6. При напылении используются стеклоровинг, полиэфирное или эпоксидное связующее (вязкостью до 1500 мПа·с).

7. При определении типа смолы необходимо также учитывать технологические свойства и особенности обращения с материалом (время гелеобразования, время в течение которого можно обрезать кромки, максимальное количество выделившейся теплоты, коробление, усадка, непрозрачность, вязкость и тиксотропность).

8. Чтобы для каждого конкретного изделия подобрать смолу с нужными свойствами, необходимо тщательно изучить технические условия смолы, выпускаемые их изготовителями

В списке использованных источников обязательно указывать ссылки на источники, с которых взята информация по компонентам.

Пример главы 2.1

«Кронштейн изготавливается из полимерного композита, состоящего из двух компонентов: армирующего наполнителя и полимерного связующего. Так как кронштейн состоит из двух разных по конфигурации деталей, уголка и втулки, то для каждого элемента разработана своя конструкция материала.

При подборе материала очень важно найти оптимальный баланс между характеристиками, подбирая слои, направление волокна, метод плетения и плотность. Механические свойства готовых композитов зависят также от следующих параметров:

- тип волокна и смолы,*
- тип плетения, ориентация волокон,*
- соотношение волокон (т.е. плотность полотна) и смолы в композиции,*
- плотность, однородность, пористость и пр.*

Рассмотрим каждый элемент отдельно.

Элемент «Уголок» формируется методом вакуумной инфузии из слоистого композита на основе стеклотканей, пропитанных эпоксидной смолой. Соотношение стеклоткани к связующему принимаем равным 60:40.

В качестве стеклоткани выбрана стеклоткань Т-10-14 (ГОСТ 19170-2001) (рисунок 3).



Рисунок 3 – Стеклоткань Т-10-14

Стеклоткань Т-10-14 представляет собой представляет собой ткань белого цвета, состоящая из стеклонитей, сатинового переплетения. Производится из стекла типа «С» с поверхностной плотностью 290 г/м².

Среди преимуществ конструкционной ткани Т-10-14 (92):

Повышенная стойкость к щелочным и кислотным средам;

Мягкость и эластичность;

Легковесность;

Негорючесть и пожаробезопасность;

Низкий коэффициент растяжения;

Высокие антимагнитные и диэлектрические свойства;

Сохранение структуры даже при небольших дефектах и повреждениях полотна;

Устойчивость к высоким механическим нагрузкам.

В табл. 1 представлены основные характеристики стеклоткани Т-10-14.

Таблица 1. Основные характеристики стеклоткани Т-10-14 (ГОСТ 19170-2001)

Наименование показателя	Значение
Длина рулона, м	70-120
Марка	Т
Поверхностная плотность, г/м ²	<u>275</u>
Плотность нитей по основе	36
Плотность нитей по утку	20
Разрывная нагрузка по основе, Н (кгс)	2450
Разрывная нагрузка по утку, Н (кгс)	1323
Температура эксплуатации, С°	<u>-200/+400</u>
Тип обработки края	Не обработан
Толщина, мм	0.23
Замасливатель	<u>14</u>
Группа горючести	НГ
Ширина рулона, м	0.92

Для формования композита методом вакуумной инфузии выбрано связующее, которое состоит из эпоксидной смолы SR 8100 и отвердителя SD8824 быстрый.

SR 8100 – двухкомпонентная эпоксидная система, специально разработанная для процессов подачи смолы, таких как инжекция, инфузия и RTM технология. Эта система обладает очень низкой вязкостью при температуре окружающей среды. Различные отвердители позволяют формировать детали различного размера с быстрым временем съема. Высокие механические свойства можно получить при использовании отвердителя SR8100 / SD8822-8824. Отвержденная система дает температурную стойкость до 800 °C (Tg1)

В таблице 2 приведены характеристики эпоксидной смолы SR 8100.

Для отверждения связующего используется отвердитель SD 8824 - смесь метилпентандиамина и *m*-ксилендиамин. Показатели отвердителя SD8824 быстрый:

- Вязкость при 20°C - 6 мПа·с.
- Реактивность адаптирована для производства небольших изделий.
- Хорошие механические свойства после отверждения при комнатной температуре.

Таблица 2 - Эпоксидная смола SR 8100:

Наименование показателя	Характеристика
Температурная стойкость изделий, °C	до 80 градусов
Соотношение смола/ отвердитель по весу, гр.	SD8824 – 100/22 г.
Температура стеклования (Tg1 Max)	SD8824 – 89 °C
Вязкость при 20 °C, мПа×с	1320 мПа×с

Для достижения подходящего времени работы со смолой отвердители можно смешивать 50/50 по весу с отвердителем SD 8822.»

Далее, в главе производится расчет массы изделия.

Пример:

«Рассчитаем массу композита для изготовления одного кронштейна.

Количество слоев армирующего материала определяется из толщины изделия и толщины монослоя наполнителя:

$$n_{\text{сл}} = \frac{t_{\text{дет.}}}{t_{\text{тк.}}} \quad (2.1)$$

где $t_{\text{дет.}}$ – толщина детали, мм;

$t_{\text{тк.}}$ – толщина ткани, мм.

Примечание: для деталей на основе стекло-, углетканей.

Используемый армирующий материал, стеклоткань сатиновая Т-10-14, имеет следующие характеристики:

- поверхностная плотность, $\mu = 290 \text{ г/м}^2$;

- толщина монослоя, $t = 0,23 \text{ мм}$.

Для уголка с толщиной стенки $t_{\text{дет.}} = 6 \text{ мм}$ и стеклоткани Т-10-14 толщиной $t_{\text{тк.}} = 0,23 \text{ мм}$ имеем:

$$n_{\text{сл}} = \frac{6}{0,23} = 26 \text{ слоев.}$$

Масса армирующего материала:

$$M_{\text{АМ}} = S \cdot n_{\text{сл}} \cdot \mu, \quad (2.2)$$

где $M_{\text{АМ}}$ – масса армирующего материала, г

S – площадь поверхности изделия (укладки), м^2 (определяем в Компасе)

$n_{\text{сл}}$ – количество слоев армирующего материала, шт.

μ – поверхностная плотность наполнителя, г/м^2

$$M_{\text{АМ}} = 0,082 \cdot 26 \cdot 290 = 618 \text{ г}$$

Масса связующего

$$M_{\text{СВ}} = \text{СВ} \cdot M_{\text{АМ}} / \text{АМ}, \quad (2.3)$$

где $M_{\text{СВ}}$ – масса связующего, г

АМ – доля армирующих материалов

СВ – доля связующего

Для вакуумной инфузии принято соотношение «наполнитель : связующее»

$$AM = 60, CB = 40.$$

$$M_{CB} = 40 \cdot 618 / 60 = 412 \text{ г}$$

Общая масса композитной детали, г

$$M = M_{AM} + M_{CB} \quad (2.4)$$

Тогда:

$$M = 618 + 412 = 1030 \text{ г.}$$

Полученную массу впишем в чертеж изделия.

Примечание: Пример расчета массы и других параметров для изделий, изготавливаемых методом **намотки**. Данный расчет также подходит и для деталей, получаемых методом **напыления**.

«Для расчета массы намотанного изделия необходимо найти массу компонентов: ровинга и связующего.

Расчет массы ровинга (г) выполняют по формуле:

$$m_{ам} = \frac{V \cdot \mu_{ам} \cdot \rho_{св} \cdot \rho_{ам}}{\rho_{ам} \cdot \mu_{св} + \rho_{св} \cdot \mu_{ам}} \quad (2.1)$$

Расчет массы связующего (г) выполняют по формуле:

$$m_{св} = \frac{V \cdot \mu_{св} \cdot \rho_{св} \cdot \rho_{ам}}{\rho_{ам} \cdot \mu_{св} + \rho_{св} \cdot \mu_{ам}} \quad (2.2)$$

где V – объем детали, см^3 ;

$\rho_{ам}$ – плотность материала ровинга, г/см^3 ;

$\rho_{св}$ – плотность связующего, г/см^3 ;

$\mu_{ам}$ – массовая доля ровинга;

$\mu_{св}$ – массовая доля связующего;

$$\mu_{ам} + \mu_{св} = 1.$$

Объем композитной части баллона $V = 235000 \text{ мм}^3 = 235 \text{ см}^3$.

Стеклоровинг RC10 2400-14 (40) изготовлен из стекла типа R плотностью $\rho_{ам} = 2,6 \text{ г/см}^3$.

Плотность полиэфирного связующего FENAPOL UP 13120 A-15 $\rho_{св} = 1,1 \text{ г/см}^3$.

Массовые доли $\mu_{ам} = 0,7$; $\mu_{св} = 0,3$.

Масса стеклоровинга:

$$m_{ам} = \frac{V \cdot \mu_{ам} \cdot \rho_{св} \cdot \rho_{ам}}{\rho_{ам} \cdot \mu_{св} + \rho_{св} \cdot \mu_{ам}} = \frac{235 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 2,6}{2,6 \cdot 0,3 + 1,1 \cdot 0,7} = 303,5 \text{ г}$$

Масса связующего:

$$m_{св} = \frac{V \cdot \mu_{св} \cdot \rho_{св} \cdot \rho_{ам}}{\rho_{ам} \cdot \mu_{св} + \rho_{св} \cdot \mu_{ам}} = \frac{235 \cdot 0,3 \cdot 1,1 \cdot 2,6}{2,6 \cdot 0,3 + 1,1 \cdot 0,7} = 130 \text{ г}$$

Общая масса композита изделия (г) вычисляется по формуле:

$$m_k = m_{ам} + m_{св} \quad (2.3)$$

$$m_k = 303,5 + 130 = 433,5 \text{ г}$$

Полученную массу впишем в чертеж изделия.

Рассчитаем количество слоев. Количество слоев n вычисляют по формуле:

$$n = \frac{t}{0,0001 \cdot \rho_p} \quad (2.4)$$

где t - толщина стенки изделия, мм;

ρ_p - линейная плотность ровинга, текс.

$$n = \frac{t}{0,0001 \cdot \rho_p} = \frac{3}{0,0001 \cdot 2400} = 12,5 \approx 12.$$

Примечание: Количество слоев выражают целым числом. При необходимости округляют результат до ближайшего целого числа или ближайшего четного числа.»

В случае, если в изделии применяются дополнительные детали и материалы, то их тоже рекомендуется описать по примеру ниже:

«Для изготовления втулки будет использоваться стандартное изделие - трубка ТСЭФ ГОСТ 12496-88 (рис. 4).

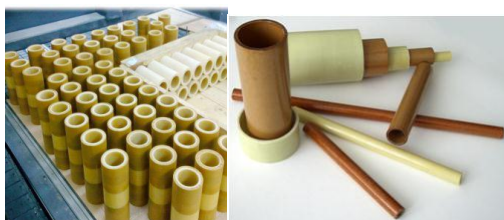


Рисунок 4 – Втулка ТСЭФ

Трубка ТСЭФ выполняется методом намотки. Для изготовления стеклотекстолитовых цилиндров и трубок используются электроизоляционные стеклоткани и связующие на основе эпоксидной смолы (эпоксифенольные, модифицированные эпоксидные), а также кремнийорганические. Стеклоэпоксифенольные трубки ТСЭФ (ТС-ЭТФ) изготавливаются с толщиной стенки от 2 до 20 мм, внутренним диаметром от 10 до 600 мм.

Так как связующее SR8100 эпоксидного типа и втулка ТСЭФ выполнена на основе эпоксидного связующего, то для вклеивания втулок в уголок выбран клей ВК9 ТУ 1-595-14-842-2009 (рис. 5).



Рисунок 5 – Клей ВК-9»

Ссылки на ресурсы:

1. Производство и поставка стеклотканей, базальтовых и кремнеземных тканей. <https://steklotkani.ru>
2. Каталог ООО «АйПиГрупп» - CarbonStudio. <https://carbonstudio.ru>
3. Ткань конструкционная, стеклоткань. <https://www.e-zim.ru/products/tkan-konstrukzionnaya/>
4. Каталог ООО «Новый композит». <https://shopnewcomposite.ru>
5. Каталог Компания "Комфайбер" <https://carbon-info.ru>
6. Каталог Композитный супермаркет CarboCarbo <https://carbocarbo.ru>
7. Каталог «СКМ Полимер» <https://skm-polymer.ru>
8. Пултрузия для профиля из стеклопластика. Технология и материалы. <https://igc-market.ru/baza-znaniy/pultruziya/pultruziya-tehnologiya-i-materialy/>
9. Каталог «GRAPHITE PRO Композиционные Технологии» <http://graphite-pro.ru>

10. Каталог ООО «ДУГАЛАК» <https://www.dugalak.com/rus/products>
11. Справочник «Авиационные материалы» Т. 7 «Полимерные композиционные материалы». <https://disk.yandex.ru/i/zgqWbmj03Kioxo>
12. Справочник «Авиационные материалы» Т. 10 «Клеи, герметики, резины, гидрожидкости». Ч. 1 «Клеи, клеевые препреги». <https://disk.yandex.ru/i/ucGTBIrQ3GYLVS>
13. ГОСТ 12496-88. Цилиндры и трубки электротехнические стеклоэпоксифенольные. Технические условия.
14. ГОСТ 19170-2001. Стекловолокно. Ткань конструкционного назначения. Технические условия.
15. ГОСТ 12652-74 Стеклотекстолит электротехнический листовой. Технические условия.
16. ГОСТ 20437-89. Материал прессовочный АГ-4. Технические условия.
17. ГОСТ 10587-84. Смолы эпоксидно-диановые неотвержденные. Технические условия.
18. ГОСТ 17139-2000. Стекловолокно. Ровинги. Технические условия.
19. ГОСТ Р 57407-2017 Волокна углеродные. Общие технические требования и методы испытаний.
20. ГОСТ 22345-77. Клей ВС-10Т теплостойкий. Технические условия

2.3.2 Выбор технологического оборудования и инструмента

Пример вступительной части главы:

«Выбор основного и вспомогательного технологического оборудования должен соответствовать выбранной технологической схеме с учётом особенностей переработки того или иного вида сырья и полуфабрикатов. К основному оборудованию относятся оборудование, оказывающее непосредственное воздействие на материал заготовки в процессе получения готовых изделий. Таким оборудованием являются печи полимеризации, прессы, вакуумные станции, автоклавы, намоточные станки, металлорежущие станки.»

Согласно ГОСТ 14.304-73 «Правила выбора технологического оборудования» выбор должен производиться по главным параметрам, наиболее показательным для интересующего проектанта вида оборудования, т.е. в наибольшей мере выявляющим его функциональные возможности и техническое преимущество. При этом физической основой главных параметров оборудования должны быть характеристики объекта производства (размерные, массовые, механические и т.д.).»

Далее идет описание выбора основного оборудования, на котором будет производиться формование.

«Уголок будет изготавливаться методом прямого прессования. Подбираем основное оборудование.

В производстве изделий из полимеров методами прессования наиболее распространены прессы с гидравлическим приводом из-за ряда преимуществ: они наиболее просты и удобны в эксплуатации; долговечны; легко регулировать основные параметры процесса прессования (температура, давление прессования).

Гидравлические прессы производят в нашей стране и за рубежом. Тип и типоразмер прессов выбирается исходя из массы и размеров изделия, площади прессования, материала изделий, тиражности, количества гнезд в форме, конструктивных особенностей изделий, требований к точности изготовления и чистоте поверхности изделия.

С учетом того, что размер пресс-формы примерно равен 200×500 мм, то выбираем гидравлический пресс для прессования пластмасс или вулканизационные прессы с размером рабочего стола не менее 700 мм.»

Далее приводится описание прессы и его характеристики.

Аналогичным образом приводятся сведения об остальном технологическом оборудовании, которое будет применяться для изготовления изделия.

2.3.3 Описание и обоснование технологической оснастки

В данной главе приводятся сведения о технологической оснастке, в которой будут формироваться заданные изделия. То есть в этой главе описывается спроектированная оснастка и какие требования к ней предъявляются.

При этом, необходимо отметить, что пресс-формы, как наиболее сложная технологическая оснастка, изготавливаются из специальных марок сталей и сплавов на основе алюминия, выдерживающих воздействие высоких температур, механических усилий и химических соединений, выделяющихся при прессовании. Детали пресс-формы разделяются на технологические (оформляющие), конструктивные и нагревательные.

Технологические детали непосредственно соприкасаются с пресс-материалом. К ним относятся в основном матрицы и пуансоны или крышки.

Матрица - заглубленная часть пресс-формы, оформляющая наружную поверхность изделия и обычно располагаемая внизу (крепится к столу пресса).

Пуансон - выступающая часть пресс-формы, оформляющая внутреннюю поверхность изделия. Обычно пуансон располагается сверху (крепится к ползуну пресса).

Основными конструктивными деталями пресс-формы являются обоймы, направляющие колонки и втулки, плиты, выталкиватели и крепежные детали.

В контактных и вакуумных методах формования используется технологическая оснастка в виде формы или, как ещё её называют – формообразующая оснастка. Форма является частным случаем пресс-формы, фактически она аналогична матрице пресс-формы.

Пример содержания главы:

«В зависимости от технологии формования определяются ряд требований к технологической формообразующей оснастке.

Формообразующая оснастка должна содержать необходимую разметку (линии обреза детали, линии базовых плоскостей и оси симметрии и т.п.),

наносимую в виде рисок на видимую зону оснастки вне рабочей поверхности. Рабочая поверхность оснастки – поверхность, ограниченная контуром детали с технологическим припуском, остальная поверхность технологической оснастки служит для обеспечения процесса формования (установки вспомогательных материалов, стяжных болтов, герметизирующих жгутов и т.п.) и нанесения разметки.

К технологической оснастке предъявляются следующие общие технические требования:

- технологическая оснастка должна обеспечить изготовление деталей с заданными параметрами прочности, массы и нормами точности воспроизведения геометрических обводов размеров (согласно конструкторской документации);

- конструкция оснастки (членение на элементы) должна предусматривать гарантированный съём отформованной детали без повреждения рабочей поверхности оснастки и самой детали. (здесь добавить, из каких частей состоит ваша оснастка: матрица и крышка, матрица и пуансон, матрица из 2-х или 3-частей и т.д.)

- оснастка должна обеспечить количество съёмов деталей, заданное в техническом задании на оснастку;

- собственная жесткость формообразующей оснастки должна исключать появление остаточной деформации рабочей поверхности при воздействии максимальной температуры и двукратного уровня давления процесса формования детали; (например, здесь можно добавить про толщину оснастки – матрицы и крышки, сколько мм)

- конструктивные элементы технологической оснастки должны быть снабжены рукоятками или скобами для монтажа, сборки и переноски, если вес элемента оснастки превышает 50 кг, то необходимо предусмотреть места для установки такелажных узлов;

К поверхности оснастки предъявляются следующие требования:

- на рабочей поверхности не должно быть визуально определяемых забоин, царапин, пористости;

- на технологической оснастке допускается наличие зон ремонта с суммарной площадью не более 5% от общей площади рабочей поверхности;
- оснастка должна обеспечить шероховатость внешних поверхностей деталей не хуже Ra 1,6; (величину можно уточнить)
- оснастка должна обеспечивать шероховатость внутренних поверхностей деталей не хуже Ra 3,2. (величину можно уточнить)

Требования к материалу оснастки:

- материалы, применяемые для изготовления оснастки должны обладать температурной стойкостью не менее +120°C; (температуру нужно уточнить)
- коэффициенты линейного термического расширения материала оснастки должны соответствовать коэффициентам линейного термического расширения материала изделий, или отличаться не более чем 0,1% от максимального линейного размера;
- материал оснастки должен обеспечивать отсутствие коробления в процессе эксплуатации и хранения в заданный срок;
- покрытие рабочей поверхности должно быть стойким к многократному воздействию активных растворителей, таких как ацетон, растворитель 646, бензин-растворитель.

На основании вышеприведенных требований к материалу, а также режимов отверждения (температуры) и давления, для изготовления оснастки выбран **такой-то материал.**»

Далее указываете дополнительные сведения об оснастке:

- чем соединяете части оснастки (стяжные болты (струбцины))
- наличие направляющих штифтов для точной фиксации при сборке оснастки.

В стандарте ГОСТ 27358-87 можно также выписать требования, которые подходят к вашей оснастке.

Обязательно приводятся размеры оснастки. В главе показать рисунки, схемы для полного понимания.

Из **примера** ниже можно взять информацию об оправках для намотки.

«Технологические оправки

Во всех случаях изготовления изделий намоткой применяют специальную технологическую оснастку — оправку. Конструкция оправки должна отвечать следующим требованиям: соответствовать геометрии и форме внутренней конфигурации изделия; обладать достаточной прочностью при сжимающих нагрузках; не прогибаться под собственной массой; не проскальзывать на валу; легко удаляться после отверждения изделия; предусматривать установку закладных элементов; иметь гладкую и ровную поверхность.

В соответствии с конструктивным оформлением оправки подразделяют на цельные, разборные и разрушаемые. Возможно применение и комбинированных оправок, включающих в себя элементы одноразового и многоразового использования.

Цельные оправки. Такие оправки применяют в серийном производстве при формовании изделий, из которых оправку можно извлечь полностью (цилиндры, конусы, полусферы и т.п.). В этих случаях извлечение оправки из изделия не представляет принципиальных трудностей, если на ее поверхность предварительно нанесено антиадгезионное покрытие.

Для обеспечения демонтажа поверхность цилиндрических оправок выполняют с небольшим технологическим конусом (1:100...1:200). Цельные оправки изготавливают из сталей и алюминиевых сплавов. Выбор материала оправки определяется размером изделий, их точностью и масштабом производства. Извлекают оправку вручную (если она небольшая), либо с помощью специальных станков - кабестанов (в случае больших изделий). Применение неразборных многоразовых оправок целесообразно до диаметра изделий 500 мм.

Разборные оправки. Их используют при формовании изделий, из которых цельные оправки извлечь нельзя (цилиндрические оболочки с днищами, сферические оболочки с большими полюсными отверстиями). Для

изготовления таких конструкций применяют разборные металлические оправки (рис. 20).

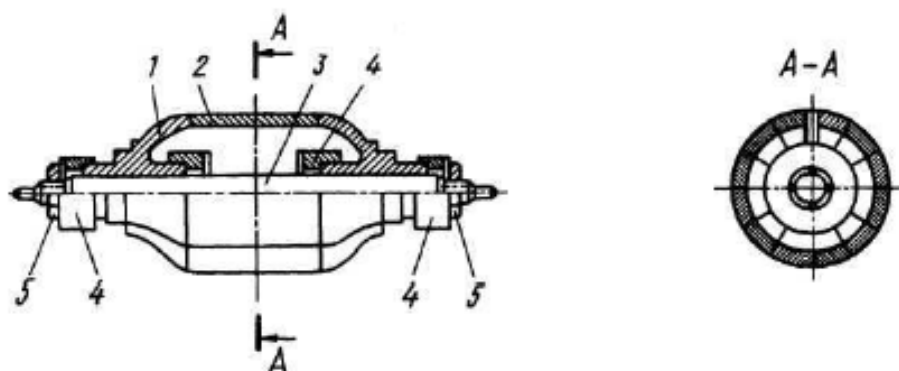


Рис. 20. Конструктивная схема металлической оправки: 1 - разборные части оправки, формирующие днища сосудов; 2 - цилиндрическая часть оправки; 3 - вал; 4 - гайки для сборки частей днищ; 5 - гайки крепления оправки на валу

Разборная оправка разделена на три части, соответствующие профилированным днищам и цилиндрической части оболочки; каждая из них разрезана по образующей на тринадцать секторов, один из которых плоский. Части оправки, формирующие днища, устанавливают в посадочных местах вала, а затем после установки секторов цилиндрической части всю оправку закрепляют гайками. Для демонтажа оправки достаточно извлечь вал и плоские секторы в каждой части, после чего остальные секторы можно свободно удалить из отвержденной оболочки через ее полюсные отверстия.

Разборная оправка обеспечивает точность и жесткость конструкции, является оправкой многоразового использования, сравнительно легко удаляется из готового изделия. Однако конструкция этой оправки сложная и процесс изготовления ее дороже по сравнению с другими типами оправок.

Разборные многоразовые оправки целесообразно использовать при изготовлении не менее 25 изделий диаметром от 500 до 1500 мм.

Разрушаемые оправки применяют в тех случаях, когда контур изделия замкнутый или близок к такому (сферические, оваловидные, торовые оболочки с малыми полюсными отверстиями). Для их изготовления можно использовать такие материалы, как гипс, эвтектические соли и легкоплавкие металлы, песок, связанный раствором поливинилового спирта в воде, парафино-восковую

смесь. Такие оправки получают методами литья или прессования в специальных пресс-формах, поверхность которых покрыта кремнийорганической или графитовой смазкой. Их недостаток заключается в том, что они дают усадку, которая часто бывает неравномерной, а это приводит к нарушению точности размеров и геометрической формы готовых изделий. Такие оправки удаляют механическим разрушением, вымыванием, выплавлением, растворением в соответствующих жидкостях при нормальной или повышенной температурах.

Наиболее широко на практике применяют песчано-полимерные или аренальные оправки.

В качестве примера приведем конструктивную схему (рис. 21) и процесс изготовления удаляемых песчаных оправок торовой формы.

Оправка состоит из двух половинок, в одну из которых впрессована втулка с уплотнительным кольцом. Эти детали, а также штуцер являются элементами заправочного узла торового сосуда. Штуцер размещают во внутренней полости оправки и фиксируют в нужном положении с помощью разжимной цанги и винта. Конус служит для определения места расположения штуцера, раздвигания нитей и вытаскивания штуцера из оправки после окончания намотки. Половинки торовых оправок изготавливают из смеси кварцевого песка и водного раствора поливинилового спирта в алюминиевых пресс-формах. На 1 в.ч. ПВС марки "Совиол" берут 8 в.ч. воды и 55...57 в.ч. однородного песка. Смесь размешивают до равномерного состава и появления мелких пузырьков воздуха во всей массе. Такая смесь обладает достаточной текучестью и легко заполняет замкнутый объем торовой пресс-формы. Термообработку песчаных оправок любой формы проводят при температуре 393 К в течение 1 ч.

Изготовленные половинки совмещают и обматывают технологической лентой шириной 20 мм из растворимой в воде ПВС-пленки марки ПВС-Э с целью прочного скрепления половинок между собой и предохранения поверхности герметизирующей оболочки от прилипания к ней отдельных песчинок. Изготовленные таким способом оправки являются жесткими и

прочными ($\sigma_{сж} = 9$ МПа), имеют малую усадку, твердую и гладкую поверхность, безопасны при изготовлении и дешевы. Песчаную оправку и пленку ПВХ-Э удаляют из готового изделия путем вымывания горячей водой ($T = 333$ К). В течение 20...30 мин оправка распадается на мелкие части и удаляется через штуцер наружу, одновременно растворяется и вымывается водой технологическая пленка ПВХЭ.

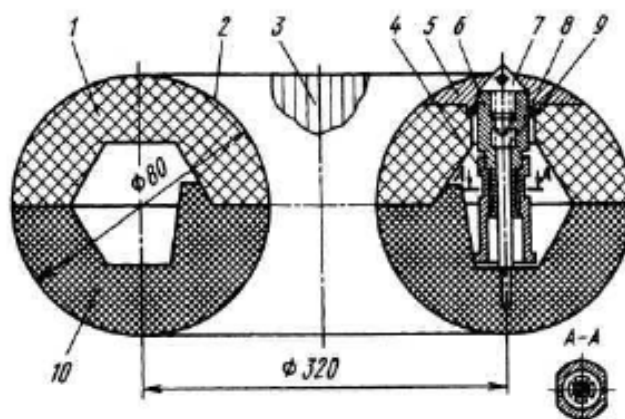


Рис. 21. Конструктивная схема вымываемой песчаной оправки торовой формы с закладными элементами штуцера оболочки и цанговым устройством для извлечения штуцера из оправки после намотки однонаправленного КМ: 1, 10 - верхняя и нижняя половины торовой оправки; 2 - поверхностный слой из пленки ПВХ-Э; 3 - схема укладки ленты, вырезанной из пленки ПВХ-Э; 4 - штуцер; 5 - втулка; 6 - разжимная цанга; 7 - раздвижной конус; 8 - фторопластовое уплотнение; 9 - установочный винт

Список использованной литературы:

1. ГОСТ 27358-87. Пресс-формы для изготовления изделий из пластмасс. Общие технические условия.
2. Воробей В.В., Маркин В.Б. Основы технологии и проектирование корпусов ракетных двигателей. - Новосибирск: Наука, 2003. - 164 с.
3. Гастров Г. Конструирование литьевых форм в 130 примерах. - СПб: Профессия, 2006. - 336 с.

2.3.4 Разработка маршрутного технологического процесса

В данной главе описывается процесс (последовательность) изготовления изделия. Последовательность – перечень операций. Указывается наименование операции и её содержание. Данную главу можно выполнить по примеру ниже:

«Последовательность выполнения операций выбирают исходя из требований рабочего чертежа и с учётом размеров, массы изделия, вида и способа получения исходной заготовки. Цель технологического маршрута – дать общий план изготовления детали, наметить содержание и последовательность технологического процесса (ТП). При составлении технологического маршрута учитывался материал, вид обрабатываемой поверхности, точности ее размеров и положение относительно других поверхностей. Структура и содержание технологического процесса обработки формованием заготовки детали зависит от ее конструктивного исполнения, геометрической формы, размеров, массы, вида заготовки, сложности предъявляемых технологических требований и характера производства.»

Произведем описание технологического маршрута изготовления изделия по каждой операции и заносим данные в таблицу 2.6.»

В таблице обязательно писать марки материалов, оборудования.

Таблица 2.6 - Маршрутная карта технологического процесса

Пример для вакуумной инфузии и РТМ

Операция	Содержание операции
1. Входной контроль	Проверка сырья и полуфабрикатов на наличие и соответствие паспорта качества и сертификата
2. Формование вакуумной инфузией	
2.1 Подготовка формующей оснастки	2.1.1 Очистить форму, промыть горячей водой с мылом и протереть насухо чистой ветошью. 2.1.2 Нанести на рабочие поверхности формы один слой

Операция	Содержание операции
	антиадгезивной смазки XXX; выдержать до высыхания при 25° С в течении 15 минут. Нанести второй слой антиадгезивной смазки слой; выдержать до высыхания при 25 С в течении 15 минут.
2.2 Раскройная операция	<p>2.2.1 Установить рулон стеклоткани Т-10-14 на раскройный станок XXX.</p> <p>2.2.2 Загрузить управляющую программу раскроя стеклоткани.</p> <p>2.2.3 Установить режущий инструмент</p> <p>2.2.4 Раскроить стеклоткань по заданной выкройке.</p> <p>2.2.5 Раскроить вручную жертвенную ткань, проводящую сетку, вакуумную пленку. Отрезать вакуумную и спиральную трубки.</p>
2.3 Подготовительная	<p>2.3.1 Укладка стеклоткани на формующую поверхность оснастки;</p> <p>2.3.2 Укладка жертвенной ткани, проводящей сетки, спиральной трубки, адаптеров, портов согласно схеме</p> <p>2.3.3 Накрыть вакуумной плёнкой и загерметизировать жгутом</p> <p>2.3.4 Подключить посредством вакуумной трубки к вакуумной станции. Перекрыть зажимом трубку подачи смолы. Проверить герметичность технологического пакета при давлении -0,1 МПа.</p>
2.4 Весовая	2.4.1 Взвесить необходимое количество связующего. Перемешать. Смола SR 8100 и отвердитель SD8824 (быстрый) в соотношении 100:33.
2.5 Дегазация	2.5.1 Поместить ёмкость со связующим в вакуумную камеру, произвести дегазацию в течение 10 мин при давлении -0,1 Мпа.
2.6 Формовочная операция	<p>2.6.1 Откачать воздух до давления -0,1 МПа.</p> <p>2.6.2 Открыть зажим на трубке подачи связующего, произвести пропитку</p> <p>2.6.3 Перекрыть зажимами трубку подачи связующего и трубку откачки. Отсоединить технологический пакет от вакуумной станции XXX.</p> <p>2.6.4 Разместить технологический пакет в сушильный шкаф.</p> <p>2.6.5 Нагреть форму до заданной температуры и выдержать под температурой формования согласно графику.</p>
2.7 Съёмная операция	<p>2.7.1 Охладить до температуры 40 °С.</p> <p>2.7.2 Вытащить технологический пакет из сушильного шкафа.</p> <p>2.7.3 Разобрать технологический пакет, произвести выемку заготовки из формы.</p>

Операция	Содержание операции
2.8 Контрольная операция	Подвергнуть заготовку наружному осмотру (отсутствие расслоений, непропитанных мест и т.д.), проверить толщину заготовки.

Пример для вакуумного формования

Операция	Содержание операции
1. Входной контроль	Проверка сырья и полуфабрикатов на наличие и соответствие паспорта качества и сертификата
2. Формование вакуумной инфузией	
2.1 Подготовка формующей оснастки	2.1.1 Очистить форму, промыть горячей водой с мылом и протереть насухо чистой ветошью. 2.1.2 Нанести на рабочие поверхности формы один слой антиадгезивной смазки ХХХ; выдержать до высыхания при 25° С в течении 15 минут. Нанести второй слой антиадгезивной смазки слой; выдержать до высыхания при 25 С в течении 15 минут.
2.2 Раскройная операция	2.2.1 Установить рулон стеклоткани Т-10-14 на раскройный станок ХХХ. 2.2.2 Загрузить управляющую программу раскроя стеклоткани. 2.2.3 Установить режущий инструмент 2.2.4 Раскроить стеклоткань по заданной выкройке. 2.2.5 Раскроить вручную жертвенную ткань, перфорированную плёнку, дренажный материал, вакуумную пленку. Отрезать вакуумную и спиральную трубки.
2.3 Весовая	2.3.1 Взвесить необходимое количество связующего. Перемешать. Смола SR 8100 и отвердитель SD8824 (быстрый) в соотношении 100:33.
2.4 Подготовительная	2.4.1 Укладка стеклоткани, пропитанной связующим, на формующую поверхность оснастки; 2.4.2 Укладка жертвенной ткани, перфорированной плёнки, дренажного материала, спиральной трубки, адаптеров, портов согласно схеме 2.4.3 Накрыть вакуумной плёнкой и загерметизировать жгутом 2.4.4 Подключить посредством вакуумной трубки к вакуумной станции. Проверить герметичность технологического пакета при давлении -0,1 МПа.
2.5 Формовочная	2.5.1 Откачать воздух до давления -0,1 МПа.

Операция	Содержание операции
операция	<p>2.5.2 Выдержать при работающей вакуумной станции в течение 15 мин.</p> <p>2.5.3 Перекрыть зажимом трубку откачки. Отсоединить технологический пакет от вакуумной станции ХХХ.</p> <p>2.5.4 Разместить технологический пакет в сушильный шкаф.</p> <p>2.5.5 Нагреть форму до заданной температуры и выдержать под температурой формования согласно графику.</p>
2.6 Съемная операция	<p>2.7.1 Охладить до температуры 40 °С.</p> <p>2.7.2 Вытащить технологический пакет из сушильного шкафа.</p> <p>2.7.3 Разобрать технологический пакет, произвести выемку заготовки из формы.</p>
2.7 Контрольная операция	Подвергнуть заготовку наружному осмотру (отсутствие расслоений, непропитанных мест и т.д.), проверить толщину заготовки.

Пример для прямого прессования из препрега

Операция	Содержание операции
<i>1. Входной контроль</i>	<i>Проверка сырья и полуфабрикатов на наличие и соответствие паспорта качества и сертификата</i>
<i>2. Прессование</i>	
<i>2.1 Подготовительная</i>	<p>2.1.1 Очистка пресс-формы; очистить полуформы, промыть горячей водой с мылом и протереть насухо чистой ветошью;</p> <p>2.1.2 Подготовить бензиновый раствор антиадгезионной смазки К-21 в соотношении К-21:бензин 5:95 % по массе.</p> <p>2.1.3 Нанести на рабочие поверхности формы 2-3 слоя с интервалом в 5-10 минут.</p> <p>2.1.4 После нанесения последнего слоя дать просохнуть 5 минут и отверждать 2 часа при 200°С.</p>
<i>2.2 Раскройная операция</i>	<p>2.2.1 Установить рулон препрега на раскройный станок ХХХ.</p> <p>2.2.2 Загрузить управляющую программу раскроя препрега.</p> <p>2.2.3 Установить режущий инструмент</p> <p>2.2.4 Раскроить препрег по заданной выкройке.</p>
<i>2.3 Подготовительная</i>	<p>2.3.1 Загрузить препрег в формовочные гнезда матрицы;</p> <p>2.3.2 Установить крышку на матрицу; собрать пресс-форму.</p> <p>2.3.3 Закрепить матрицу с плитой пресса ХХХ.</p>

<i>Операция</i>	<i>Содержание операции</i>
<i>2.4 Формовочная операция</i>	<i>2.4.1 Запустить пресс, нагрузить пресс-форму давлением 3 МПа. 2.4.2 Нагреть пресс-форму до температуры 150 °С и выдержать под температурой прессования 6 часов. Скорость нагрева 2 °С/мин.</i>
<i>2.5 Съёмная операция</i>	<i>2.5.1 Снять давление. 2.5.2 Охладить пресс-форму естественным образом до температуры 40 °С. 2.5.3 Извлечь пресс-форму из пресса, разобрать пресс-форму. 2.5.4 Произвести выемку изделия из пресс-формы.</i>
<i>2.6 Контрольная операция</i>	<i>подвергнуть изделие наружному осмотру (отсутствие расслоений, непропитанных мест и т.д.), проверить размеры изделия.</i>

Пример для прямого прессования из пресс-материала

<i>Операция</i>	<i>Содержание операции</i>
<i>1. Входной контроль</i>	<i>Проверка сырья и полуфабрикатов на наличие и соответствие паспорта качества и сертификата</i>
<i>2. Прессование</i>	
<i>2.1 Подготовительная</i>	<i>2.1.1 Очистка пресс-формы; очистить полуформы, промыть горячей водой с мылом и протереть насухо чистой ветошью; 2.1.2 Подготовить бензиновый раствор антиадгезионной смазки К-21 в соотношении К-21:бензин 5:95 % по массе. 2.1.3 Нанести на рабочие поверхности формы один слой раствора антиадгезивной смазки; выдержать до высыхания при 40° С в течении 30 минут. 2.1.4 Нанести второй слой раствора антиадгезивной смазки; выдержать до высыхания при 40° С в течении 30 минут.</i>
<i>2.2 Весовая</i>	<i>2.2.1 Взвесить дозы пресс-материала АГ-4В</i>
<i>2.3 Подготовительная</i>	<i>2.3.1 Загрузить пресс-материал в формовочные гнезда матрицы; 2.3.2 установить пуансон на матрицу; собрать пресс-форму. 2.3.3 Закрепить матрицу с плитой пресса.</i>
<i>2.4 Формовочная операция</i>	<i>2.4.1 Запустить пресс, нагрузить пресс-форму давлением 3 МПа. 2.4.2 Нагреть пресс-форму до заданной температуры и выдержать под температурой прессования согласно графику</i>

Операция	Содержание операции
2.5 Съемная операция	2.5.1 Снять давление. 2.5.2 Охладить пресс-форму естественным образом до температуры 40 °С. 2.5.3 Извлечь пресс-форму из пресса, разобрать пресс-форму. 2.5.4 Произвести выемку изделия из пресс-формы.
2.6 Контрольная операция	подвергнуть изделие наружному осмотру (отсутствие расслоений, непропитанных мест и т.д.), проверить размеры изделия.

Пример для мокрой намотки

Операция	Содержание операции
1. Входной контроль	Проверка сырья и полуфабрикатов на наличие и соответствие паспорта качества и сертификата
2. Подготовительная	2.1 Установить оправку на станок XXX 2.2 Обезжирить оправку 2.3 Подготовить бензиновый раствор антиадгезионной смазки К-21 в соотношении К-21:бензин 5:95 % по массе. 2.4 Нанести на рабочие поверхности оправки один слой раствора антиадгезивной смазки; выдержать до высыхания при 40° С в течении 30 минут. 2.5 Нанести второй слой раствора антиадгезивной смазки; выдержать до высыхания при 40° С в течении 30 минут.
	2.6 Установить бобину с лентой в шпулярник. Протянуть ленту через каретку, закрепить за оправку.
	2.7 Загрузить управляющую программу в намоточный станок и смесительную машину.
	2.8 Заправить смесительную машину компонентами связующего
	2.9 Запустить смесительную машину, открыть кран подачи связующего в пропиточную ванну.
3. Формование	3.1 Запустить намоточный станок 3.2 Снять оправку с намотанным материалом с намоточного станка, поместить в зону нагрева для полимеризации. 3.3 Выдержать под температурой согласно графику
4. Съемная операция	4.1 Охладить оправку с заготовкой естественным образом до температуры 40 °С.

	4.2 Снять заготовку с оправки
	4.3 Выдержать готовую заготовку при комнатной температуре
5. Контроль	Визуальный контроль поверхности заготовки на дефекты, контроль толщины

Пример для напыления

Операция	Содержание операции
1. Входной контроль	Проверка сырья и полуфабрикатов на наличие и соответствие паспорта качества и сертификата
2. Подготовительная	2.1 Установить бобину со стеклоровингом на установку напыления ХХХ. Протянуть ровинг в пистолет. 2.2 Заправить емкости установки полиэфирной смолой и отвердителем
	2.3 Обезжирить оправку 2.4 Подготовить бензиновый раствор антиадгезионной смазки К-21 в соотношении К-21:бензин 5:95 % по массе. 2.5 Нанести на рабочие поверхности оправки один слой раствора антиадгезивной смазки; выдержать до высыхания при 40° С в течении 30 минут. 2.6 Нанести второй слой раствора антиадгезивной смазки; выдержать до высыхания при 40° С в течении 30 минут.
3. Формование	3.1 Включить компрессор и запустить установку для напыления
	3.2 Произвести напыление 3.3 Поместить заготовку с оснасткой в зону полимеризации. 3.4 Выдержать под температурой согласно графику
4. Съёмная операция	4.1 Снять заготовку с оправки
	4.2 Выдержать готовую заготовку при комнатной температуре в течение 24 ч.
5. Контроль	Визуальный контроль поверхности заготовки на дефекты, контроль толщины

2.3.5 Расчет и определение норм времени формования изделия

Машинное время – это время работы технологического оборудования.

Основное время – это время формования заготовки.

Время на операцию рассчитываете и определяете самостоятельно.

Данную главу можно выполнить по примеру ниже:

«Исходными данными для определения трудозатрат по всем операциям технологического процесса являются: содержание операций и технологические переходы; размеры обрабатываемых поверхностей заготовки; режимы формования и резания; тип производства; типы применяемого оборудования; типы измерительных инструментов; тарифно-квалификационный справочник; утверждённые нормативы времени.»

Определим норму времени по всем операциям технологического процесса.

В общее время на операцию входят основное время t_0 , вспомогательное t_v и т.д. (таблица 2.7). Также в таблицу вводим машинное время – время работы соответствующего оборудования.

Таблица 2.7 – Нормы времени по операциям

Операция	Время, мин		
	на операцию	основное t_0	машинное
1. Входной контроль	5	0	0
2. Прессование	0		
2.1 Подготовка пресс-формы (нанесение антиадгезива)	150	0	120
2.2 Раскройная (раскрой препрега)	15	0	1
2.3 Подготовительная (укладка препрега в форму, сборка пресс-формы)	15	0	0
2.4 Установка пресс-формы в пресс	10	0	0
2.5 Прессование (отверждение)	270	180	270
2.6 Съёмная операция	6	0	0
2.7 Контрольная (визуальный контроль поверхности на дефекты, контроль толщины)	5	0	0
<i>Итого</i>	<i>476</i>	<i>180</i>	<i>391</i>

При этом необходимо отметить, что некоторые операции проходят параллельно. Например, пока прессуется заготовка (проходит один цикл), в

это время может готовиться к формированию следующая оснастка и производится раскрой препрега для следующего формирования.»

2.3.6 Механическая постобработка формованного изделия

После формирования и проведения контроля заготовки на наличие дефектов, отклонений от формы, заготовка подвергается механической обработке. Механическую обработку проводят либо вручную, либо на станках.

Данную главу можно написать по примеру ниже.

«После формирования заготовка подвергается механической обработке. Она включает в себя обрезку заготовки по контуру и сверление отверстий. В таблице 2.8 показана последовательность механической постобработки изделия «Дуга».»

Таблица 2.8 – Последовательность механической постобработки

<i>3 Отрезная</i>	
<i>3.1 Подготовительная</i>	<i>3.1.1 Установить заготовку в станочное приспособление на фрезерном станке. 3.1.2 Установить концевую рапильную фрезу диаметром 8 мм. 3.1.3 Загрузить управляющую программу.</i>
<i>3.2 Отрезная</i>	<i>3.2.1 Произвести нарезку деталей и обработку по контуру</i>
<i>3.3 Контрольная</i>	<i>Измерить размеры деталей</i>
<i>4 Сверлильная</i>	
<i>4.1 Подготовительная</i>	<i>4.1.1 Установить заготовку в станочное приспособление на фрезерном станке. 4.1.2 Установить концевую фрезу диаметром 10 мм. 4.1.3 Загрузить управляющую программу.</i>
<i>4.2 Сверлильная</i>	<i>4.2.1 Сверлить отверстие 10 мм</i>
<i>4.3 Контрольная</i>	<i>Измерить отверстия калибр-пробкой</i>

2.3.7 Технологическое оборудование и режущий инструмент для механической обработки

В данной главе описывается технологическое оборудование и режущий инструмент, с помощью которого будет производиться механическая обработка.

Пример написания главы представлен ниже:

«Механическая обработка будет производиться на фрезерном станке. Одним из них может быть использован 5-осевой обрабатывающий центр с ЧПУ EXCITECH ANTEY, который позволяет производить обработку под любым углом.

В таблице 2.9 показаны характеристики 5-осевого обрабатывающего центра с ЧПУ EXCITECH ANTEY.

Таблица 2.9 – Характеристики 5-осевого обрабатывающего центра с ЧПУ EXCITECH ANTEY

№ п.	Наименование оборудования	Операция	Характеристики
1	Пятиосевой обрабатывающий центр с ЧПУ EXCITECH ANTEY 1212 (рис. 2.8)	Сверление отверстий. Обработка по контуру заготовок из ПКМ	Зона обработки по X / Y / Z до: 1220 x 1220 x 700 мм Размеры вакуумного стола, мм: 1230x1220 мм Шпиндель: 8,5 / 10 кВт, до 24 000 об/мин Макс. скорость по X / Y / Z: 60 / 60 / 20 м/мин Ход по осям C / A: до 320° / ± 185° Вес: 2900 кг Общая установленная мощность, кВт: 15,9 Напряжение, В: 380 Габаритные размеры: 3100x2900x2500 мм



Рисунок 2.8 – 5-осевой обрабатывающий центр с ЧПУ EXCITECH ANTEY»

2.4 Конструкторская и технологическая документация

Задание на курсовой проект выдается в виде рабочего чертежа изделия, на основании которого студент разрабатывает 3D-модель. Изделие вычерчивается в изометрии на чертеже формата А3 или А2 в соответствии с требованиями ЕСКД. Пример выполнения чертежа 3D-модели изделия приведен в Приложении 2.

При конструировании технологической оснастки для конкретного технологического процесса, студент самостоятельно разрабатывает конструкцию оснастки, раскрыв в соответствующей главе пояснительной записки габариты, элементы крепления, геометрические параметры и другие требования к оснастке. Пример выполнения чертежа 3D-модели оснастки приведен в Приложении 3.

В Приложении 4 приведен пример оформления пооперационной карты и сводных таблиц материалов и оборудования. При составлении пооперационной карты необходимо пользоваться маршрутной картой.

3 Методические указания по оформлению

Методические указания составлены в соответствии с действующими стандартами Единой системы конструкторской документации.

Методические указания составлены в такой форме, как должна быть сброшюрована пояснительная записка.

Заголовки структурных элементов следует располагать в середине строки без точки в конце и печатать, прописными буквами, не подчеркивая ГОСТ 7.32-2001.

Методические указания имеют приложения, которые иллюстрируют оформление самих приложений, а также сведения, которые приводятся в главах общей и специальной части.

3.1 Общие положения

Тексты курсовых проектов выполняется соответственно по ГОСТ 2.105-95.

Текст документа выполняют с одной стороны листа белой односортовой писчей бумаги формата А4 (297 х 210) мм соответственно по ГОСТ 2.301 на компьютере в редакторе «Word» (или аналог) кеглем 14 шрифтом «Times new Roman» через полтора межстрочных интервала, прямым, нормальным по ширине. Расстановка переносов – автоматическая. Абзацный отступ должен быть одинаковым для всего текста и равняться 0,75. Текст следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое - 10 мм, верхнее 15 мм, нижнее - 25 мм, левое - 25 мм в соответствии с ГОСТ 7.32-2001. Все листы должны иметь соответствующие поля (рамки).

Мелкий шрифт (12-го кегля) и одинарный интервал допускается только в таблицах.

Расстояние от рамки до текста в начале строки 5 мм, в конце строки – 3 мм. Расстояние от рамки до текста сверху и в низу – 10 мм.

Заголовки разделов и подразделов должны быть напечатаны 14-м кеглем через полтора межстрочных интервала шрифтом Times New Roman, прямым, нормальным по ширине.

Все листы пояснительной записки оформляются основной надписью по ГОСТ 2.104-68 форма 2а. И только лист, на котором помещают содержание, оформляют основной надписью по форме 2 по ГОСТ 2.104-68 (приложения 2, 11).

Основная надпись выполняется шрифтом «Times new Roman» кеглем 9, начертание обычное.

При оформлении основной надписи в работе допускаются следующие сокращения (ГОСТ 2.316):

Разраб. - разработал

Подп. - подпись

Пров. - проверил

Н. контроль - нормоконтроль

Руковод. - руководитель

Утв. - утвердил

Нумерация страниц – сквозная. Номер страницы проставляется в соответствующем поле рамки.

3.2 Титульный лист

Первым листом студенческой работы является титульный лист. Все надписи на титульном листе печатаются на компьютере - кегль 14, шрифт «Times new Roman», интервал – полуторный.

Полное наименование темы на титульном листе, в основной надписи и при первом упоминании в тексте документа должно быть одинаковым.

Наименование задания и шифр документа печатаются прописными буквами. Все остальные надписи печатаются строчными буквами, начиная с прописной.

3.3 Лист задания

Лист задания выполняют на бланке (приложение 1), располагают сразу за титульным листом и он не входит в число листов пояснительной записки.

3.4 Оформление содержания

Слово «СОДЕРЖАНИЕ» записывают в виде заголовка (симметрично тексту) прописными буквами. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы.

Структурные элементы: «СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ» и «ПРИЛОЖЕНИЯ» не нумеруют.

Приложения перечисляют с указанием их номеров и заголовков.

Содержание включает введение, номера и наименования всех разделов и подразделов, а также заключение, список использованных источников, приложения с их обозначениями, ссылочные нормативные документы (если они имеются). Кроме этого должны быть указаны номера страниц, с которых начинаются эти элементы документа.

Содержание включают в общее количество листов документа.

3.5 Требования к текстовым листам

3.5.1 Нумерация разделов

Текст документа разделяют на разделы и подразделы. Каждый раздел текстового документа рекомендуется начинать с нового листа.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с красной строки.

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой, т.е. двух чисел. В конце номера подраздела точка не ставится.

Разделы могут состоять из нескольких пунктов, пункты в свою очередь могут состоять из подпунктов. В этих случаях их номера будут состоять из трех, четырех чисел, разделенных точками, например: 4.2.1.1; 4.2.1.2; 4.2.1.3 и т.д.

Пример:

1 Общие положения

1.1 Построение документа

Номер пункта включает номер раздела, номер подраздела и порядковый номер пункта, разделённые точкой. В конце номера пункта точка не ставится. Пункты, как правило, заголовков не имеют. Сразу после его номера с прописной буквы может следовать текст.

3.5.2 Оформление заголовков

Текст курсового проекта при необходимости разделяют на разделы и подразделы.

Заголовки разделов и подразделов основной части следует начинать с абзацного отступа и писать строчными буквами (кроме первой прописной).

Разделы, подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют.

Заголовки пишут с прописной буквы без точки в конце и не подчеркивают. Переносы слов в заголовках не допускается. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Вторая строка заголовка начинается под первой заглавной буквой первой строки.

При группировке заголовков в строке необходимо придерживаться смыслового деления. Нельзя оставлять на предыдущей строке предлог или союз.

В заголовки не включают сокращённые слова и аббревиатуры.

Нельзя заголовок раздела или подраздела оставлять на последней строке листа, после заголовка должно быть не менее трёх строк текста.

Расстояние между текстом и заголовком – 1 пробельная строка. Расстояние между заголовками раздела и подраздела – полуторный интервал.

Каждый раздел рекомендуется начинать с нового листа, основная надпись форма 2а ГОСТ 2.104.

3.5.3 Изложение текста документов

Полное наименование курсового проекта на титульном листе и в основной надписи на заглавном листе должно быть одинаковым.

Текст документа должен быть кратким и четким. Допускается использовать повествовательную форму изложения текста документа, например «применяют», «выполняют», «вычисляют», и т.п.

В тексте документа не допускается:

- применять обороты разговорной речи;
- применять иностранные слова при наличии равнозначных слов в русском языке;
- применять сокращение слов, кроме установленных правилами русской орфографии;
- сокращать обозначения единиц физических величин, если они употребляются без цифр;
- применять вместо слов различные знаки;
- употреблять математические знаки без цифр;
- применять индексы стандартов (ГОСТ, ОСТ, РСТ, СТ, СЭВ и др.) без регистрационного номера;
- применять математический знак «-» перед отрицательными значениями величин (следует писать слово «минус»);
- применять знак « \emptyset » для обозначения диаметра (следует писать слово «диаметр»);
- применять без числовых значений знаки " \leq ", " \geq " и т.п., а также знаки № и %.

3.5.4 Формулы в тексте

Формулы записывают на свободной строке по центру, в этой же строке ближе к правому краю (3 мм до рамки) в круглых скобках указывают ее номер.

Формулы нумеруются арабскими цифрами сквозной нумерацией или в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенные запятой.

Символы и числовые коэффициенты, используемые в формуле, должны быть расшифрованы последовательно под формулой в том порядке, в каком они представлены в формуле. Пояснение символов физических величин дается с указанием единиц, в которых они измеряются. Пояснение каждого символа следует давать с новой строки. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где», помещенного от нулевой позиции без двоеточия после него. После формулы ставится запятая. В конце каждой расшифровки ставится точка с запятой, а в конце последней расшифровки - точка. Обозначение единиц в каждой расшифровке отделяют от символов физических величин запятой.

3.5.5 Правила написания единиц физических величин

В текстовых студенческих работах следует применять стандартизованные единицы физических величин, согласно требованиям ГОСТ 8.417.

Для написания значений физических величин и единиц, в которых они измеряются, следует применять буквы или специальные знаки (градусы - °; минуты – ‘; секунды – “). При этом используют буквы русского, греческого или латинского алфавитов в соответствии с требованиями ГОСТ 1494 и ГОСТ 2.304.

3.5.6 Оформление иллюстраций

Иллюстрации могут быть расположены как по тексту документа, так и в конце его. Они нумеруются арабскими цифрами сквозной нумерацией или в

пределах раздела. Пояснительные данные к рисунку располагают сразу под рисунком. Слово «Рисунок» и наименование помещают после пояснительных данных и располагают по центру строки. Название рисунка не должно выходить за рамки рисунка, в противном случае название рисунка располагают в несколько строк, ориентируясь на границы рисунка

3.5.7 Построение таблиц

Таблицу помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице. Тело таблицы должно располагаться по ширине строки, если таблица небольшая, допускается располагать ее по центру строки. Допускается располагать таблицу вдоль длинной стороны листа, разрешается делить таблицу на части и выполнять ее продолжение на следующих листах. В этом случае в таблицу должна быть добавлена строка с нумерацией граф, на предыдущем листе таблица не закрывается, на следующей странице таблица начинается с надписи «Продолжение таблицы б» с указанием ее номера, затем идет строка с номерами граф. Наименование таблицы указывают только над первой частью. Слово «Таблица» и сама таблица разделяются одинарным интервалом.

Таблицы нумеруются арабскими цифрами сквозной нумерацией или в пределах раздела, например, таблица 2.1.

Заголовки граф и строк таблицы писать с прописной буквы, а подзаголовки граф - со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в именительном падеже, единственном числе, без сокращения отдельных слов, за исключением общепринятых или принятых в тексте.

Таблицы слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями, и только, если таблица будет продолжена на следующей странице, в первой части таблицы нижнюю горизонтальную линию не проводят.

На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте документа, при ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера без скобок.

3.6 Ссылки

Ссылки в тексте на разделы, подразделы, иллюстрации, таблицы, формулы, приложения следует указывать их порядковым номером.

3.7 Порядок оформления заключения

Структурный элемент «ЗАКЛЮЧЕНИЕ» выполняют с нового листа. При написании курсового проекта является не обязательным и выполняется по требованию руководителя курсового проекта.

Заключение должно содержать краткие выводы о проделанной работе.

3.8 Порядок оформления списка использованных источников

Структурный элемент «СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ» выполняют с нового листа.

Сведения об источниках следует располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте и нумеровать арабскими цифрами без точки. Сведения об источниках приводят в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1

3.9 Оформление приложений

Приложения оформляют как приложение данного документа на последующих листах. Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» и его обозначение, а под ним в скобках для обязательного приложения пишут слово «обязательное», а для информационного – «рекомендуемое» или «справочное».

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Пример: ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

Базовый химический состав стали

Приложение обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с буквы А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ.

Заключение

Методические указания устанавливают общие требования к структуре и правилам оформления пояснительных записок к курсовым проектам, приложений, графической части.

Методические указания составлены в соответствии с действующими стандартами ЕСКД (единой системы конструкторской документации).

Более подробные сведения об оформлении титульных листов, текстовой части пояснительной записки имеются в Методических указаниях по оформлению студенческих работ для всех специальностей очной и заочной форм обучения КГА ПОУ ГАСКК МЦК.

Приложение 1

Пример оформления листа задания к курсовому проекту

Министерство образования и науки Хабаровского края
Краевое государственное автономное
профессиональное образовательное учреждение
«Губернаторский авиастроительный колледж г. Комсомольска-на-Амуре
(Межрегиональный центр компетенций)»

ЗАДАНИЕ

для выполнения курсового проекта

Студент Иванов Иван Иванович

Специальность 18.02.13 «Технология производства изделий из полимерных композитов»

Тема курсового проекта «Разработка технологического процесса изготовления изделия «Болванка»

СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Введение

1. Общая часть

- 1.1 Характеристика детали. Материал и его свойства
- 1.2 Технологии формования полимерных композитов
- 1.3 Анализ конструкции детали на технологичность и выбор технологии формования
- 2 Специальная часть
- 2.1 Выбор исходных компонентов, сырья. Расчет массы компонентов
- 2.2 Выбор технологического оборудования и инструмента
- 2.3 Описание и обоснование технологической оснастки
- 2.4 Разработка маршрутного технологического процесса
- 2.5 Расчет и определение норм времени формования изделия
- 2.6. Механическая постобработка формованного изделия
- 2.7. Технологическое оборудование и режущий инструмент для механической обработки

Заключение

Список использованных источников

Приложение А. Пооперационная карта технологического процесса изготовления изделия

Графическая часть

Чертеж 3D-модели изделия

Чертеж 3D-модели технологической оснастки

Исходные данные для расчета:

1. Чертеж изделия

Срок окончания курсового проекта «__» _____ 20__ г.

Руководитель _____

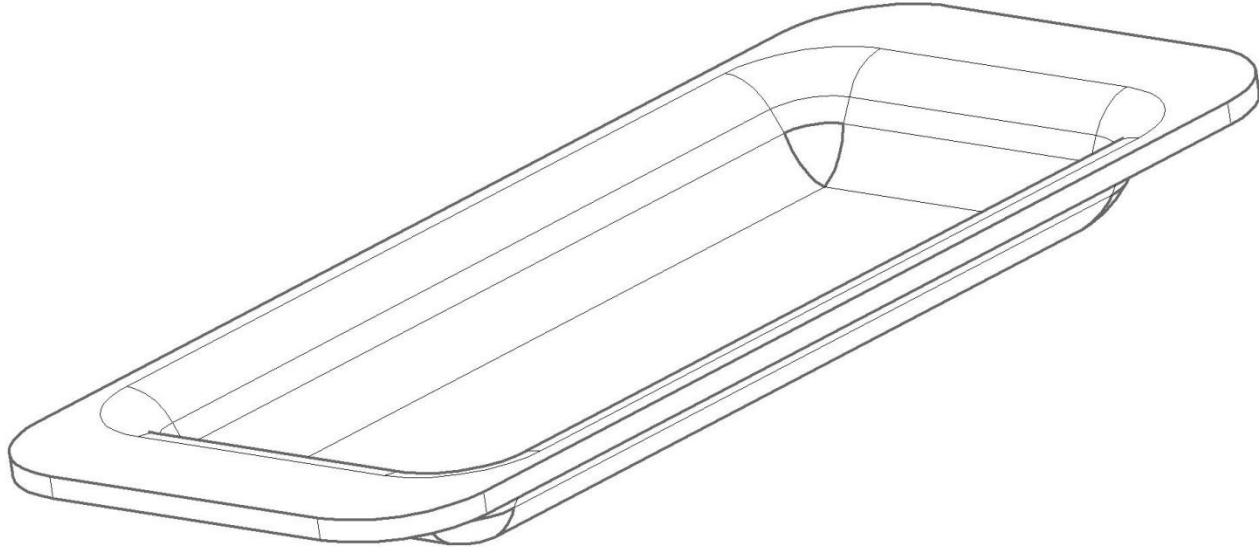
Дата выдачи задания «__» _____ 20__ г.

Председатель предметно-цикловой комиссии _____

Приложение 2

Пример оформления чертежа 3D-модели изделия

Перв. примен.	КП 18.02.13 01.23.00 001
Стр. №	
Лист и дата	
Изд. № эбл.	
Баз. код №	
Лист и дата	
Изд. № эбл.	
Изд. № эбл.	
Изд. № эбл.	
Изд. № эбл.	
Изд. № эбл.	
Изд. № эбл.	



				КП 18.02.13 01.23.00 001			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит	Масса	Масштаб
Разраб.	Иванов ИИ				У	0,7	1:1
Проб.	Петров ПП				Лист	Листов	1
Т.контр.							
Н.контр.					Стеклопластик		
Умб.					КГА ПОУ ГАСКК МЦК		
				Копирован		Формат А3	

Приложение 3

Пример оформления чертежа 3D-модели технологической оснастки

КП 18.02.13 01.23.00 002

Тверд. примен.

Старый №

Взам. инв. №

Пздн. и дата

Инд. № подл.

Крышка

Матрица

Винт
4 шт.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Иванов ИИ		
Проб.		Петров ПП		
Техн.контр.				
Инж.контр.				
Утв.				

КП 18.02.13 01.23.00 002

Технологическая оснастка		Лист	Масса	Масштаб
у	84,97	1,25		
		Лист	Листов	
		1		
Сталь 45Х		КГА ПОУ ГАСКК МЦК		
Копировал		Формат А3		

Приложение 4

ПООПЕРАЦИОННАЯ КАРТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ

«ДУГА»

ОПЕРАЦИИ И ИХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ

№ п.п.	Наименование операции Состав операции	Технологические режимы	Основные, вспомогательные, расходные материалы. Контрольные размеры. Количество на операцию	Оборудование, инструмент
1. Подготовка оснастки				
1.1	Входной контроль. Визуальный контроль оснастки			
1.2	Очистка пресс-формы. - очистить полуформы, промыть горячей водой с мылом и протереть насухо чистой ветошью. - обезжирить ацетоном		Пресс-форма Ацетон Ветошь Мыло	
1.3	Нанесение антиадгезива. Подготовить бензиновый раствор антиадгезионной смазки К-21 в соотношении К-21:бензин 5:95 % по массе. Нанести на рабочие поверхности формы.	Нанести кистью в 2-3 слоя с интервалом в 5-10 минут. После нанесения последнего слоя дать просохнуть 5 минут и отверждать 2 часа при 200°C	Пресс-форма Бензин, 95 г Смазка К-21, 5 г Кисть	Сушильный шкаф ШС 35/500-1000
2. Изготовление полуфабриката изделия				
2.1	Входной контроль. Проверка сырья и полуфабрикатов на наличие и соответствие паспорта качества и сертификата		Препрег клеевой марки КМКС	
2.2	Раскройная операция. Установить рулон препрега на раскройный станок. Загрузить управляющую программу раскроя препрега. Установить режущий инструмент Раскроить препрег по заданной выкройке.	Скорость резки 1,0 м/с	Препрег клеевой марки КМКС Рулон 1000 мм.	Раскройный станок iECHO

2.3	Подготовительная Загрузить препрег в формовочные гнезда матрицы; Установить крышку на матрицу; собрать пресс-форму. Закрепить матрицу с плитой пресса.		Пресс-форма Препрег клеевой марки КМКС, 50×400 мм 15 шт. Ролик прикаточный	Пресс гидравлический вулканизационный ПКМВ-60
2.4	Прессование	Запустить пресс, нагрузить пресс-форму давлением 3 МПа. Нагреть пресс-форму до температуры 180°C и выдержать под температурой прессования 3 часа. Скорость нагрева 2 °С/мин	Пресс-форма Препрег клеевой марки КМКС, 50×400 мм 15 шт.	Пресс гидравлический вулканизационный ПКМВ-60
2.5	Съемная операция Снять давление. Извлечь пресс-форму из пресса, разобрать пресс-форму. Произвести выемку изделия из пресс-формы.	Охладить пресс-форму естественным образом до температуры 40 °С	Пресс-форма Заготовка Клин Молоток	
2.6	Контроль подвергнуть изделие наружному осмотру (отсутствие расслоений, непропитанных мест и т.д.), проверить размеры изделия.		Заготовка Штангенциркуль ШЦ-I-150 0,02	
3. Механическая обработка				
3.1	Подготовительная Установить заготовку в станочное приспособление на фрезерном станке. Установить концевую фрезу диаметром 8 мм. Загрузить управляющую программу.		Рашпильная концевая фреза 8 мм Заготовка	5-осевой обрабатывающий центр с ЧПУ Excitech Antey
3.2	Фрезерование Произвести нарезку деталей и обработку по контуру	n = 10000 об/мин S = 1000 мм/об t = 1 мм	Рашпильная концевая фреза 8 мм Заготовка	5-осевой обрабатывающий центр с ЧПУ Excitech Antey
3.3	Контроль Измерить размеры деталей		Штангенциркуль ШЦ-I-150 0,02 Шаблон Деталь «Дуга»	
3.4	Подготовительная		Концевая фреза плоская 10 мм	5-осевой

	Установить заготовку в станочное приспособление на фрезерном станке. Установить концевую фрезу диаметром 10 мм. Загрузить управляющую программу.		Деталь «Дуга»	обрабатывающий центр с ЧПУ Excitech Antey
3.5	Сверление Сверлить отверстие 10 мм	n = 1000 об/мин S = 0,2 мм/об t = 5 мм	Концевая фреза плоская 10 мм Деталь «Дуга»	5-осевой обрабатывающий центр с ЧПУ Excitech Antey
3.6	Контроль Измерить отверстия калибр-пробкой		Калибр-пробка 5 мм	

СВОДНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ОБОРУДОВАНИЯ, ИНСТРУМЕНТОВ И МАТЕРИАЛОВ

Оборудование Марка/Модель	Инструменты Марка/Модель	Вспомогательные и расходные материалы. Марка, общее количество	Основные материалы. Марка, общее количество
Сушильный шкаф ШС 35/500-1000 Раскройный станок iESHO Пресс гидравлический вулканизационный ПКМВ-60 5-осевой обрабатывающий центр с ЧПУ Excitech Antey	Пресс-форма Ролик прикаточный Клин Молоток Рашпильная концевая фреза 8 мм Концевая фреза плоская 10 мм Шаблон Штангенциркуль ШЦ-I-150 0,02 Калибр-пробка 5 мм	Ацетон 100 г Бензин 95 г Антиадегизонная смазка К-21 5 г Ветошь Мыло Кисть	Препрег клеевой марки КМКС, 30×500 мм 15 шт.