

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАБЕРЕЖНОЧЕЛНИНСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет «Автомобильное отделение»  
Кафедра Материалов, технологий и качества

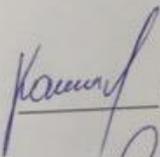
Направление подготовки 22.03.01  
«Материаловедение и технологии материалов»

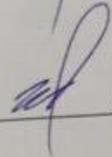
Допустить к защите  
и.о.зав. кафедрой МТиК

 /Панфилов Э.В./  
« 19 » 06 2019 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(Дипломный проект, Дипломная работа)  
(ВКР. 01.22.03.01.19.003. ПЗ.)

на тему: Разработка технологии нанесения гелькоата на стеклопластиковые  
изделия

Выпускник  / Кашапов Нияз Рамзилович

Руководитель ВКР  / Шафигуллин Ленар Нургалеевич к.т.доцент  
кафедры МТиК/

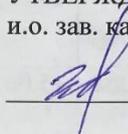
Набережные Челны, 2019 г.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
НАБЕРЕЖНОЧЕЛНИНСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Отделение Автомобильное  
Кафедра Материалы, технологии и качества  
Направление подготовки 22.03.01 Материаловедение и технология материалов  
Профиль Материаловедение и технология материалов

УТВЕРЖДАЮ  
и.о. зав. кафедрой

 /Панфилов Э.В./

«05» 06 2019 г.

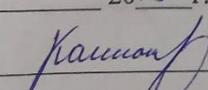
**ЗАДАНИЕ**

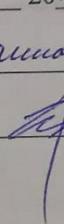
на выполнение выпускной квалификационной работы

1. Выпускник Кашапов Нияз Рамзилович
2. Руководитель Шафигуллин Л.Н. к.т.н. доцент кафедры МТнК.
3. Квалификация Бакалавр
4. Тема ВКР «Разработка технологии нанесения гелькоата на стеклопластиковые изделия» утверждена приказом по институту от «25» апреля 2019 г. №10/208
5. Исходные данные: гелькоуты, изготовление стеклопластиковых изделий методом напыления на матрицы открытого типа.
6. Содержание работы: анализ предметной области, материалы и методы исследований, исследование физико-механических свойств, разработка технологии изготовления
7. Перечень отчетных материалов: анализ предметной области; материалы и методы исследований; физико-механических свойств, разработка технологии изготовления
8. Наличие публикаций и выступлений на конференциях по теме выпускной работы:

Дата выдачи задания  
«05» 06 2019 г.

Дата представления ВКР к защите  
«19» 06 2019 г.

Выпускник  / Кашапов Н.Р. /

Руководитель  / Шафигуллин Л.Н. /

МИ  
НА  
ГОСУД  
«1

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**  
**выполнения основных и дополнительных разделов выпускной**  
**квалификационной работы**

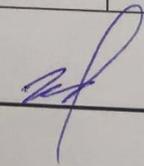
**Основные разделы ВКР:**

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Ф.И.О. руководителя подпись
1. анализ предметной области	10.06.2019	10.06.2019	Шафигуллин Л.Н.
2 материалы и методы исследований	15.06.2019	15.06.2019	Шафигуллин Л.Н.
3. исследования физико-механических свойств	17.06.2019	17.06.2019	Шафигуллин Л.Н.
4. разработка технологии изготовления изделия «Панель потолка ЛиАЗ»	19.06.2019	19.06.2019	Шафигуллин Л.Н.

**Дополнительные разделы ВКР:**

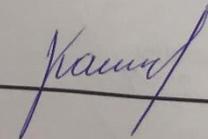
Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Ф.И.О. консультанта, подпись
1. Приложение 1-4	10.06.2019	10.06.2019	Шафигуллин Л.Н.
2. Приложение 5	15.06.2019	15.06.2019	Шафигуллин Л.Н.

Руководитель выпускной  
квалификационной работы



Шафигуллин Л.Н. « 19 »

Задание принял к исполнению



Кашапов Н.Р.

А  
Выпускн  
Отделени  
Направле  
Профиль  
Наимено  
стеклопл  
Руко  
  
1. Тем  
изделия  
2. Цель  
изделий  
3. Сведен  
32 стр., 2  
4. Ключе  
5. Испол  
5. Испол  
Microsof  
7. Резул  
разработ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
НАБЕРЕЖНОЧЕЛНИНСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**АННОТАЦИЯ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Выпускник Кашапов Нияз Рамзилович

Отделение Автомобильное Группа 1151107

Направление подготовки 22.03.01 Материаловедение и технология материалов

Профиль Материаловедение и технология материалов

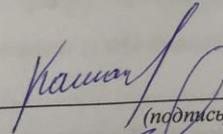
Наименование темы: Разработка технологии нанесения гелькоата на  
стеклопластиковые изделия

Руководитель Шафигуллин Ленар Нургалеевич, к.т.н, доцент кафедры МТиК.

**ХАРАКТЕРИСТИКА ВКР**

1. Тема ВКР Разработка технологии нанесения гелькоата на стеклопластиковые изделия
2. Целью работы является Снижение стоимости изготовления стеклопластиковых изделий за счет разработки технологии нанесения нового типа гелькоута.
3. Сведения об объеме, количестве иллюстраций, таблиц, использованных источников: 82 стр., 27 таблиц, 8 рисунков, 34 источника литературы, 5 приложений.
4. Ключевые слова: гклькоут, метод напыления стекловолокна.
5. Использование информационных ресурсов Internet: да, 19 ссылок
6. Использование современных пакетов компьютерных программ и технологий: да, Microsoft Office, SolidEdge, КОМПАС-3D.
7. Результаты работы: исследование физико-химические свойства гелькоата и разработана технология изготовления изделия панель потолка ЛиАЗ.

Выпускник

  
(подпись)

Руководитель

  
(подпись)

Шафигуллин Л.Н. «19» июня 2019 г.

Кашапов Н.Р.

## Содержание

<b>Введение</b> .....	4
<b>1 Анализ предметной области</b> .....	6
1.1 Анализ материалов и технологий применяемых для изделий из стеклопластиков для интерьера автомобилей .....	6
1.2 Анализ гелькоута и технология его нанесения методом напыления в открытые формы .....	20
1.3 Патентный поиск.....	24
Выводы по 1 главе.....	28
<b>2 Технические характеристики изделия «Панель потолка ЛиАЗ»</b> .....	30
2.1 Связующие для изготовления изделия «панель потолка ЛиАЗ».....	35
2.2 Армирующие компоненты и наполнители, используемые для изготовления панели потолка .....	40
Выводы по 2 главе.....	43
<b>3 Анализ рецептуры и исследование гелькоутов для изделий из термореактивных полимеров</b> .....	44
3.1 Определение вязкости гелькоутов разных производителей .....	44
3.2 Определение химического состава гелькоутов разных производителей .....	45
3.3 Определение твёрдости гелькоутных покрытий по карандашу .....	48
3.4 Сравнительный экономический анализ гелькоутов .....	50
Выводы по 3 главе.....	58
<b>4 Разработка технологии изготовления панели потолка ЛиАЗ</b> .....	60
4.1 Разработка маршрутно-операционной технологии .....	61
4.2 Выбор основного и вспомогательного оборудования .....	66
Выводы по 4 главе.....	73
<b>5 Разработка мероприятий по организации безопасности жизнедеятельности</b> .....	74
5.1 Расчет вентиляции .....	74
5.2 Расчет искусственного освещения.....	75
Выводы по 5 главе.....	77

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Кашалов Н.Р.	<i>Кашалов</i>	13/06/19
Провер.		Шафигуллин. Л.Н.	<i>Шафигуллин</i>	13/06/19
Реценз.				
Н. Контр.		Шафигуллин. Л.Н.	<i>Шафигуллин</i>	13/06/19
Утверд.		Панфилов. Э.В.	<i>Панфилов</i>	13/06/19

ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.

Содержание

Лит.	Лист	Листов
	2	87
НЧИ КФУ Гр. 1151107		

**Заключение .....Ошибка! Закладка не определена.**

**Список литературы .....Ошибка! Закладка не определена.**

**Приложения .....Ошибка! Закладка не определена.**

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		3

## Введение

В настоящее время на рынке машиностроения применяется большое количество материалов. К ним относятся металлы и сплавы, неметаллы (пластмасса, резина, стекло и т.д.). Однако несмотря на это одним из наиболее применяемыми являются композитные материалы. В частности, стеклопластик, который настолько прост в изготовлении, что вытесняет другие широко применяемые материалы. Он получил распространение благодаря уникальным свойствам, и относительно дешёвой цене [1].

Данный материал является относительно новым, но уже имеет место для изготовления ответственных деталей общего машиностроения, к которым предъявляются высокие требования по прочностным и декоративным характеристикам. К ним относятся, экстерьер и интерьер автомобилей. Машиностроительная отрасль развивается и с каждым годом и все больше отдает предпочтение стеклопластикам. Это обусловлено рядом экономических, технологических и эксплуатационных преимуществ по сравнению традиционными материалами.

Объектом данной работы являются гелькоуты. Предметом исследования – технология нанесения.

В настоящее время набирает популярность автоматизация рабочего процесса. В этой связи целью работы являются:

Снижение стоимости изготовления стеклопластиковых изделий за счет разработки технологии нанесения нового типа гелькоута.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) Провести анализ предметной области;
- 2) Изучить технические характеристики панели потолка Лиаз
- 3) Изучить рецептуру гелькоута;

					ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Введение			Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Кашапов Н.Р.	<i>Кашапов</i>	11.06.19					4	87
Провер.		Шафигуллин Л.Н.	<i>Шафигуллин</i>	11.06.19	НЧИ КФУ Гр. 1151107					
Реценз.										
Н. Контр.		Шафигуллин Л.Н.	<i>Шафигуллин</i>	11.06.19						
Утверд.		Панфилов Э.В.	<i>Панфилов</i>	11.06.19						

4) Разработать технологию изготовления изделия.

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

## 1 Анализ предметной области

### 1.1 Анализ материалов и технологий применяемых для изделий из стеклопластиков для интерьера автомобилей

Одним из самых распространённых материалов, используемых для изготовления интерьера автомобилей ЛИАЗ, помимо привычных древесины, металла и пластмасс, является стеклопластик. Под этим названием представлена обширная группа композиционных материалов на основе стеклянных и кварцевых нитей/волокон и связующих полимерных составов [2].

Ассортимент изделий из стеклопластиковых материалов (далее по тексту – СПМ), изготавливаемых с целью оснащения автомобилей, необычайно разнообразен, от внешних составляющих, например, бампер, до внутренних: пассажирское сидение, панель потолка и так далее.

Столь широкое распространение СПМ получили благодаря использованию вторичных ресурсов, применяемых как на этапе производства стекловолокна, так и в процессе формования стеклопластиковых изделий (производственные отходы).

Для изготовления стеклопластиков используют следующие материалы:

- 1) Наполнители (стекловолокно).
- 2) Связующие вещества - термопластические и термореактивные полимеры.
- 3) Модифицирующие добавки – инициаторы реакции, катализаторы, отвердители, ускорители, стабилизаторы или замедлители твердения, огнеупорные добавки, пластификаторы и газообразователи и др. категории добавок, влияющих на температурный режим полимеризации связующей матрицы и на параметры физико-технических характеристик пластика.

					<b>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</b>					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	<b>Анализ предметной области</b>			Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Кашапов Н.Р.	<i>Кашапов</i>	19.06.19					6	87
Провер.		Шафигуллин Л.Н.	<i>Шафигуллин</i>	19.06.19	НЧИ КФУ Гр. 1151107					
Реценз.										
Н. Контр.		Шафигуллин Л.Н.	<i>Шафигуллин</i>	19.06.19						
Утверд.		Панфилов Э.В.	<i>Панфилов</i>	19.06.19						

4) Красители, вводимые в процессе полимеризации для окраски изделий из СПМ в яркие насыщенные цвета [3].

Наполнители, представленные различными стекловолокнистыми материалами, получаемыми при текстильной переработке первичных стеклянных и кварцевых волокон (первичные волокна или нити производят способом вытягивания расплавленного стекла через фильеры диаметром 6-20 мкм):

- нитями и жгутами из скрученных первичных волокон;
- ровницей, чаще называемой стеклоровингом (от англ. roving – ровница), представляющей собой пряди из параллельных нескрученных волокон;
- стеклотканями.

Стеклобой, применяемый в качестве добавки к исходному сырью для получения расплавленного стекла, должен строго соответствовать требованиям ГОСТ Р 56617-2015 «Ресурсосбережение. Технические требования к стеклобою, предназначенному для использования в производстве стекловолокна» [4].

Нитевидный наполнитель выполняет функцию армирующего элемента, обеспечивающего жесткость структуры пластика и придающего повышенную прочность стеклопластикового материала.

Столь высокая прочность СПМ обоснована наполнителем из высокомодульных (сверхпрочных) стекловолокон. Они обладают модулем упругости выше 50 Гпа. Механические свойства стекловолокон, выпускаемых на территории России приведены в таблице 1.1 [5].

Таблица 1.1 Механические свойства стекловолокон.

Марка стекла	Плотность кг/м <sup>3</sup>	Модуль упругости	Предельная деформация
--------------	-----------------------------	------------------	-----------------------

Продолжение таблицы 1.1

ВМП	2,58	93	-
УП-68	2,46	85	-
УП-73	2,40	83	-
Кислотостойкие	2,56	74	3,6

Несомненно, величина модуля упругости стеклопластика не велика и уступает аналогичному показателю для конструкционной стали, который по данным прочностных характеристик материалов составляет 210 ГПа. Однако удельная прочность, которая рассчитывается как отношение предела прочности материала к плотности, у СПМ намного выше (90,0 у стеклопластиков против 3,1 у стали).

Стеклопластиковое изделие в несколько раз легче аналогичной равнопрочной стальной конструкции.

Связующие вещества на основе полимерных синтетических смол, выполняющие следующие функции:

- Объединение («связку») стекловолоконного наполнителя и других компонентов в единый монолитный материал;
- Равномерное распределение внутренних напряжений и внешних механических нагрузок между нитями наполнителя;
- Защиту наполнителя от агрессивных воздействий внешней среды.

В процессе изготовления стеклопластика связующие смолы не способны проникнуть в стекловидную структуру волокон наполнителя, а только обволакивают внешнюю поверхность стеклонитей.

Связующие полимеры придают СПМ способность к формованию в изделия заданной конфигурации и требуемых размеров.

При изготовлении СПМ используются связующие смолы, на основе которых после соответствующей химико-технологической обработки образуется полимерная матрица, определяющая физико-химические свойства и эксплуатационные качества стеклопластика.

Чтобы для каждого конкретного изделия подобрать смолу с нужными свойствами, необходимо тщательно изучить технические условия смолы, выпускаемые их изготовителями, после чего сравнить изученные данные с условиями нагружения и эксплуатации изделия. В таблице 1.2 и 1.3 представлены основные характеристики синтетических термореактивных смол [6].

Таблица 1.2 Номенклатура и основные характеристики синтетических смол.

Вид синтетической смолы	Плотность, Кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности, МПа			Теплостойкость по Мартенсену °С	Основные отечественные марки	Вязкость по ВЗ — сек.
		При сжатии	При изгибе	При растяжении			
Эпоксидные: диановые	1220÷1250	110÷160	90÷120	60÷80	100÷150	ЭД-16 ЭД-20 ЭД-22	90÷120
Полиэфирные: Полиэфирмалеинаты	1120÷1290	80÷135	50÷100	25÷55	50÷70	ПН-1,2,3,4	40÷80
Фурановые: фурфуролацтоновый мономер	1120÷1200	60÷110	30÷70	10÷35	160÷180	ФА, 2ФА, 4ФА, ВАМ	20÷40
Карбамидные	1200	10÷35	5÷25	3÷20	120	КФ-МТ, КФ-Ж	40÷80

Таблица 1.3 Физические свойства полимерных связующих.

Показатели полимерной матрицы	Тип Матрицы				
	Полиэфирная	Эпоксидная	Акрилатная	Карбамидная	Ацет. формальдегидная

Продолжение таблицы 1.3

Модуль упругости при растяжении МПа	2000÷4000	2800÷4200	2700÷2900	-	-
Модуль упругости при сжатии МПа	3000÷3500	3000÷4000	-	1000÷1500	2000÷3000
Предел прочности при растяжении МПа	40÷75	3000÷4000	65÷78	30÷70	40÷70
Предел прочности при сжатии МПа	80÷120	50÷80	-	40÷70	45÷60
Предел прочности при изгибе МПа	70÷100	90÷130	-	-	-
Удельная ударная вязкость Дж/м <sup>3</sup>	0,2÷0,25	80÷110	Не менее 0,12	0,15÷0,25	0,1÷0,2
Коэф. Пуассона	0,2÷0,24	0,35÷0,45	-	0,22÷0,26	0,23÷0,28
Относ. Удл. при разрыве	0,03÷0,08	0,2÷0,33	0,025÷0,03	-	-
Теплостойкость °С	80÷120	120÷160	-	100÷110	90÷100
Линейная усадка %	0,15÷0,20	0,015÷0,09	-	0,2÷0,25	0,15÷0,2
Истираемость кг/м <sup>3</sup>	0,15÷0,25	0,05÷0,1	-	0,2÷0,3	0,1÷0,2

От химико-технологических свойств матрицы и ее термостойкости зависит способ формообразования стеклопластикового изделия и методика утилизации отходов, образующихся в процессе его производства.

От поведения связующих смол по отношению к нагреву зависит термопластичность СПМ, заключающаяся в способности стеклопластикового изделия изменять свою форму нагреть и сохранять ее после охлаждения.

Связующие смолы, используемые в производстве стеклопластика, в зависимости от термостойких и термопластичных свойств, подразделяют на два типа: термореактивные и термопластичные.

Термореактивные - это смолы на полиэфирной, эпоксидной, карбамидной или феноло-формальдегидной основе, состоящие из макромолекул, соединенных ковалентными пространственными связями. Образующаяся при синтезировании пластика структура необратима [7].

С практической точки зрения твердение реактопластов при нагревании означает, что стеклопластики на термореактивных связующих допускают только однократную переработку для формообразования изделий. Соответственно, технологические, производственные или бытовые отходы СПМ практически не способны к рециклированию.

Термопластичные смолы - смолы на полиэтиленовой, полистирольной, полиамидной и др. основе, отличающиеся линейной молекулярной структурой. Пластики на термопластичных связующих смолах, называемые термопластами, размягчаются при нагревании и восстанавливаются при охлаждении, сохраняя способность к последующей повторной переработке.

Возможность восстановления термопластами своих физических качеств создают условия для многократной их переработки, что позволяет возвращать в технологический цикл производственные отходы и утилизировать изделия, утратившие свою потребительскую ценность.

Для формирования защитно-декоративного покрытия композитов используется гелькоут (гелькоат, gelcoat) – особый материал в виде геля.

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		11

Чаще всего в состав входит эпоксидный полимер, но есть и иные типы гелькоутов – на основе полиэфирной смолы. Также в состав могут входить прочие компоненты – пигменты определенного цвета, связующие вещества, наполнители [8].

Существует огромное разнообразие расцветок, наиболее популярны зеленый, красный, коричневый, серый оттенки. Не следует путать этот материал с простой краской – нанести гель обычным методом не получится, он рассчитан для профессиональной покраски с использованием матриц. Но выпускаются специальные виды средств в аэрозолях и спреях, которые подходят даже для новичков. Основное отличие гелькоута от краски в том, что он становится частью единого целого, а не является лишь покрытием, которое можно отделить при необходимости.

Качественный гелькоут всегда имеет необходимые сертификаты изготовления, паспорт безопасности. Материал служит как защитным, так и отделочным слоем помогает сохранять корпуса автомобилей и множества других изделий от осмоса и раннего износа. Вот основные свойства покрытия:

- не чувствительно к действию ультрафиолета;
- обеспечивает красивый блеск, работает как полироль, придает надлежащий товарный вид;
- придает стойкость к механическому воздействию, влиянию агрессивной среды, перепадам температур;
- имеет низкий уровень выделения вредных элементов в атмосферу после сушки.

В судостроении предпочтительнее использовать гели на основе полиэфиров – они лучше схватываются с поверхностью судов, образуют самые прочные связи. Слой этих материалов толще, чем у красок (0,5-0,8 мм и более). Его стойкость поразительна, и часто менять покрытие не придется даже при самой интенсивной эксплуатации изделия. Лучше всего отражает ультрафиолет белый гелькоут, а темные оттенки поглощают его, нагреваясь и

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		12

скорее разрушаясь. Именно поэтому белые корпуса катеров и яхт встречаются чаще.

Высохший материал безвреден для организма, тем более что многие покрытия используются на открытом воздухе. Но на стадии нанесения в окружающую среду выделяются вредные вещества. В основном, речь идет о стироле. Он опасен для аллергиков, раздражает органы дыхания, слизистую оболочку глаз, провоцирует появление признаков дерматита на коже. Поэтому работа возможна только с применением средств индивидуальной защиты – респираторов, перчаток, очков, прочной одежды. В помещении важно обеспечить приточную вентиляцию, чтобы не дышать парами гелькоута [9].

Данный материал имеет высокую горючесть и может спровоцировать пожар. Работать с ним рядом с любыми источниками огня строго воспрещено. Если случилось возгорание, следует использовать подходящие методы тушения – сухой песок или химикаты, водный туман, распыление пены из огнетушителя.

Классификация гелькоутов основана на входящих в их состав смолах. Материалы класса «премиум» делают на основе эпоксидной смолы, они стоят на порядок дороже. Гели, полученные путем синтеза полиэфирных смол, дешевле. Менее популярны составы на базе иных смол:

- ортофталевых;
- изофталевых;
- неопентилгликолевых;
- винилэфирных.

По методу нанесения на поверхности материалы бывают следующими:

– внутренние – покрывают внутреннюю часть изделия для сглаживания дефектов, глянец в них отсутствует;

– наружные – наносят на наружную сторону предмета, поэтому они должны обладать более высокими декоративными качествами;

– топкоуты – предназначены для внутренней стеклопластиковой

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		13

поверхности с целью придания особых декоративных свойств (включают воск в составе).

Также все гели делят на конструкционные, эластичные, высокотемпературные. Они бывают цветными и белыми, а также бесцветными. Если материал не имеет оттенка, его можно окрасить в любой цвет путем добавления специальных пигментов [10].

Для изготовления матрицы используются матричные гелькоуты. Матричные типы геля представляют собой гелеобразные средства, состоящие из смолы, красителя, а также ряда добавок. Матричные смолы имеют высокие прочностные показатели, характеризуются отличными физико-химическими свойствами. Только подобные смолы надежно защищают основу от повреждения ультрафиолетом, не дают усадки и термостойки [11].

Такой гелькоут всегда имеет увеличенный срок службы, позволяет создавать формы для заливки и защищать изделия от вредных воздействий окружающей среды. К назначениям гелькоута можно отнести и маскировку структуры стеклопластика, придание декоративных свойств.

Матричный гелькоут бывает внешним и внутренним, из последнего делают первый слой покрытия. Потом на основу накладывают стекловолокно и смолу. После удаления изделия из матрицы на него можно наносить внешний декоративный слой. Перед изготовлением матрицы делают макеты из фанеры, пенопласта. Важно, чтобы основа макета была гладкой, тогда готовое покрытие получится качественным. Изделие должно легко извлекаться из формы без повреждения, для чего его внутренняя часть покрывается воском. Если форма необычная, макет готовят из нескольких частей (разъемная матрица с перегородками) [11].

Способы изготовления изделий из СПМ весьма специфичны и зависят от множества обстоятельств, из которых определяющими являются следующие факторы:

1. Вид стекловолокнистого наполнителя (стеклонить, жгут или ровница, лента, ткань или маты);

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		14

2. Тип связующей смолы – термореактивная или термопластичная.

Связующую смолу подбирают с учетом:

- габаритов стеклопластикового изделия и его конфигурации;
- требований к физико-механическим и техническим характеристикам изделия;
- температурно-силовых условий эксплуатации.

Сравнительно долгое время при изготовлении стеклопластиковых изделий для нужд машиностроения, авиапрома, приборостроения и др. отраслей применялись термореактивные полимерные матрицы.

Таковыми технологиями являются литье под давлением и экструзия. Лишь с внедрением современных разработок в последние годы отмечается расширение сферы применения термопластичных связующих с соответствующей заменой термореактивных матриц.

В настоящее время существует два вида изделий из СПМ:

- 1) Изделия из термопластичных смол.
- 2) Изделия из термореактивных стеклопластиков.

Формование изделий из СПМ на термопластичной полимерной основе включает следующие процессы:

- штамповка или прямое прессование на гидропрессе;
- прокатка;
- литье под давлением;
- экструзия.

По сравнению с производством стеклопластиковых изделий на основе термореактивных смол, для продукции, изготовленной из термостойких термопластов, отмечают следующие достоинства:

- более высокую стойкость к локальным повреждениям ударного типа;
- пониженное дымообразование, малую токсичность при возгораниях
- хорошую ремонтпригодность благодаря свариваемости материалов;
- малое время формообразования- возможность переделки отбракованных изделий;

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		15

- высокий показатель коэффициента использования материалов – до 95%.

Отличительной особенностью изготовления изделий из СПМ на основе терморезактивных смол является предварительная укладка стекловолоконного наполнителя (ровинг, стекломаты и т.п.) по форме конструкции и последующей заливке связующим компонентом [5].

Тем самым одновременно создаются и сам стеклопластиковый материал, и изделие требуемой конфигурации и размеров.

Наиболее распространенными способами изготовления стеклополимерной продукции на основе терморезактивных смол являются:

1. Контактное формование, заключающееся в нанесении на шаблон, выполненный по форме изделия, заготовок стекловолоконного наполнителя и последующей пропитки связующими составами. Такая методика изготовления реализуется различными технологиями, отличающимися по способам нанесения армирующего стекловолокна и подачи терморезактивного связующего.

2. Метод намотки, используемый для изготовления тел вращения.

Контактное формование изделий из СПМ.

Наиболее востребованными технологиями для изготовления стеклопластиковых изделий по методу контактного формования считаются:

1. Ручное формование.
2. Метод напыления.
3. Вакуумная формовка

Ручной способ.

Используется в единичном и мелкосерийном производстве.

На рисунке 1.1 показана условная схема ручного формования стеклопластикового изделия.

Связующей смолой заливается слой уложенного в форме стеклоармирующего материала. После начинается прикатка.

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		16

Цель прикатки – удаление пузырьков воздуха из полимерной массы.  
 Чем меньше воздуха остается в объеме ламината, тем прочнее и жестче будет изделие.

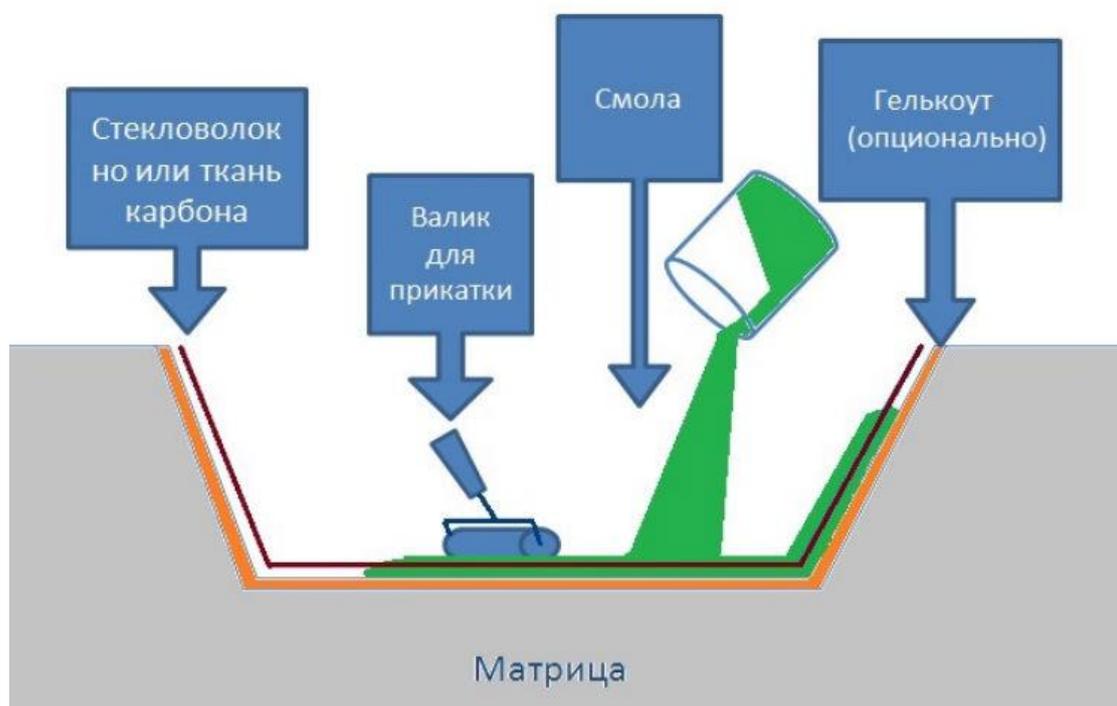


Рис.1.1 Схема ручного формования стеклопластикового изделия.

Отверждение СПМ протекает при обычной температуре окружающей среды (на уровне комнатной температуры).

После отверждения ламината готовое изделие извлекается из формы для механической обработки – обрезки обля, высверливания отверстий и т.п. [13].

#### Метод напыления.

Стекловолокно в виде рубленного ровинга и связующая смола аэрозольным факелом наносятся (напыляются) на подготовленную поверхность формы-шаблона изделия.

Использование методики напыления оправдано при изготовлении крупногабаритных конструкций типа корпусов лодок, кабин автотранспорта, отделочных панелей [13].

За счет отсутствия отходов стекловолоконного сырья и связующих

смола обеспечивается экономное расходование материалов. На рисунке 1.2 показана схема получения СПМ методом напыления.

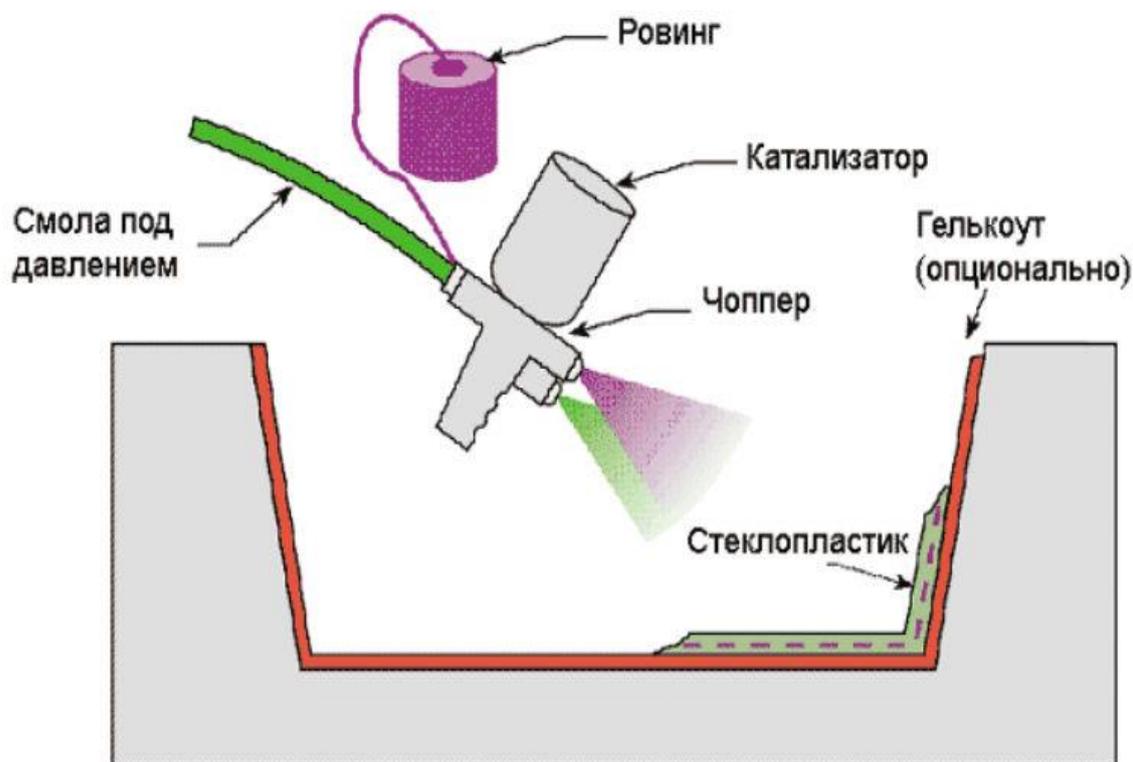


Рис.1.2 Схема получения СПМ методом напыления.

### Вакуумная формовка.

Этот метод называется также вакуумной инфузией, в процессе которой для интенсификации пропитки армирующих стеклонитей используется вакуумный прижим.

Вакуумным прижимом называют прижимное усилие, возникающее из-за разницы величин давления окружающей среды и пониженного давления на форме-шаблоне, находящейся в вакуумированном состоянии.

Процесс вакуумной формовки состоит из нескольких технологических операций:

1. Укладки исходного компонента, когда армирующий стекловолоконный материал в сухом состоянии укладывается по форме шаблона на оснастке;
2. Покрытия силиконовым вакуумным мешком зоны формования с обеспечением ее герметичности;
3. Поддачи вовнутрь вакуумного мешка термореактивного связующего;

4. Создания разрежения внутри вакуумного мешка при помощи вакуумного насоса;
5. Формообразования изделия, когда под воздействием перепада давления силиконовый лист вакуумного мешка втягивается в зону формования и прижимает стекловолокна, пропитанные смолой к поверхности шаблона, выполняя функции пуансона по аналогии с прессованием;
6. Принудительной подачи воздуха в вакуумный мешок;
7. Извлечения готового изделия и его механических доработок.

На рисунке 1.3 представлена схема вакуумной формовки.

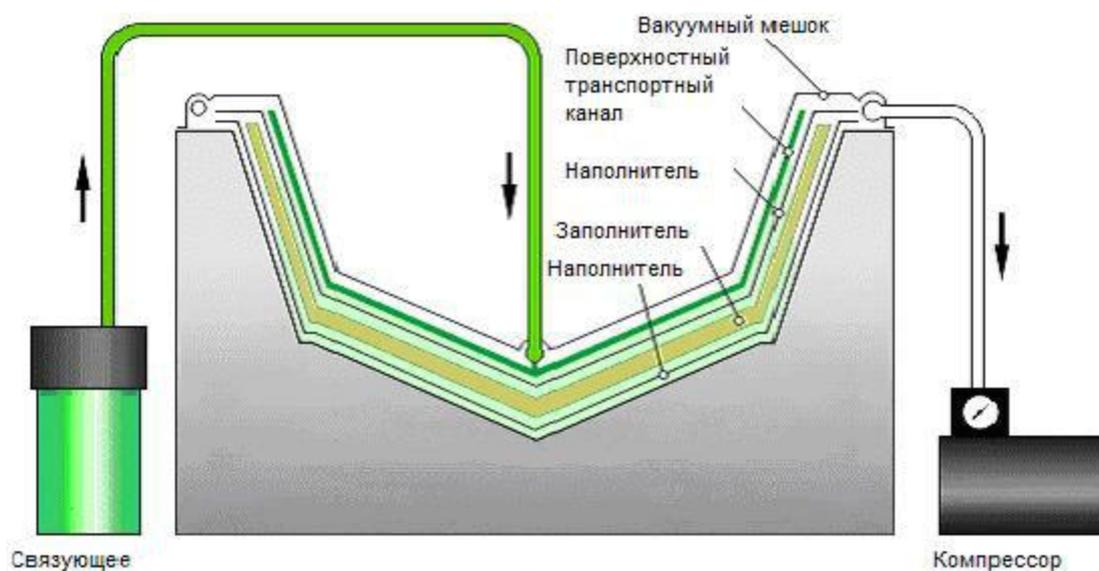


Рис.1.3 Схема вакуумной формовки.

При вакуумной формовке практически полностью удаляются пузырьки воздуха из полимерной массы, что существенно улучшает технико-эксплуатационные характеристики полученного стеклопластика и самого изделия.

Вакуумную формовку используют в среднесерийном и

крупносерийном производстве изделий сложной конфигурации в различных областях машиностроения.

Формование изделий из СПМ методом намотки.

Технология намотки используется при изготовлении в промышленных объемах стеклопластиковых изделий, имеющих форму тела вращения.

Основной тип конструкций:

- трубы для химической, нефтяной и газовой промышленности;
- трубы и емкости для нужд коммунального хозяйства;
- цистерны для химреагентов и ГСМ.

Метод намотки также востребован при формовании корпусов, фюзеляжей и обтекателей самолетной и ракетной техники.

Однако оборудование для производства стеклопластика является необычайно сложным по конструкции из-за необходимости постоянного контроля за ориентацией наматываемого жгута и регулировки содержания наполнителя и связующего в полимерной матрице [5].

В работах, связанных с изготовлением изделий из листового и рулонного стеклопластика или их переработке, необходимо руководствоваться требованиями «Стекловолокно. Общие требования безопасности при производстве и переработке».

## **1.2 Анализ гелькоута и технология его нанесения методом напыления в открытые формы**

Гелькоут – это декоративное покрытие изделия из армированного пластика или искусственного камня на основе ненасыщенного полиэфира, которое обеспечивает надежную защиту от внешнего воздействия, долговечность поверхности и необходимый цвет.

Правильное нанесение гелькоута является ключевым фактором получения привлекательного и высококачественного продукта с высоким показателем надёжности и прочности.

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		20

До начала нанесения гелькоута на изделие необходимо осмотреть и подготовить оборудование – проверить чистоту насадок и фильтров, дозатор катализатора, отрегулировать давление [5].

Использовать по возможности небольшое давление. Технология нанесения гелькоута отличается от технологии нанесения краски. Поэтому необходимо использовать специальные распылители, предназначенные для нанесения гелькоута.

Следующий этап после подготовки оборудования – ламинирование, заключающийся в нанесении гелькоута на оснастку. Его обычно проводят в специально оборудованной зоне, используя для защиты персонала специальную одежду, респиратор и перчатки. Нанесение гелькоута должно производиться в напылительной кабине или на отдельной площадке рабочего цеха с эффективной вентиляцией, с хорошим освещением при отсутствии пыли.

Перед нанесением, гелькоут необходимо тщательно перемешать прямо в банке до его равномерного состава. Отлить необходимое количество гелькоута в емкость, достаточную для добавления 2% катализатора и равномерно перемешать. Для перемешивания необходимо использовать лопаточку с плоским профилем [6].

Особое внимание следует обратить на температурные режимы при нанесении гелькоута. Самая подходящая температура рабочего места, матриц и гелькоута 20-25°C при влажности воздуха 80 %. Нужно категорически избегать работы при температуре ниже 18°C. В связи с плохой теплопроводностью полиэфира важно чтобы гелькоут и матрицы перед применением находились 2-3 суток в помещении, температура в котором соответствует рабочей температуре (для выравнивания температур).

По данным производителя полиэфирная смола набирает температуру со скоростью 20°C в сутки. При нанесении относительно теплого геля на холодную поверхность матрицы происходит быстрое охлаждение тонкого слоя гелькоута. Спад температуры гелькоута значительно замедляет его

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		21

отверждение и может в наихудшем случае привести к не затвердеванию, в результате чего может возникнуть дефект поверхности, так называемая "крокодиловая кожа".

Гелькоут используется без разбавления. В него добавляется лишь катализатор. Разбавление способствовало бы повышению количества стирола, следствием которого увеличивается усадка и ухудшаются механические свойства, а также падает тиксотропность, в результате чего увеличивается риск подтеков [4].

Рекомендуемое количество катализатора составляет 2% которое можно изменять на +- 0,5% в зависимости от условий.

Гелькоутное покрытие является лицевой частью изделия, в связи с этим, оно должно соответствовать некоторым технологическим требованиям:

- Способность к прилипанию (способность длительное время находиться в липком состоянии);
- Совместимость с основным матричным материалом (наполнителями, связующими, волокнами);
- Коэффициент термического расширения гелькоута должен совпадать с коэффициентом термического расширения связующего.

Гелькоут производится в двух вариантах – для ручного нанесения с помощью кисти с индексом Н (hand) и для нанесения пистолетом – распылителем с индексом S (spray). Они имеют разную вязкость и тиксотропность.

При нанесении гелькоута для ручного ламинирования необходимо применять кисть хорошего качества – чистую высококачественную лакировочную кисть с мягкой щетиной. Гелькоут следует наносить в два слоя – аккуратно, ровными слоями, без подтеков и пузырей воздуха. Временной интервал между нанесением слоев должен находиться в пределах минимум 3 максимум 6 часов в зависимости от температуры воздуха в рабочей зоне.

Проще всего проверить готовность к дальнейшей работе (отвердевание слоя гелькоута) с помощью "теста на отлип" – палец не должен "прилипать к

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

гелю". Важно помнить, что во многих случаях следует проверять отвердевание гелькоутного слоя, по крайней мере, дважды – на ровной поверхности и в "карманах", т.е. тех участках матрицы, которые менее доступны при напылении. Обычно на этих участках гель высыхает медленнее, чем на открытых поверхностях.

Следующий способ нанесения гелькоута – напыление пульвером. Главное в процессе напыления гелькоута – выбор правильного расстояния до поверхности матрицы, правильного расположения пистолета – распылителя и правильное направление движения пистолета при напылении.

Перед началом следует установить форму в положении, наиболее удобном для напыления. Начинать напыление нужно при положении пистолета-распылителя вне формы и заводить его с края формы.

Держать пистолет – распылитель перпендикулярно на расстоянии 50- 80 см от поверхности формы.

Напылять, применяя сплошные и параллельные полосы, перекрывающиеся на 20%, с постоянной скоростью, так, чтобы каждый слой формировался на участке большой формы или по всей форме меньшего размера.

Следует напылять в два или три прохода, так чтобы получить нужную толщину пленки. Следующий слой следует напылить перпендикулярно предыдущему.

При окончании напыления пистолет-распылитель следует оставить за пределами литейной формы.

Для труднодоступных мест формы, в которых невозможно удержать правильное положение пистолета- распылителя, для нанесения слоя может быть использована кисть [10].

Очень важно контролировать толщину слоя гелькоута – она должна быть в пределах 0,4-0,8 мм. Напыление производится несколькими тонкими слоями "мокрое на мокрое". Толщина одного слоя приблизительно 0,2 мм. Перерыв между нанесением слоев 2-4 минуты необходим для испарения воздуха. Суммарная толщина слоя должна быть 0,8-1 мм. Общая толщина высохшего

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		23

гелькоута должна быть 0,8 мм. После напыления следует тщательно промыть и очистить оборудование (насадки, фильтры). Банка с гелькоутом должна быть закрыта.

После окончания работы необходимо:

1. Помыть кисть жидкостью для очистки в специальной комнате или вытяжном шкафу. Хранить вымытые кисти погруженными в растворитель в сосуде с плотно закрытой крышкой.

2. Удалить сопло и промыть распылитель жидкостью для очистки.

3. Плотнo закрыть крышку банки с гелькоутом и поставить в комнату для хранения.

Перед нанесением гелькоата необходимо ввести 1,5% Пероксид №1 и тщательно и осторожно перемешать пероксид с гелькоатом. При этом необходимо учитывать, что интенсивное перемешивание вызывает попадание воздуха в гелькоат и приводит к образованию микропор в отвержденном слое гелькоата.

Рекомендуемая толщина гелькоутного покрытия 500 – 800 мкм во влажном состоянии.

Рекомендуется нанесение гелькоата в 2 слоя [13].

При работе с гелькоутом следует внимательно следить за температурами гелькоата, формы и воздуха в помещении. Эти температуры должны быть 18 – 23°C.

При использовании спрей-метода целесообразно применение безвоздушных пистолетов, для улучшения качества изделия.

### 1.3 Патентный поиск

Произведен патентный поиск. Существуют ряд заявок на изобретения, связанных с получением СПМ.

Заявка на изобретение «Способ изготовления стеклопластиковых изделий с низким значением поверхностного электрического сопротивления» № 2013132874/05, 2013.07.16, заявитель: ООО "ЛПСервис" (RU), авторы:

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		24

Степанцов Дмитрий Валерьевич (RU) [14].

Формула изобретения.

Способ изготовления стеклопластиковых изделий, характеризующийся тем, что проводят очистку матрицы будущего изделия, обезжиривают ее с помощью хлопчатобумажного материала, смоченного спиртовым раствором, последующим нанесением разделительного воска и наносят защитно-декоративный слой - гелькоут с добавлением токопроводящих углеводородных волокон, проводят сушку с последующим ручным формованием, в матрицу укладывают раскроенный материал, формируя изделие, затем наносят смолу, смешанную с катализатором, после чего кисточками и/или мягкими валиками равномерно распределяют смесь по матрице, после чего полученный ламинат прикатывают жестким валиком с последующим извлечением его из формы и подвергают механообработке.

Описанные средства и методы, с помощью которых возможно осуществление вариантов изобретения, с реализацией указанного их назначения, подтверждают соответствие вариантов полезной модели условию патентоспособности промышленная применимость. [14].

Существует ряд заявок на изобретения, связанные с технологией изготовления СПМ.

Заявка на изобретение «Наноструктурированный стеклопластик и изделие, выполненное из него» №, 0002668030, заявитель: Общество с ограниченной ответственностью «Волгоградский композитный завод» (RU), авторы: Осипов Василий Михайлович (RU) Колодницкая Наталья Владимировна (RU) Морозов Руслан Сергеевич (RU) [15].

Формула изобретения.

1. Наноструктурированный стеклопластик, сформированный из по меньшей мере двух слоев стекловолоконистого наполнителя, пропитанного связующим, и слоя гелькоута на основе смол, расположенного на одном из крайних слоев стекловолоконистого наполнителя, отличающийся тем, что гелькоут содержит наполнитель в виде наноразмерного порошка

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		25

металлургического кокса в количестве 2,9-7,8 масс. % от массы гелкоута. 2. Изделие из наноструктурированного стеклопластика, отличающееся тем, что стеклопластик выполнен по п. 1. [15].

Заявка на изобретение «Способ изготовления изделий из стеклопластика с антистатическими свойствами поверхности» №, 13.10.2015, заявитель: Закрытое акционерное общество «Арктические Технологии» (RU) авторы: Иванов Евгений Владимирович (RU) [16].

Формула изобретения.

Способ изготовления изделий из стеклопластика с антистатическими свойствами поверхности, характеризующийся тем, что приготавливают декоративно-защитное покрытие - гелкоут с добавлением токопроводящего рубленного ровинга из стеклонити с длиной волокон 0,01-6 мм и алюминиевой пудры, подготавливают матрицу путем ее очищения, обезжиривания и нанесения разделительного состава, наносят приготовленный гелкоут путем использования покрасочного инструмента, подвергают матрицу с нанесенным гелкоутом сушке, при этом параллельно с процессом просушивания матрицы приготавливают раствор из полиэфирных смол с одной или несколькими добавками, затем в просушенную матрицу с гелкоутом укладывают предварительно раскроенное стекловолокно, формируя изделие, с последующим нанесением приготовленного раствора из полиэфирных смол с одной или несколькими добавками толщиной 0,1-6 мм, который равномерно и аккуратно распределяют внутри матрицы, сушат до формирования готового изделия, извлекают из матрицы и подвергают механической обработке [16].

Заявка на изобретение «Способ приготовления гелкоутного состава, используемого в производстве изделий из стеклопластика» № 10.12.2007, заявитель: Третьякова любовь Витальевна(RU), Юшкина Татьяна Анатольевна(RU), авторы: Третьякова Любовь Витальевна (RU), Юшкин Олег Александрович (RU), Килин Владимир Анатольевич (RU), Михайлов Александр Викторович (RU), Казымов Сергей Павлович (RU), Реутова Юлия Борисовна (RU), Казымов Константин Сергеевич (RU), Бояршинова Анна

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Сергеевна (RU), Юшкина Татьяна Анатольевна (RU), Фирсов Герман Юрьевич (RU), Казымова Инна Олеговна (RU), Юшкин Алексей Олегович (RU), Третьяков Анатолий Сергеевич (RU), Паздникова Елена Алексеевна (RU), Плюснин Павел Васильевич (RU), Юшкина Юлия Борисовна (RU) [17].

Формула изобретения.

Способ приготовления гелькоутного состава, используемого в производстве изделий из стеклопластика, включающий смешение ненасыщенной полиэфирной смолы и добавок, отличающийся тем, что готовят смесь из ненасыщенной полиэфирной смолы «Камфэст-01» и добавок: поверхностно-активного вещества ОП-10 и ускорителя отверждения, представляющего собой нафтената кобальта в растворе стирола, затем в полученную смесь вводят сажевую пасту на основе ненасыщенной полиэфирной смолы «Камфэст-01» и наполнитель Аэросил, полученную массу выдерживают для набухания в течение 12-24 ч, после чего ее перетирают и получают гелькоутный состав следующего компонентного содержания, мас.ч. который представлен в таблице 1.4:

Таблица 1.4 Содержание компонентов в гелькоуте.

Ненасыщенная полиэфирная смола «Камфэст-01»	100
Сажевая паста на основе ненасыщенной полиэфирной смолы «Камфэст-01»	10
ОП-10	0,1
Указанный ускоритель отверждения	2
Аэросил	4

При этом сажевую пасту на основе ненасыщенной полиэфирной смолы «Камфэст-01» получают путем смешивания указанной полиэфирной смолы с октадециламином и гранулированной сажей, далее производят

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		27

перемешивание и перетираание смеси с получением сажевой пасты, причем указанные компоненты берут в следующем соотношении, мас.ч., представленных в таблице 1.5:

Таблица 1.5 Соотношение компонентов в гелькоуте.

Ненасыщенная полиэфирная смола «Камфэст-01»	800-850
Октадециламин	0,5-1,5
Сажа гранулированная	100

На основе патентного поиска выявлено, что гелькоутные составы могут служить как элемент декора, так и наделять изделия специальными (антистатическими, огнеупорными) свойствами.

### Выводы по 1 главе

1. Для изготовления стеклопластиков применяют следующие материалы:

- Наполнители;
- Связующие вещества;
- Модифицирующие добавки.

2. В настоящее время различают три самых востребованных технологий получения изделий из стеклопластика:

- Ручное формование;
- Метод напыления;
- Вакуумная формовка.

3. В настоящее время существует всего две технологии нанесения гелькоата на стеклопластиковые изделия:

- Нанесение гелькоута при помощи кисти;
- Напыление гелькоута пульвером.

4. На основе патентного поиска выявлено, что гелькоутные составы могут

служить как элемент декора, так и наделять изделия специальными (антистатическими, огнеупорными) свойствами.

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		29

## 2 Технические характеристики изделия «Панель потолка ЛиАЗ»

Панель потолка ЛиАЗ находится в верхней части кузова автомобиля, в зоне посадки пассажиров. Окрашиваемая часть находится снаружи, волокнистая - скрыта. Материал подвергается внешним воздействиям пыли, влажности и вибрации. Изделие изготавливается из стеклопластика. Общий вид панели потолка изображен на рисунке 2.1. Конструкторская документация на панель потолка, представлена в Приложениях 1-4.

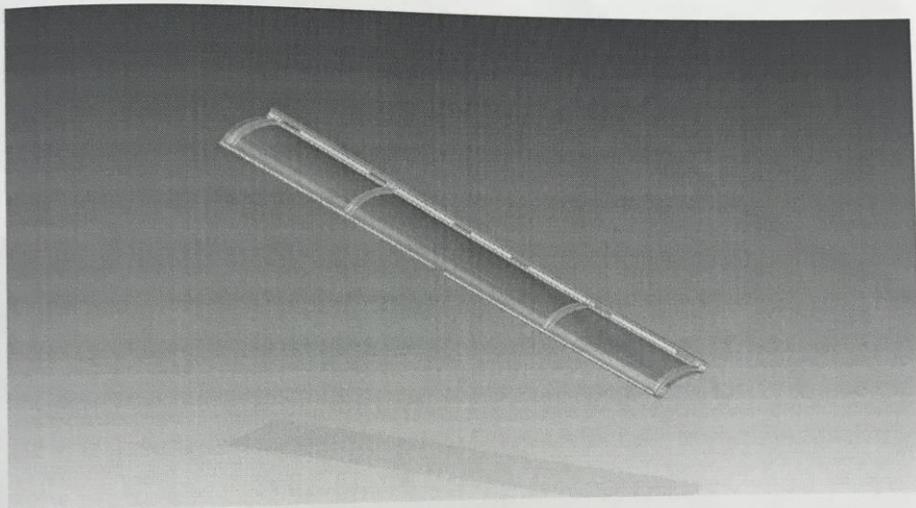


Рис 2.1 Общий вид панели потолка ЛиАЗ в сборе

Панель потолка имеет габариты 3328×578×89 мм и массу 9,6 кг, состоит

из:

- Панели потолка 3328×578×71, масса которого составляет 9,1 кг (Рисунок 2.2);
- Усилитель панели потолка 497×56×85, масса которого составляет 0,1 кг (Рисунок 2.3);

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Кашапов Н.Р.	<i>Кашапов</i>	19/06/19
Провер.		Шафигуллин Л.Н.	<i>Шафигуллин</i>	19/06/19
Реценз.				19/06/19
Н. Контр.		Шафигуллин Л.Н.	<i>Шафигуллин</i>	19/06/19
Утверд.		Панфилов Э.В.	<i>Панфилов</i>	19/06/19

ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.

Технические  
характеристики изделия  
«Панель потолка ЛиАЗ»

Лит.	Лист	Листов
	30	87
НЧИ КФУ Гр. 1151107		

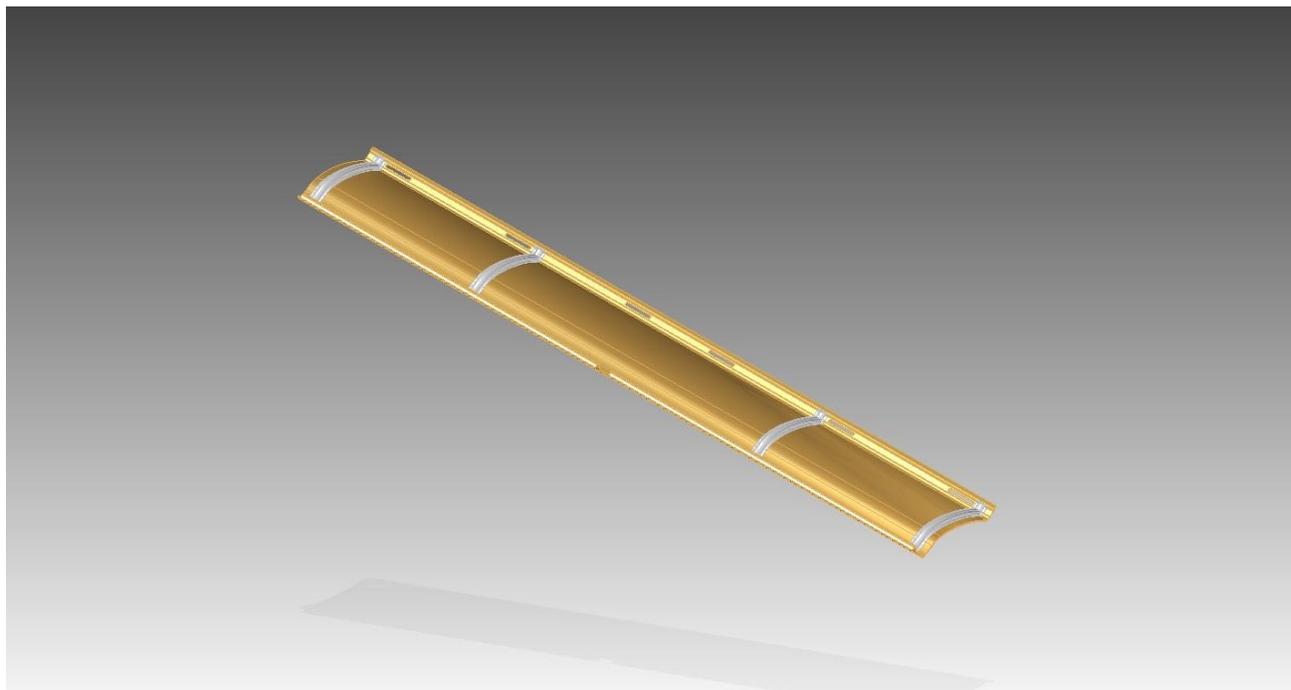


Рис. 2.2 Панель потолка ЛиАЗ



Рис. 2.3 Усилитель панели потолка

К панели потолка ЛиАЗ предъявляются следующие требования, представленные в таблице 2.1.

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		31

Таблица 2.1 Физико-механические требования к панели потолка.

Физико-механические свойства	Значения
Плотность, т / м <sup>3</sup>	1,6–2,0
Разрушающее напряжение при растяжении, МН / м <sup>2</sup>	410–1180
Предел прочности при изгибе, МН / м <sup>2</sup>	690–1240
Модуль упругости при растяжении, ГПа	21–41
Коэффициент линейного расширения, 10 <sup>-6</sup> °С <sup>-1</sup>	5–14
Коэффициент теплопроводности, Вт / мК	0,3–0,35
Температура эксплуатации °С	От -30 до +90°С

Требования к гелькоутам, применяемым для производства интерьера автомобилей. При разработке гелькоута основное внимание обращают на хорошую технологичность, деаэрационные характеристики и смачиваемость материала на поверхности. Особенно важным является правильная и осторожная работа по нанесению гелькоута. При длительном использовании гелькоутной поверхности в основном происходят три разных эффекта:

- Пожелтение
- Растрескивание
- Обесцвечивание

Гелькоуты должны быть тщательно проверены на отсутствие этих эффектов в процессе эксплуатации в связи с чрезвычайной сложностью ремонта их поверхности.

Толщину гелькоута и параметры отверждения необходимо контролировать. Рецепт гелькоута содержит 25–35% реактивного мономера (в большинстве случаев, стирола), который формирует сшивку по химическим связям полиэфирной смолы в процессе отверждения. При

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		32

отверждении при комнатной температуре внутри гелькоута остается около 3% остаточного стирола. Данное количество достаточно, чтобы в ряде случаев привести к пожелтению поверхности гелькоута в ходе эксплуатации изделия. Постотверждение при температуре 60-80°C рекомендовано для снижения количества остаточного стирола до минимального уровня. Также постотверждение позволяет получить большую плотность сшивки, что в свою очередь повышает температуру тепловой деформации и прочность изделия [18].

Важным параметром при нанесении гелькоута является вязкость. В связи с тем, что слишком вязкий гелькоут не подходит для напыления. Гелькоут с маленьким показателем вязкости будет стекать по стенкам изделия.

Хорошо отвержденный гелькоут должен быть защищен от выцветания пигмента. Если основа гелькоута (смола) хорошо покрывает наполнитель, вводимый в гелькоут, хорошо его смачивает, то цвет и блеск покрытия в данном случае более стабильны. Эти параметры измеряются по изменению или его отсутствию в ходе испытания на ускоренное старение. Смола с высокой химостойкостью помогает защитить пигменты внутри гелькоута от агрессивного воздействия химикатов. При использовании правильного сырья и максимально качественного отверждения, стеклопластик может эксплуатироваться около 20 лет.

Также требуется высокая стойкость к царапинам. Однако даже стойкий к царапинам гелькоут должен быть достаточно эластичным, чтобы противостоять трещинам, причиной потенциального появления которых, является изменение температуры и вибрация. Испытание на термоудар симулирует влияние температуры воздуха в процессе эксплуатации. Трещины могут появиться из-за изменения плотности. Также меняющаяся температура воздуха ускоряет процесс пожелтения, который очень сильно зависит от остаточного содержания мономера. Хорошо отвержденный продукт должен демонстрировать хорошую стойкость к данным воздействиям.

Перед использованием гелькоуты должны достигнуть температуры

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		33

рабочего помещения 18-20°C. После их необходимо тщательно перемешать вручную или с помощью низкоскоростной мешалки, чтобы избежать аэрации, а затем дать постоять для восстановления тиксотропных свойств. Из-за быстрого высыхания смолы, на основе которой изготовлены гелькоут, на их поверхности может образоваться пленка. Поэтому после перемешивания гелькоуты необходимо держать в закрытых контейнерах до непосредственного использования. Для начала процесса отверждения требуется добавление катализатора. Рекомендуемый катализатор – Бутанокс М50 (или другой аналогичный катализатор), который добавляется в количестве 2%. Катализатор, по возможности должен быть тщательно перемешан с гелькоутом низкоскоростным смесителем [17]. В таблице 2.2 показана зависимость гелеобразования от температуры окружающей среды

Таблица 2.2 Зависимость гелеобразования от температуры окружающей среды.

Температура окружающей среды	Время гелеобразования
15 °С	29 мин
20 °С	22 мин
25 °С	14 мин

Для успешного отверждения температура гелькоута, матрицы и рабочего помещения должны быть не менее 15°C.

Гелькоут, который должен наноситься слоем толщиной 0.5-0.6 мм. В качестве ориентира, расход составляет приблизительно 500-750г/м<sup>2</sup> (в зависимости от пигмента) и дает необходимую толщину поверхности при равномерном нанесении. Это позволит проводить шлифовальные работы, которые могут потребоваться во время эксплуатации детали.

В таблице 2.3 представлены требования к гелькоутам.

Таблица 2.3 Требования к гелькоутам

	Метод исследования	Единица измерения	Гелькоут белый для распыления	Гелькоут белый под кисть
Способ нанесения			Распыление	Кисть
Внешний вид		Визуально	Белый тиксотропный	Белый тиксотропный
Сухой остаток		%	74	79
Плотность	DIN 63217	Г/см <sup>3</sup>	1,4	1,4
Твёрдость по Карандашу		Визуально	6-7H	6-7H
Время гелеобразования		минут	7	6
Максимальная температура полимеризации		°C	150	135
Динамическая вязкость 2 об/мин	ASTM D 2196	мПа·с	20000-30000	120000-16000
Динамическая вязкость 20 об/мин	ASTM D 2196	мПа·с	4500-6500	18000-28000
Индекс тиксотропности	ASTM D 2196	отношение	5	5
Температура изгиба под нагрузкой	ISO 75A	°C	65	65

Схема отверждения - 24 часа при 20°C, 3 часа при 80°C

Схема отверждения - 24 часа при 20°C, 5 часов при 80°C, 3 часа при 120°C.

## 2.1 Связующие для изготовления изделия «панель потолка ЛиАЗ»

В качестве связующих материалов для изготовления панели потолка на

					<b>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

предприятия «ИнТехПласт» используют следующие материалы:

- Полиэфирная смола Яркопол 110;
- Отвердитель Butanox M-50;
- Гелькоут.

Смола «Яркопол-110» является ортофталевой полиэфирной смолой средней реакционной способности с превосходными рабочими характеристиками.

Смола содержит в своем составе парафин, который обеспечивает отвердевшему ламинату отсутствие липкого слоя.

Смола «Яркопол-110» является тиксотропной и содержит ускоритель, который обеспечивает короткий период желатинизации и быстрый, хорошо управляемый, процесс гелеобразования, регулируемый количеством перекиси.

Смола содержит в своем составе добавки, позволяющие формовать изделия с вертикальными и криволинейными поверхностями.

Смола хорошо пропитывает стекловолокно и может применяться как для ручного нанесения, так и для напыления [19].

Физико-механические характеристики в жидком и отвержденном состоянии представлены в таблицах 2.4, 2.5

Таблица 2.4 Физико-механические характеристики смолы в жидком состоянии.

Показатель	Норматив
Внешний вид	Жидкость от синего до фиолетового цвета, без посторонних включений.
Плотность, при $t = 23 \text{ C}^0$	1,13-1,14
Массовая доля стирола, %	35+2
Условная вязкость по ВЗ-246 (D=6 мм), сек.	18-28

Продолжение таблицы 2.4

Динамическая вязкость Брукфильд, шпиндель 2/12 гр., МПа Кребс, КУ	1100-1300 90-120
Время желатинизации, при t = 20 С <sup>0</sup> , мин. 1% ПМЭК 2% ПМЭК	30-45 15-25

Таблица 2.5 Физико-механические характеристики смолы в отверждённом состоянии.

Показатель	Норматив
Прочность при разрыве, МПа	45-65
Изгибающее напряжение при разрушении, МПа	70-100
Разрушающее напряжение при сжатии, МПа	90-140
Относительное удлинение при разрыве, %	3200-3800
Объемная усадка, %	5-7
Теплостойкость по Вика, С <sup>0</sup>	85-120
Температура тепловой деформации, С <sup>0</sup>	64

В качестве катализатора на предприятии используется Butanox М-50. Отвердитель применяется для отверждения ненасыщенных полиэфирных смол в присутствии кобальтового ускорителя при комнатной и повышенной температуре.

Отверждающая система Butanox М-50/кобальтовый ускоритель применяется, в частности при нанесении гелькоутов, ламинировании, лакировании и литье; более того, при изготовлении УФ-стойких изделий, эта система может являться хорошей альтернативой системе дибензоилпероксид/аминный ускоритель.

Практический опыт на протяжении многих лет доказал, что низкое содержание влаги и отсутствие полярных растворителей в Butanox М50,

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

показывает, что этот продукт хорошо использовать для стеклопластиков, например, при изготовлении деталей интерьера машин [20]. Характеристики отверждения представлены в таблице 2.6

Таблица 2.6 Характеристики отверждения катализатора.

Показатель (2 % Butanox M-50)	Норматив
Время гелеобразования при 20°C	12 минут
Отверждение ламинатов толщиной 4 мм при 20°C	13 минут
Допустимое время хранения готовой смеси при 20°C	12 ч.

Ввиду высокой стоимости изделия, предприятием «ИнТехПласт» поставлена задача подбора оптимального гелкоута для напыления на робототехническом комплексе. В связи с этим выбрано 3 производителя:

1. Lavesan
2. Italbeit s.r.l
3. ООО «пермские полиэфир»

Свойства неотверждённого и отверждённого гелкоута Lavesan представлены в таблице 2.7, 2.8.

Таблица 2.7 Характеристика неотверждённого гелкоута Lavesan.

Свойства неотверждённого гелкоута	Метод тестирования	Единица измерения	Показатель	
			Кисть	Рапыление
Плотность при 20 °C	lave03	г/см <sup>3</sup>	1.3 ± 0.1	1.2 ± 0.1
Содержание сухого вещества	lave04	%	71 ± 2	58 ± 2
Содержание летучих органических соединений	lave04	%	29 ± 2	42 ± 2

Продолжение таблицы 2.7

Вязкость по Брукфильду при 25 °С (0.34 sec-1)	lave01	мПа·с	110000 ± 20000	57000 ± 10000
Вязкость по Брукфильду при 25 °С (3.4 sec-1)	lave01	мПа·с	15000 ± 3000	7000 ± 1500
Время гелеобразования	lave02	минута	11 ± 2	15 ± 4

Таблица 2.8 Характеристика отверждённого гелкоута Lavesan.

Свойства отвержденного гелкоута	Метод тестирования	Единица измерения	Показатель
Предельное удлинение при растяжении	ISO 527-1966	%	3.2 ± 0.2
HDT	ISO 75-1974/A	°С	75 ± 2
Твердость по Барколю	ASTM-D 2583		44 ± 2

Характеристика гелкоута производителя «пермские полиэфиры» представлена в таблице 2.9.

Таблица 2.9 Характеристика гелкоута производителя «пермские полиэфиры».

Показатели	Гелкоут под напыление	Гелкоут под кисть
Внешний вид	Пастообразная масса с глянцевой поверхностью без посторонних включений	
Вязкость по Брукфильду, 23°С, шп.3,4, 3 об/мин, мПа·с	12000 – 20000	Свыше 20000
Время желатинизации (1 % Butanox M50), 20°С, мин	6 – 10	10 – 20

Индекс тиксотропии	4,5 – 6	5 – 7
Цвет	По заказу потребителя	По заказу потребителя
Гарантийный срок хранения, мес	4	4

Характеристика гелкоута производителя «Italbeit» представлена в таблице 2.10.

Таблица 2.10 Характеристика гелкоута производителя «Italbeit»

Описание	Единицы	Значение
Внешний вид	Визуально	Бежевый
Время гелеобразования	Минут	9
Экзотермический пик	°С	157
Динамика роста температуры	°С/мин.	13
Вязкость по брукфильду шпindelь 4 при 2 об./мин	мПа·с	25200
шпindelь 4 при 20 об./мин		5300
Индекс тиксотропности	мПа·с	7,6

Исходя из технических требований на изделие, наиболее подходящим гелкоутом является гелкоут производителя Italbeit.

## 2.2 Армирующие компоненты и наполнители, используемые для изготовления панели потолка

Используемые армирующие компоненты для изготовления панелей потолков автомобилей ЛиАЗ зависят от методов формования: ручное или

напыление ровинга.

На предприятии «ИнТехПласт» при ручном формовании в качестве армирующего компонента выступает стекломат Jushi (производство Китай). Он изготавливается из рубленного стекловолокна, которое скрепляется между собой при помощи полиэфирной смолы. В результате чего получается не тканное полотно из разнонаправленных стеклянных волокон. Эмульсионный стекломат изготавливаются из рубленных стеклонитей с пониженной концентрацией щелочи в составе. Он очень удобен в работе, так как при пропитке смолой может растягиваться и принимать всевозможные сложные формы. Именно поэтому эмульсионный стекломат хорошо подходит для изготовления стеклопластиков [20].

Выбор данного армирующего компонента обоснован его техническими характеристиками, представленными в таблице 2.11 и стоимостью (150 руб./м<sup>2</sup>).

Таблица 2.11 Технические характеристики стекломата.

Показатель	Норматив
Плотность стекломата, г/м <sup>2</sup> :	300, 450
Длина волокна, мм:	50
Замасливателъ:	Силан
Тип связующего:	Полиэфирная эмульсия
Совместимые смолы:	Ненасыщенные полиэфирные, виниловые, эпоксидные смолы

Для получения толщины изделия в 3 мм необходимо использовать два слоя стекломата «Jushi» плотностью в 300 г/м<sup>2</sup> и один слой плотностью 450 г/м<sup>2</sup>.

К преимуществам данного стекломата помимо низкой стоимости можно отнести и довольно простые условия хранения. Стекловолоконные продукты должны храниться в сухом прохладном, защищенном от воды помещении. Рекомендовано, чтобы температура и влажность в помещении

поддерживались в пределах 15-35 °С и 35-65% соответственно [21].

Если формование осуществляется методом напыления ровинга, то на предприятии «ИнТехПласт» в качестве армирующего компонента используется стеклоровинг Jushi ER 13-2400-180, основанный на силановом замасливателе и совместимый с полиэфирными, винилэфирными и полиуретановыми смолами. Числа в марке ровинга соответствуют следующим показателям: 13 – диаметр нити в мкм, 2400 – линейная плотность в г/км, 180 – код замасливателя. К технологическим преимуществам данного ровинга можно отнести следующие характеристики:

- 1) хорошо рубится и распределяется по поверхности;
- 2) легко раскатывается валиком
- 3) высокая прочность конечного продукта;
- 4) стойкость конечного продукта к агрессивным средам;
- 5) хорошо распределяется по вертикальным поверхностям.

Технические параметры стеклоровинга Jushi ER 13-2400-180 представлены в таблице 2.12:

Таблица 2.12 Технические параметры стеклоровинга Jushi ER 13-2400-180

Показатель	Норматив
Диаметр волокна, мкм	13
Линейная плотность, г/км	2400
Код замасливателя	180

Если не оговорено иначе, материалы из стекловолокна должны храниться в сухом, прохладном и в водонепроницаемом помещении. Температура окружающей среды и влажность должны поддерживаться в постоянном режиме (15°С — 35°С и 35%-65% соответственно). В целях обеспечения безопасности и во избежание порчи продукта паллеты не должны ставиться друг на друга более чем в 3 ряда по высоте. При укладке паллет в 2-3 ряда, верхняя паллета должна сниматься осторожно [22].

С целью улучшения протекания процесса адгезии между гелькоутом и

слоем ламината и исключения возникновения воздушников применяют связующую пасту – престакол, получаемую из пирогенного кремнезёма (SiO<sub>2</sub>) – химического наполнителя, также известного как аэросил.

Аэросил — недорогой наполнитель для полиэфирной смолы, обладающий тиксотропными свойствами и позволяющий загустить рабочий состав и повысить его вязкость, что и требуется при работе на вертикальной поверхности панели потолка и в других случаях, когда необходимо предотвратить растекание полиэфирной смолы. По сути аэросил - кварцевый песок, но с очень мелким размером частиц.

Лёгкие частицы аэросила (1 л весит всего 50 г) имеют размеры 5 – 40 нм. Они легко разлетаются из открытого мешка и образуют в воздухе взвесь, постоянное вдыхание которой может вызвать необратимые изменения дыхательной системы, а также раздражение кожи и глаз. Поэтому следует хранить аэросил в закрытых пакетах и ёмкостях, а работать с ним — в респираторе. Сам по себе аэросил не токсичен и не горюч, но мелкий размер частиц, позволяющий им проникать в ткани, определяет возможные неблагоприятные последствия для здоровья.

### **Выводы по 2 главе**

1. В качестве связующих материалов для изготовления панели потолка на предприятии «ИнТехПласт» используют следующие материалы:

- Полиэфирная смола Яркопол 110;
- Отвердитель Butanox M-50;
- Гелькоут.

2. На предприятии «ИнТехПласт» при ручном формовании в качестве армирующего компонента выступает стекломат Jushi (производство Китай), если формование осуществляется методом напыления ровинга, то на предприятии «ИнТехПласт» в качестве армирующего компонента используется стеклоровинг Jushi ER 13-2400-180.

					<i><b>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</b></i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		43

### 3 Анализ рецептуры и исследование гелкоутов для изделий из терморезактивных полимеров

#### 3.1 Определение вязкости гелкоутов разных производителей

В результате проведенных комплексных исследований физико-химических и эксплуатационных свойств гелкоутов определены: вязкость, процентное содержание неорганических составляющих, состав гелкоутов с помощью инфракрасной спектроскопии.

Исследование вязкости проводилось согласно ГОСТ 25271-93 «Пластмассы. Смолы жидкие, эмульсии или дисперсии. Определение кажущейся вязкости по Брукфильду» [23] на трёх образцах гелкоутов, каждый из которых помещен в химический стакан: Lavesan, Italbeit и «пермские полиэфиры». В качестве испытательного оборудования использовали: вискозиметр brookfield dv2t.

Согласно выбранной методике проведения испытаний образцы выдерживались в водяной бане до температуры 23-24°C. Далее в них опускался шпиндель определённого размера и производился замер вязкости с целью определения оптимального её значения для напыления на РТК.

Исследования в соответствии с методикой, описанной во второй главе проводились при T=24 °C и нормальной влажности 55%. Результаты испытаний представлены в таблицах 3.1, 3.2, 3.3. В ходе испытаний выявлено, что наиболее оптимальной вязкостью обладает гелкоут фирмы Italbeit.

Таблица 3.1 Результаты измерения вязкости гелкоута Lavesan

Образец	Температура (°C)	2RPM (мПа·с)	20RPM (мПа·с)
1	24,7	14800	2780
2	24,6	14200	2750
3	24,6	13900	2760
4	24,6	14100	2720

					ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Анализ рецептуры и исследование гелкоутов для изделий из терморезактивных полимеров		
Разраб.		Кашапов Н.Р.	<i>[Подпись]</i>	19.06.19			
Провер.		Шафигуллин Л.Н.	<i>[Подпись]</i>	19.06.19			
Реценз.							
Н. Контр.		Шафигуллин Л.Н.	<i>[Подпись]</i>	19.06.19			
Утверд.		Панфилов Э.В.	<i>[Подпись]</i>	19.06.19	Лит.	Лист	Листов
						44	87
					НЧИ КФУ Гр. 1151107		

Таблица 3.2 Результаты измерения вязкости гелкоута Italbeit

Образец	Температура (°C)	2RPM (мПа·с)	20RPM (мПа·с)
1	24,8	20300	3030
2	25,2	19600	3070
3	25,5	19200	3060
4	25,6	21100	3050

Таблица 3.3 Результаты измерения вязкости гелкоута «пермские полиэфирьы»

Образец	Температура (°C)	2RPM (мПа·с)	20RPM (мПа·с)
1	23,8	25900	3980
2	24,1	27700	4230
3	24,3	27400	4200
4	24,8	27300	4170

Сравнение вязкости гелкоутов от производителей показало, что гелкоут от Italbeit имеет среднюю вязкость 20000 мПа·с, что в свою очередь положительно влияет на напыление на работе. Гелкоут от Italbeit сравнительно лучше, чем аналогичные гелкоуты от других производителей.

### 3.2 Определение химического состава гелкоутов разных производителей

Химический состав гелкоутов определяли с использованием двух методов:

- Определение состава гелкоутов с помощью инфракрасной спектроскопии;
- Определение процентного соотношения неорганических веществ в гелкоутах.

Определение состава гелкоутов с помощью инфракрасной спектроскопии.

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		45

Исследование состава материала проводили в соответствии с ГОСТ Р 57939-201 «Инфракрасная спектроскопия. Общие принципы» [24]. Перед испытанием образцы выдерживали при комнатной температуре. В качестве испытательного оборудования использовали: инфракрасный спектрометр Varian Scimitar 1000 FT-IR.

Методика проведения испытаний. Небольшое количество образца помещали на специальную платформу, проводили анализ.

Определение процентного соотношения неорганических веществ в гелькоутах.

Определение процентного соотношения проводили в соответствии с ГОСТ 21119.10-75 «Метод определения содержания золы» [25]. В качестве испытательного оборудования использовали: муфельную печь.

Методика испытаний. Около 5 г испытуемого продукта взвешивают с погрешностью не более 0,0002 г в фарфоровом тигле, прокаленном до постоянной массы. Тигель ставят на асбестированную сетку и медленно нагревают. Затем прокаливают на горелке в окислительной части пламени, а потом в муфельной печи при 800-850 °С до постоянной массы.

Результаты измерений.

Химический состав гелькоутов исследован с помощью инфракрасной спектроскопии в соответствии с методикой, описанной выше. Исследование проводилось при  $T=24$  °С и нормальной влажности 55%. Результаты испытаний гелькоута Italbeit s.r.l. представлены на рисунке 3.1.

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
						46
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

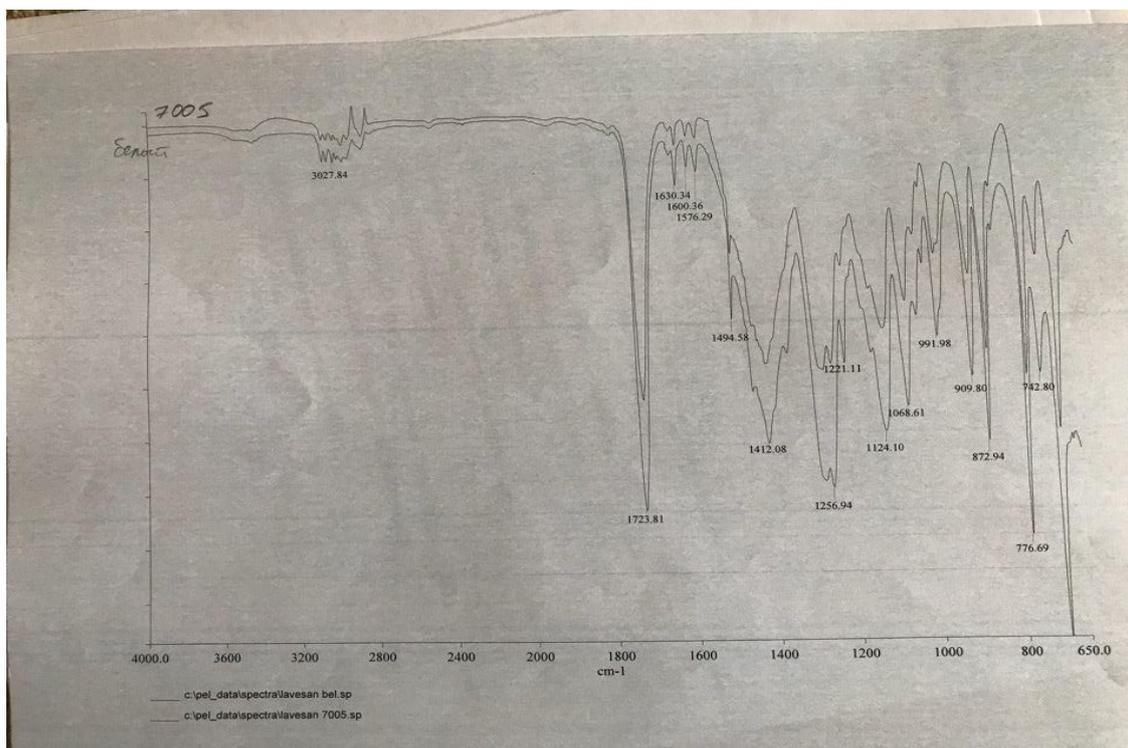


Рис.3.1 Спектр гелькоута Italtbeit s.r.l.

У гелькоутов производителей Lavesan и «пермские полиэфиры» получены аналогичные спектры.

В ходе испытаний выявлено, что все три производителя в качестве основы для гелькоута используют полиэфирную смолу с различными пигментами.

Процентное содержание неорганических веществ исследовано с помощью методики определения золы, описанной выше. Исследование проводилось при  $T=24\text{ }^{\circ}\text{C}$  и нормальной влажности 55%. Результаты испытаний представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 Процентное содержание наполнителя

	Масса стакана (гр.)	Масса гелькоута (гр.)	Масса стакана после печи (гр.)	Количество неорганических веществ (м.ч.)
Italtbeit	36,102	1,085	36,450	34,132
Lavesan	39,879	1,243	40,604	36,252
ОАО «пермские полиэфиры»	44,648	1,319	43,637	34,067

После анализа, для определения состава наполнителя возникла необходимость

провести повторную инфракрасную спектроскопию, результаты которой приведены в Приложении 4.

В ходе испытаний выявлены следующие результаты:

- 1) Производитель фирмы Lavesan в качестве наполнителя использует карбонат кальция;
- 2) Производитель фирмы Italbeit в качестве наполнителя использует оксид алюминия ;
- 3) Производитель ОАО «пермские полиэфирсы» Italbeit в качестве наполнителя использует карбонат бария.

### 3.3 Определение твёрдости гелкоутных покрытий по карандашу

Твёрдость покрытия панели потолка должна соответствовать техническим требованиям, описанным в главе 2. С этой целью проведены испытания на сопротивление внешнего слоя гелкоутного покрытия воздействию карандаша с грифелем определенных размера, формы и твердости согласно ГОСТ Р 54586-2011 «Материалы лакокрасочные. Метод определения твердости покрытия по карандашу» [26].

В качестве оборудования выбрано механическое устройство, представленное на рисунке 3.2.

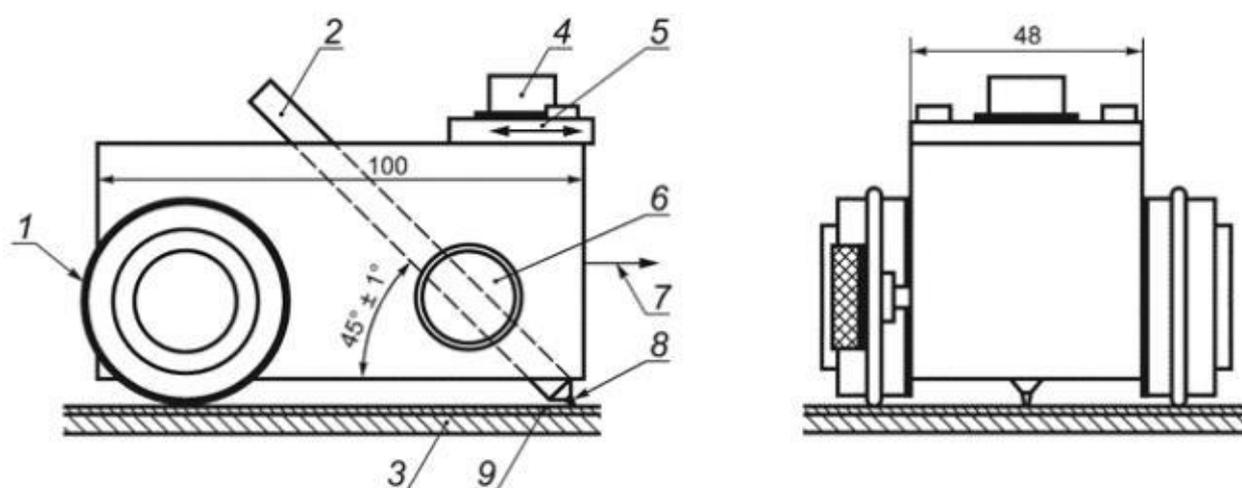


Рис. 3.2 Схема механического устройства для определения твёрдости покрытия

1 - резиновое уплотнительное кольцо; 2 - карандаш; 3 - стеклопластик; 4 -

					ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

уровень; 5 - подвижный груз; 6 - зажим; 7 - направление движения устройства; 8 - карандашный грифель; 9 – гелькоутное покрытие

Гелькоутное покрытие панели потолка испытывалось на сопротивление воздействию такими типами карандашей, как: 9В, 8В, 7В, 6В, 5В, 4В, 3В, 2В, В, НВ, F, Н, 2Н, 3Н, 4Н, 5Н, 6Н, 7Н, 8Н, 9Н (от мягкого к твёрдому). Для сравнительных испытаний использовались карандаши производителя: КОН-I-NOOR. Перед каждым применением все карандаши тщательно затачивались, чтобы снять с грифелей повреждения и неровности. Грифель должен оставаться гладким, в форме цилиндра.

Согласно выбранной методике испытание проводилось при температуре 23 °С и относительной влажности 52 %. Окрашенную пластинку помещали на твердую поверхность, вставляли карандаш в описанное выше устройство и зажимали в нужном положении так, чтобы кончик грифеля упирался в поверхность покрытия. Сразу после того, как кончик грифеля упирался в покрытие, испытываемую пластинку толкали в направлении от оператора на расстояние не менее 7 мм. Покрытие протирали мягкой тканью и через 30 с осматривали визуально на предмет обнаружения воздействия, оставленного карандашом.

Если повреждения не обнаруживались, испытание повторяли на новых участках пластинки, используя карандаши большей твердости до тех пор, пока не будет обнаружено повреждение. Далее опыт повторялся несколько раз со снижением твердости, пока не перестанет оставаться след повреждения. За твердость покрытия по карандашу принимается твердость самого твердого карандаша. Результаты исследований представлены в таблицах 3.5.

Таблица 3.5 Результаты испытания на твёрдость гелкоутов.

№	Наименование	Твёрдость карандаша
1	Lavesan	7Н

2	Пермские полиэферы	6Н
3	Italbeit	6Н

### 3.4 Сравнительный экономический анализ гелкоутов

Стоимость гелкоутов указанная производителями представлена в таблице 3.6

Таблица 3.6 Стоимость гелкоутов.

Производитель	Стоимость за кг.
Lavesan	344 руб.
Italbeit	286 руб.
Пермские полиэферы	290 руб.

В связи с тем, что гелкоут фирмы Italbeit дешевле, произведем плановой себестоимости изготовления изделия панель потолка Лиаз.

Себестоимость продукции - это выраженные в денежной форме затраты на ее выпуск и реализацию. Показатели себестоимости широко применяются при оценке производственно-хозяйственной деятельности предприятий, в системе хозрасчетных отношений, при определении экономической эффективности капитальных вложений, внедрения новой техники, технологических процессов, новых материалов, выборе конструкции, видов заводского транспорта, совершенствования организации и во многих других случаях.

В зависимости от состава учитываемых затрат различают технологическую, цеховую, производственную и полную себестоимость продукции.

Калькуляция плановой себестоимости изделия или работ цеха учитывает только те затраты, которые производятся в данном цехе, без учета затрат других цехов всего завода по изготовлению целого изделия. При этом

полная калькуляция готового изделия производится централизованным путем суммирования затрат всех цехов, изготавливающих это изделие.

В структуру стоимости производства основание нижнего спального места входят:

- стоимость основных материалов;
- прямая заработная плата производственных рабочих;
- обязательные отчисления в фонд;
- износ инструментов и приспособлений целевого назначения;
- расходы на управление цехом;
- медицинского страхования, страхования имущества, общезаводские расходы, внепроизводственные расходы [27].

Себестоимость изделий определяется по формуле:

$$C = P_m + 3П + P_{см} + P_{инп} + P_{уц} + P_{мс} + P_{си} + P_{оз} + P_{впр} \quad (3.1)$$

где  $P_m$  - расходы на основные материалы

3П – прямая заработная плата основных рабочих

$P_{см}$  - отчисления в фонд

$P_{инп}$  - расходы на износ инструментов и приспособлений

$P_{уц}$  - расходы на управление цехом

$P_{мс}$  - расходы на медицинское страхование

$P_{си}$  - расходы на страхование имущества

$P_{оз}$  - общезаводские расходы

$P_{впр}$  - внепроизводственные расходы.

Рассмотрим порядок проведения расчетов по основным статьям.

В статью «Сырье и материалы» включают затраты на основные материалы, которые входят в состав выпускаемой продукции, а также затраты на вспомогательные материалы, используемые для обеспечения технологического процесса. Стоимость основных материалов определяется по формуле:

$$P_m = 1,05 \cdot \sum_{i=1}^m H_{mi} \cdot Ц_{mi}, \quad (3.2)$$

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		51

где  $N_{mi}$  – норма расхода  $i$ -го материала на изделие;

$C_{mi}$  – цена единицы  $i$ -го материала;

$M$  – количество видов материалов;

Коэффициент 1,05 учитывает транспортно-заготовительные расходы.

В таблице 3.7 приведена стоимость материалов и полуфабрикатов, применяемых при изготовлении «Панели потолка Лиаз»

Таблица 3.7 - Стоимость материалов, применяемых при изготовлении панели потолка Лиаз.

№	Материал	Ед. изм-я	Цена за ед., руб	Кол-во	Стоимость, руб.
1	Стеклорвинг ER13-2400-180	кг	87,3	3,24	282,85
2	Гелькоут Italbeit RAL 1015	кг	286	1,73	494,78
3	Смола Ярकोпол 110	кг	112	6,03	675,36
4	Отвердитель Butanox M-50	кг	267	0,13	34,71
5	Воск BlueWax	шт	1017	0,01	10,17

Таким образом, общая стоимость расходуемых материалов составляет  $P = 1498$  руб. 56 коп.

Статья «Покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты» отражает затраты на комплектующие изделия, поступающие по кооперации с других предприятий, на приобретение заготовок и оплату услуг других предприятий по частичной их сборке.

Статья «Возвратные отходы» включает стоимость тех остатков исходных материалов и полуфабрикатов, которые в дальнейшем могут быть каким-либо образом целесообразно утилизированы. По укрупненным расчетам стоимость отходов будет составлять 10% от стоимости материала.

$$P_{omx} = 0,1 \cdot 1962 = 149,85 \text{руб.}$$

В статью «Топливо и энергия на технологические цели» включаются затраты на все виды топлива и энергии, которые непосредственно

применяются в технологическом процессе без преобразования в другие виды энергии. Сумма этих статей представляет материальные затраты на выработку продукции. При расчетах для проектированного изделия эта статья не учитывается.

В статье «Прямая заработная плата производственных рабочих» учитывается тарифный фонд заработной платы рабочих, занятых непосредственно выполнением производственного процесса по сдельной или повременной системам оплаты труда. В эту статью входят и такие виды доплат, как доплаты за руководство бригадой, за работу в ночное время и некоторые другие, а также премии из фонда заработной платы за перевыполнение технически обоснованных норм, выполнение плана и высокое качество продукции.

Прямую ЗП основных рабочих рассчитывают по формуле:

$$ЗП_{\text{пр}} = T \cdot i \cdot \left(1 + \frac{K_{\text{ут}} + K_{\text{ит}}}{100}\right), \quad (3.3)$$

где  $T$  – трудоемкость сдельных и повременных работ по изготовлению изделия, чел-ч;

$i$  – сдельная часовая ставка на сдельные и повременные работы по изготовлению изделия, руб/чел.-ч.;

$K_{\text{ут}}$ ,  $K_{\text{ит}}$  – средние по изделию проценты доплат за условия и интенсивность труда (составляют 16%).

Трудоемкость находим из соотношения:

$$T = t \cdot \Phi_{\text{дейст}} \cdot k_{\text{вн}} \cdot k_{\text{од}}, \quad (3.4)$$

где  $t$  – длительность производственного цикла, дни;

$\Phi_{\text{дейст}}$  – суточный действительный фонд времени рабочего, 7 часов;

$k_{\text{вн}}$  – процент выполнения норм составляет 110%;

$k_{\text{од}}$  – коэффициент одновременно работающих, чел.

При анализе практических трудовых затрат на панель потолка Лиаз:

цикл на изготовление составил 1 день;

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		53

количество исполнителей – 2 человек.

$$T=1 \cdot 7 \cdot 1,1 \cdot 2=15,4 \text{ чел-ч.}$$

Все работы выполняют рабочие 2 разряда. Сдельная часовая ставка на сдельные и повременные работы составляет  $i=130$ руб.

$$ЗП_{\text{прям}}=2005 \text{ руб.}$$

Статья “Дополнительная заработная плата производственных рабочих” отражает доплаты, предусмотренные законодательством о труде за непроработанное время: оплата очередных и дополнительных отпусков, льготных часов подросткам и кормящим матерям, за выполнение государственных обязанностей и др.

Дополнительную заработную плату основных рабочих рассчитывают по формуле:

$$ЗП_{\text{доп}} = ЗП_{\text{прям}} \frac{N_{\text{зп доп}}}{100} \quad (3.5)$$

Где  $N_{\text{зп доп}}$  – норматив дополнительной заработной платы производственных рабочих, который составляет 40%.

Дополнительная ЗП составляет:

$$ЗП_{\text{доп}}=0,16 \cdot 2005=320,8 \text{ руб.}$$

Статья “Отчисление в фонды” учитывает отчисления на социальное страхование, пенсионный фонд с заработной платы, которые определяются по нормам от сумм основной и дополнительной ЗП производственных рабочих.

Величина обязательных отчислений рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{см}}=(ЗП_{\text{прям}} + ЗП_{\text{доп}}) \cdot \frac{N_{\text{см}}}{100} \quad (3.6)$$

где  $N_{\text{см}}$  – норматив обязательных отчислений на социальные мероприятия, который составляет 37,5%.

Обязательные отчисления в фонды составляют:

$$P_{\text{см}}=(2005 + 320,8) \cdot 0,375=872,17 \text{ руб.}$$

В статью “Расходы на подготовку и освоение производства” входят затраты: на освоение новых предприятий, цехов и агрегатов, новых видов

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

продукции и технологических процессов; отчисления в фонд премирования за создание и освоение новой техники и некоторые другие единовременные затраты. При укрупненных расчетах величину этих затрат принимается в размере 10% от суммы материальных затрат и прямой ЗП основных рабочих по этому изделию.

Данные расходы составляют:

$$P_{\text{non}} = 0,1 \cdot (\text{ЗП}_{\text{пр}} + P_{\text{м}}) \quad (3.7)$$

$$P_{\text{non}} = 0,1 \cdot (2005 + 1498,56) = 350,35 \text{ руб.}$$

Статья «Износ инструментов и приспособлений целевого назначения» учитывает затраты на изготовление, приобретение и ремонт специального инструмента и приспособлений. При укрупненных расчетах величину этих затрат принимают 15% от прямой ЗП производственных рабочих.

Данные расходы составляют:

$$P_{\text{инп}} = 0,15 \cdot 2005 = 300,75 \text{ руб.}$$

Статья «Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования» является комплексной и включает следующие виды расходов:

- амортизационные отчисления на ремонт оборудования и транспортных средств;
- расходы по эксплуатации оборудования;
- расходы на ремонт оборудования и транспортных средств;
- затраты на внутризаводские перемещения грузов;
- износ БМП;
- прочие расходы.

Для проектируемого изделия норматив РСЭО составляет 110% от прямой ЗП основных рабочих. Данные расходы составляют:

$$P_{\text{рseo}} = 1,1 \cdot 2005 = 2205,5 \text{ руб.}$$

Статья «Цеховые расходы» также комплексная. Она включает в укрупненном виде следующие затраты по управлению и обслуживанию производства:

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

- расходы на содержание аппарата управления цеха и прочего цехового персонала;
- амортизационные отчисления на полное восстановление зданий, сооружений и инвентаря общего назначения;
- расходы на содержание зданий и сооружений и их текущий ремонт;
- затраты на испытание, опыты, исследования по рационализации и изобретательству цехового характера;
- затраты по охране труда в цехе;
- прочие расходы, связанные с управлением и обслуживанием производства.

Расходы на управление цехом определяются как процент от прямой ЗП основных рабочих (80%). Для проектированного изделия эти расходы составляют:

$$P_{уп} = 0,8 \cdot 2005 = 1604 \text{ руб.}$$

Статья «Медицинское страхование» включает расходы на обязательное медицинское страхование персонала предприятия. Эти расходы составляют 3% от прямой ЗП основных рабочих для проектируемого изделия:

$$P_{ме} = 0,03 \cdot 2005 = 60,15 \text{ руб.}$$

Статья «Страхование имущества» включает расходы на обязательное страхование имущества предприятия, приходящееся на данное изделие. Эти расходы составляют 4% от прямой ЗП основных рабочих для проектируемого изделия:

$$P_{си} = 0,04 \cdot 2005 = 80,2 \text{ руб}$$

В статью «Общезаводские расходы» входят затраты по управлению предприятием и организацией производства в целом:

- ЗП аппарата управления предприятия;
- расходы на командировки работников управления;
- расходы по всем видам охраны предприятия;
- конторские, типографические, почтово-телеграфные и

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
						56
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

телефонные расходы;

— амортизационные отчисления, затраты на содержание и текущий ремонт зданий, сооружений и инвентаря общезаводского назначения;

— расходы по подготовке кадров;

— прочие расходы.

Эти расходы составляют 80% от прямой ЗП основных рабочих для проектирования изделия:

$$P_{\text{оз}} = 0,8 \cdot 2005 = 1604 \text{ руб.}$$

В статье «Внепроизводственные расходы» учитываются расходы по сбыту продукции:

— на тару;

— на упаковку;

— доставку продукции на станцию отправления, ее погрузку;

— прочие расходы, связанные с реализацией продукции.

Эти расходы составляют 4% от суммы предыдущих статей за вычетом возвратных отходов для проектируемого изделия:

$$P_{\text{ип}} = 430 \text{ руб.}$$

Таблица 3.8 - Калькуляция себестоимости детали «панель потолка  
Лиаз»

Статьи затрат	Величина затрат, руб.
1. Сырье и материалы	1498,5
2. Покупные изделия и полуфабрикаты	1498,5
3. Возвратные отходы	149,5
4. Топливо и энергия	-
5. Фонд прямой ЗП производственных рабочих	2005
6. Фонд дополнительной ЗП производственных рабочих	320,8
7. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	2205,5

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

ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.

Лист

57

## Продолжение таблицы 3.8

8. Цеховые расходы	1604
9. Возмещение износа инструментов и приспособлений целевого назначения	300,75
10. Расходы на освоение производства новых изделий	350,35
11. Общезаводские расходы	1604
12. Расходы на страхование имущества	80,2
13. Расходы на медицинское страхование	60,15
14. Внепроизводственные расходы	430
ИТОГО полная себестоимость	8454,77

Таким образом, общая себестоимость изготовления детали панель потолка Лиаз составляет 8 454 рубля 77 копеек.

### Выводы по 3 главе

1. Сравнение вязкости гелькоутов от производителей показало, что гелькоут от Italbeit имеет среднюю вязкость 20000 мПа·с, что в свою очередь положительно влияет на напыление на робототехническом комплексе. Гелькоут от Italbeit сравнительно лучше, чем аналогичный гелькоуты от других производителей.

2. В ходе испытаний выявлено, что все три производителя гелькоута в качестве основы используют полиэфирную смолу с различными пигментами. Получены следующие результаты исследования химического состава:

- 1) Производитель фирмы Lavesan в качестве наполнителя использует карбонат кальция;
- 2) Производитель фирмы Italbeit в качестве наполнителя использует оксид алюминия;
- 3) Производитель ОАО «пермские полиэфирсы» Italbeit в качестве наполнителя использует карбонат бария.

3. Проведя испытания, выявлено, что гелькоуты всех трёх производителей подходят под технические требования к гелькоутам.

4. Проведя сравнительный стоимостной анализ гелькоутов все трёх

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		58

производителей, выяснилось, что наиболее оптимальным является гелкоут производителя Italbeit. Исходя из сделанных выводов, проведен расчёт себестоимости панели потолка ЛиАЗ.

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
						59
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

#### 4 Разработка технологии изготовления панели потолка ЛиАЗ

Панель потолка автомобиля ЛиАЗ изготавливается из стеклопластика по технологии напыления ровинга с помощью робототехнического комплекса. В качестве основного оборудования использовалось: робот FANUC M-710iC/50, установка для напыления гелькоута MVP на 5 цветов, и установка для напыления ровинга UltraMAX Chopper System. Технология «Напыления на робототехническом комплексе» представляет собой инновационный метод производства, разработанный специально для деталей из стеклопластика, которые могут иметь крупногабаритный размер, а также должны отличаться превосходным качеством поверхностей. Технология позволяет гибко реагировать на высокие требования, предъявляемые к механическим свойствам различных деталей, обеспечивает визуально безупречное качество поверхностей и способствует снижению инвестиционных и производственных расходов.

Преимущества технологии:

- Производительность операций увеличивается на 10%;
- Снижение себестоимости детали;
- Снижение количества работников на 15%;
- Возможность увеличения объемов производства деталей до 2 раз;
- Стабильный и контролируемый расход материала на каждое изделие;
- Стабильное и контролируемое время операций;
- Исключение персонала из зоны воздействия вредных факторов;
- Снижение издержек на сохранение здоровья персонала.

Напыление на работе имеет многочисленные преимущества по сравнению с другими методами производства. Благодаря высококачественному смешиванию и равномерному распределению волокон

ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Кашапов Н.Р.	<i>Кашапов</i>	19.06/19		60	87
Провер.		Шафигуллин Л.Н.	<i>Шафигуллин</i>	19.06/19			
Реценз.							
Н. Контр.		Шафигуллин Л.Н.	<i>Шафигуллин</i>	19.06/19			
Утверд.		Панфилов Э.В.	<i>Панфилов</i>	19.06/19			

Разработка технологии  
изготовления панели  
потолка ЛиАЗ

НЧИ КФУ  
Гр. 1151107

детали приобретают превосходные механические свойства. Кроме этого, детали могут легко дополняться различными вставками.

#### 4.1 Разработка маршрутно-операционной технологии

На основе технологии напыления стеклоровинга разработан технологический процесс изготовления панели потолка ЛиАЗ (Таблица 4.1). Блок-схема технологического процесса изготовления панели потолка ЛиАЗ представлена в Приложении 4.

Таблица 4.1. Маршрутная карта изготовления Панели потолка

Номер операции	Наименование операции
005	Комплектовочная: Получить материалы со склада согласно сменному заданию
010	Транспортная : Переместить материалы со склада на участок формовки
015	Подготовительная: Подготовить роботизированный комплекс к работе. Загрузить стеклоровинг и исходные компоненты в расходные емкости. Установить соотношение компонентов А: Б. Установить время, скорость напыления компонентов. Нанести на оснастку адгезионную смазку.
020	Напыление гелкоута: Загрузить все необходимые компоненты в специальные емкости на оборудовании. Установить оснастку, напылить гелкоут.
025	Подготовительная к напылению ровинга: Выдержать гелкоут до состояния «отлип» - палец липнет, но не окрашивается. Установить время, скорость напыления компонентов.
030	Напыление ровинга: Установить ровинг, смолу и катализатор на оборудовании. Установить оснастку. Напылить поверхность оснастки.
035	Формовочная: Прикатывать валиком до тех, пор, пока в ламинате не останутся воздушников.
040	Съем изделия с оснастки: По истечении времени полимеризации деталь снять с оснастки.
045	Транспортная: Переместить заготовку на обрезочный участок.

Продолжение таблицы 4.1

050	Обрезочная: С помощью установки обрезать облой, не допуская зареза. Облой убрать в мусорный контейнер.
055	Транспортная: Переместить заготовку на сборочную операцию.
060	Сборочная: Собрать готовое изделие из заготовок.
065	Транспортная: Переместить изделие на стол ОТК.
070	ОТК: Проверить соответствия готового изделия.
075	Упаковка, маркировка.
080	Транспортировка на склад готовой продукции.

Производительность методов обработки в целом соответствует среднесерийному производству.

Приведем детальный анализ операций по производству Панели потолка:

005 Комплектовочная операция.

Получить материалы со склада, осмотреть их на наличие дефектов.

010 Транспортная операция.

Подвезти оснастку и компоненты со склада к РТК. Операция выполняется оператором с использованием транспортного оборудования: тележки, кантователя. Время транспортировки 1 минута 30 секунд.

015 Подготовительная операция.

Загрузить исходные компоненты в расходные ёмкости. Установить соотношения компонентов А и Б – 1:1,75 и количество стеклоровинга 25%. Установить режимы программного обеспечения робота. Обработать оснастку восковой адгезионной смазкой.

020 напыление гелькоута.

На данном этапе происходит напыления роботизированным комплексом состава на подготовленную оснастку в течение 3 минут. Время напыления рассчитано от толщины напыляемой детали и давления в

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

инжекционной системе. Далее заготовки выдерживаются в форме в течение часа. Время выдержки определено экспериментальным путем.

#### 025 Подготовительная к напылению ровинга.

Загрузить исходные компоненты в расходные ёмкости. Установить соотношение гелкоута с катализатором – 1:1,75. Установить режимы программного обеспечения робота.

#### 030 Напыление ровинга.

Происходит напыления роботизированным комплексом состава на подготовленную оснастку в течение 2 минут. Время напыления рассчитано от толщины напыляемой детали и давления в инжекционной системе.

#### 035 Формовочная операция.

Формовщиками прикатывают слой стеклоровинга специальными валиками. Далее заготовки выдерживаются в форме до окончания смены.

#### 040 Съём изделия с оснастки.

Детали извлекаются из формы и укладываются на стеллажи, где происходит полное схватывание компонентов и высыхания в течение 24 часов. Высыхания происходит при комнатной температуре 25 °С и нормальной влажности 55%, которые поддерживаются на всём участке производства. Исползованную оснастку помещаем в контейнер для дальнейшей очистки и повторного использования.

#### 045 Транспортная операция.

Переместить заготовку на обрезочный участок. Время транспортировки 1 минута 30 секунд.

#### 050 Обрезочная операция.

Заготовка устанавливается на рабочую зону рабочим вырезается оброй, просверливаются отверстия. Общее время необходимое для обрезки всей детали 13-15 минут.

#### 055 Транспортная операция.

Переместить заготовку на сборочный участок. Время транспортировки

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		63

1 минута 30 секунд.

060 Сборочная операция.

На участке склейки потолков из заготовок собираются готовые изделия в течение 5 минут.

065 Транспортная операция.

Переместить изделие на участок ОТК. Время транспортировки 1 минута 30 секунд.

070 Операция ОТК.

Контроль изделия всех операций: геометрических размеров, толщины, качество реза, качество сборки, соединений. При обнаружении несоответствий исправить или отправить в изолятор брака.

075 Операция упаковки, маркировки.

Годные детали уложить на поддон. Упаковать с помощью полиэтиленовой пленки и перетянуть стопку упаковочной лентой. Промаркировать.

080 Транспортировка на склад готовой продукции.

Операция напыления гелькоута. Перечень переходов.

1. Подготовить напылительную установку и оснастку для 3-х сменного режима работы (провести настройку режимов литья).

Время обработки:  $t=200$  сек.

2. Обработать оформляющие части матрицы антиадгезионной смазкой наносят 2-3 слоя смазки с перерывами в 20 секунд.

Время обработки:  $t=250$  сек.

3. Закачать компоненты в расходные емкости напылительной установки.

Время загрузки:  $t=30$  сек.

Масса сырья: компонент А –  $m = 1,72$  кг;

компонент В –  $m = 0,03$  кг.

Во время закачки компонентов необходимо полностью сбросить давление воздуха в закачиваемом реакторе.

4. Установить необходимые параметры по операционной карте напыления на

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		64

мониторе блока системного управления.

Время загрузки:  $t=10$  сек.

Давление воздуха:  $\rho = 2,8 - 2,9$  атм.

Процент отвердителя = 1,75

Скорость программы = 85%

Температура компонентов:  $t = 21-24$  °С.

Температура формы:  $t = 45-50$  °С.

5. Напылить систему компонентов на форму.

Время напыления:  $t = 250$  сек.

Давление воздуха:  $\rho = 2,8 - 2,9$  атм.

Процент отвердителя = 1,75

Скорость программы = 85%

Температура компонентов:  $t = 21-24$  °С.

6. Снять оснастку с подставок.

Время снятия:  $t = 20$  сек.

7. Переместить изделие на операцию напыления ровинга.

Время переноса:  $t=10$  сек.

Операция напыления ровинга. Перечень переходов.

1. Подготовить напылительную установку.

Время обработки:  $t=200$  сек.

2. Закачать компоненты в расходные емкости напылительной установки.

Время загрузки:  $t=30$  сек.

Масса сырья: компонент А –  $m = 6,03$  кг;

компонент В –  $m = 0,10$  кг;

стеклоровинг ER13-2400-180 –  $m = 3,246$  кг

3. Установить необходимые параметры по операционной карте напыления на мониторе блока системного управления.

Время загрузки:  $t=10$  сек.

Давление воздуха:  $\rho = 2,6$  атм.

Обороты чоппера: - 7,3.

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

Процент отвердителя = 1,75

Скорость программы = 85%

Температура компонентов:  $t = 21-24 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

4. Напылить систему компонентов на заливочную форму.

Время напыления:  $t = 250 \text{ сек.}$

Давление воздуха:  $p = 2,6 \text{ атм.}$

Обороты чоппера:  $= 7,3 \text{ об/сек.}$

Процент отвердителя = 1,75

Скорость программы = 85%

Температура компонентов:  $t = 21-24 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

5. По окончании полимеризации снять заготовку с заливочной формы.

Время снятия:  $t = 20 \text{ сек.}$

6. Очистка оформляющих полостей заливочной формы.

Время очистки:  $t = 40 \text{ сек.}$

7. Переместить изделие на операцию обрезки.

Время переноса:  $t=10 \text{ сек.}$

#### **4.2 Выбор основного и вспомогательного оборудования**

Для реализации операций технологического процесса необходимо использовать следующие единицы основного оборудования:

- промышленный робот,
- машина для рубли ровинга,
- машина для напыления гелькоута.

На основе анализа технико-экономических параметров рассматриваемого оборудования выявлено, что наиболее лучшими характеристиками обладают следующие единицы:

- робототехнический комплекс fanuc m-710ic/50m [28];
- MVP MultiColor Gelcoater [29];
- UltraMAX Chopper System (External mixing) [30].

Установка MVP MultiColor Gelcoater – установка для нанесения гелькоутов разных цветов. Установка MVP MultiColor Gelcoater позволяет

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

использовать несколько насосов материала (максимально 6 цветов). В установке использованы быстросъемные узлы, которые снижают возможные потери времени. Система предусматривает использование внутреннего или внешнего смешивания гелькоута и катализатора. Данные установки могут комплектоваться разными насосными системами: UltraMAX и Patriot.

Преимущества установки:

- Позволяет использовать несколько насосов материала (максимально 6 цветов);
- В установке использованы быстросъемные узлы, которые снижают возможные потери времени;
- Система предусматривает использование внутреннего или внешнего смешивания гелькоута и катализатора;
- Установки могут комплектоваться разными насосными системами.

Технические характеристики:

- Производительность: до 1,25 гал/мин (3,5 л/мин);
- Потребление катализатора: от 0,75 % до 3,0 % по объему;
- Потребление воздуха: 7 куб. футов/мин (210 л/мин) [29].

На рисунке 4.1 изображена установка MVP MultiColor Gelcoater .



					ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

Рис.4.1 Установка для напыления гелькоута MVP MultiColor Gelcoater

Для напыления ровинга и смолы используется установка UltraMAX Chopper System которая отличается надежной системой подачи низкого давления, простотой установки, простотой в эксплуатации и простотой в обслуживании в сочетании с прочностью Magnum Venus Plastech [30].

MVP MiniPro Chopper System подходит для предприятий с относительно невысоким объемом выпуска изделий. Система позволяет оператору с легкостью осуществлять необходимую настройку установки. Благодаря высокоскоростному реверсивному клапану V-Pro 2000 достигается плавный переход поршня насоса от верхнего положения к нижнему, за счет чего осуществляется и плавность подачи материала. В насосной системе MVP Pro используется насос катализатора из высокопрочной нержавеющей стали, специально созданный для интенсивной работы. Установка MiniPro Chopper System снабжена пистолетом внешнего и внутреннего смешивания смолы и отвердителя [30]. На рисунке 4.2 изображена установка для напыления ровинга и смолы MVP MiniPro Chopper System

Технические характеристики:

- Производительность: до 9,5 литров смолы в минуту;
- Соотношение смолы и катализатора: 0,5 — 3,0 % катализатора к объему смолы;
- Потребление воздуха компрессором: 510 л/мин [24].



Рис. 4.2 установка для напыления ровинга и смолы MVP MiniPro  
Chopper System

Для напыления гелькоута и ровинга используется робото-технический комплекс fanuc m-710ic/50m. Применение робота повышает качество операции, уменьшает время обработки, повышает экологичность производства, обеспечивает сохранность здоровья работников. На рисунке 4.3 показаны основные размеры fanuc m-710ic/50m. Робот имеет пульт ЧПУ и пульт ручного управления. Положение манипулятора, т.е. траектория его перемещения, программируется. Обучение производят вручную с пульта ручного управления путем последовательного проведения руки робота по заданным точкам программы, при этом определяют фактические координаты заданных точек. При ручном обучении программа записывается на электронный носитель. В системе управления роботом есть устройство синхронизации работы с технологическим оборудованием, с помощью которого обеспечивается рабочий цикл обработки детали [28]. Робот FANUC M-710iC/50m Стандартный универсальный робот грузоподъемностью 70 кг. Легкие роботы этой инновационной серии имеют компактное запястье, жесткую конструкцию руки и узкую базу. Шести осевые роботы сочетают в

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		69

себе высокую скорость перемещения, грузоподъемность до 70 кг и отличные инерционные показатели — по последним двум характеристикам они являются лучшими среди роботов этой категории, и отлично подходят для различных сфер применения [28]. Основные технические характеристики указаны в таблице 4.2.

Таблица 4.2 Основные технические характеристики FANUC M-710iC/70

Модель	70
Контроллер	R-30iA
Управляемых осей	6
Грузоподъемность кисти	70
Повторяемость (мм)	0,07
Полезная нагрузка (кг)	560
Радиус досягаемости (мм)	2050
Класс IP	Корпус IP54 стандартно запястье и рука J3-IP54

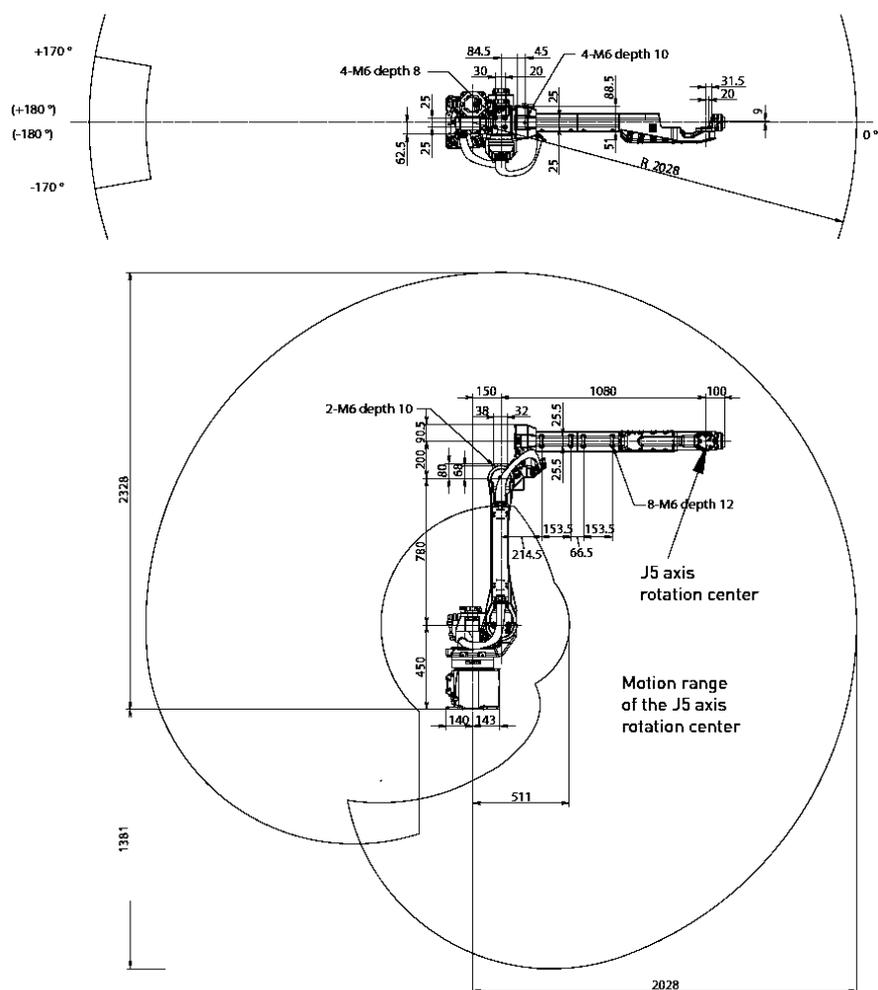


Рис. 4.3 Основные размеры РТК

Для напыления роботом оснастка закрепляется на специальных подставках для обрезки.

Расчет количества основного производственного оборудования определяется по следующей зависимости:

$$E_{\text{расч}} = \frac{T}{0,93 \cdot \Phi_{\text{д}}} \quad (4.1)$$

где  $T$  — годовой фонд времени работы оборудования, расходуемый на выполнение годовой программы, машино-ч;

$\Phi_{\text{д}}$  — действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч;

0,93 — коэффициент, учитывающий потери времени на обслуживание рабочего места и оборудования, подготовительно — заключительное время, отдых и личные надобности персонала.

Годовой фонд времени работы оборудования находится по формуле:

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

$$T = \frac{Q \cdot t}{3600} \quad (4.2)$$

$T = 200$  ч.

где  $Q$  — годовая программа выпуска изделий (производственная мощность цеха) 3000 тыс. шт;

$t$  — время, на изготовление одного изделия, с.

Действительный годовой фонд времени работы оборудования рассчитывается по формуле:

$$\Phi_d = 0,92 \cdot (1 - K_p \cdot K_t) \cdot \Phi_n \quad (4.3)$$

$\Phi_d = 3241,7$  ч.

где 0,92 — коэффициент использования оборудования, учитывающий возможные простои машин из-за отсутствия сырья, электроэнергии, внезапных остановок;

$K_p = 0,05$  - коэффициент потерь времени на ремонт оборудования;

$K_t = 0,025$  - коэффициент, учитывающий технологические простои оборудования;

$\Phi_n$  — номинальный годовой фонд времени ч.

С учетом двух выходных дней в неделю номинальный годовой фонд времени определяется по формуле:

$$\Phi_n = 8 \cdot [(5 \cdot N + 1) - n] \cdot K \quad (4.4)$$

$\Phi_n = 3528$  ч.

где  $N = 52$  — число недель в году;

$n$  — число праздничных дней в году;

$K$  — количество рабочих смен в сутках;

8- продолжительность рабочей смены ч.

Используя полученные данные произведём расчет основного оборудования:

$$E_{расч} = \frac{200}{0,93 \cdot 3241,7} = 0,06$$

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		72

Ерас= 0,06 следовательно, для того чтобы реализовать данный технологический процесс достаточно по одной единице основного оборудования.

#### Выводы по 4 главе

1. Разработана маршрутно-операционная карта производства изделия панель потолка Лиаз. Технологический процесс производства, включает в себя следующие операции: напыление гелькоута, напыление ровинга, формовочная, транспортная, обрезная, контрольная.

2. На основе анализа технико-экономических параметров рассматриваемого оборудования выявлено, что наиболее лучшими характеристиками обладают следующие единицы:

- робототехнический комплекс fanuc m-710ic/50m;
- MVP MultiColor Gelcoater;
- UltraMAX Chopper System (External mixing)

Для того чтобы реализовать данный технологический процесс достаточно по одной единице основного оборудования.

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		73

## 5 Разработка мероприятий по организации безопасности жизнедеятельности

### 5.1 Расчет вентиляции

Важным средством обеспечения нормальных санитарно-гигиенических и метрологических условий в производственных помещениях является вентиляция - это организованный и регулируемый воздухообмен, обеспечивающий удаление из помещения, загрязненного промышленными вредностями воздуха.

Производственные помещения должны быть оборудованы механической приточно-вытяжной вентиляцией в соответствии с требованием СП 2.2.2.1327-03[31] и СНиП 41-02-2003[32]. В процессе производства изделий в воздушную среду производственных помещений возможно выделение стирола, предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны не должно превышать 30 мг/м<sup>3</sup>. Контроль воздуха в рабочей зоне за содержанием вредных веществ должен быть организован в соответствии с требованиями СП 2.2.2.1327-03 [31], ГОСТ 12.1.005-88 [33], ГН 2.2.5.1313-03 [34]. ПДК и класс опасности веществ в соответствие с ГН 2.2.5.1313-03. Для достижения в воздухе концентрации стирола 30 мг/м<sup>3</sup> при работе необходимо подавать воздуха  $G=2\ 000\ \text{м}^3/\text{ч}$  на 1 м<sup>2</sup> поверхности формируемого материала, однако создать такой воздухообмен в реальных условиях сложно. Кроме того, при увеличении скорости потока воздуха сильно повышается скорость испарения стирола.

Кроме общей необходимо устанавливать местную вентиляцию в местах наибольшей концентрации токсичных летучих веществ (прессы, сушильные шкафы, участки для контактного формования, свободной заливки и т.д.). При этом рекомендуется отсасывать стирол в нижней части рабочего помещения, так как его пары тяжелее воздуха.

**ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.**

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Кашалов Н.Р.	<i>Н.Р. Кашалов</i>	19.06.19			
Провер.		Шафигуллин Л.Н.	<i>Л.Н. Шафигуллин</i>	19.06.19			
Реценз.							
Н. Контр.		Шафигуллин Л.Н.	<i>Л.Н. Шафигуллин</i>	19.06.19			
Утверд.		Панфилов Э.В.	<i>Э.В. Панфилов</i>	19.06.19			

Разработка мероприятий по организации безопасности жизнедеятельности

ИЧИ КФУ  
Гр. 1151107

Для расчета вентиляции воздухообмен  $L$  ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) при выделении органических растворителей из раствора полимеров определяют по формуле

$$L = G \times S \quad (5.1)$$

где  $S$  – открытая площадь испарения стирола,  $\text{м}^2$ ;

Объём вентиляции воздухообмена при контактном формовании:

$$L = 2000 \cdot 3 \cdot 10^{-5} = 0,6 \text{ м}^3/\text{ч}$$

## 5.2 Расчет искусственного освещения

Освещение в цехе предусматривается естественное и искусственное. Наиболее благоприятным является - естественное.

Искусственное освещение должно обеспечивать достаточную освещенность в соответствии с установленными нормами. При этом должны выполняться следующие условия: отсутствие резких теней на рабочее место, постоянство освещенности рабочих мест, необходима регулярная очистка светильников.

Искусственное освещение предусматривается в помещениях, в которых недостаточно света или для освещения помещения в те часы суток, когда естественный свет отсутствует. Подразделяется на два вида: общее и комбинированное. В качестве источников света применяют газоразрядные лампы или лампы накаливания.

Создание благоприятных условий труда, исключаящих быстрое утомление зрения, возникновение несчастных случаев и способствующих повышению производительности труда, возможно только осветительной установкой, отвечающей таким требованиям:

- 1) Освещенность на рабочем месте должна соответствовать зрительным условиям труда согласно гигиеническим нормам;
- 2) Обеспечение достаточного распределения яркости;
- 3) На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени;
- 4) Величина освещенности должна быть постоянной во времени;

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		75

5) Удобство, надежность и простота установки.

При проектировании искусственного освещения необходимо выбрать тип светильника и определить источник света [34].

В освещении помещения технического бюро размером  $A=9,8\text{ м}$ .  $B=5,8\text{ м}$ . и высотой  $H = 3\text{ м}$ . используется  $N$  светильников ОДР с двумя люминесцентными лампами (в качестве источников искусственного освещения используются газоразрядные лампы низкого давления (люминесцентные), т.к. являются энергетически выгодными и обладают большей продолжительностью горения). Коэффициент отражения светового потолка от потолка, стен и пола:

$\rho_{\text{пот}} = 70\%$ ,  $\rho_{\text{пола}} = 10\%$ ,  $\rho_{\text{стен}} = 50\%$ . . Затемнения рабочих мест нет. Высота свеса светильников  $h_0 = 0,15\text{ м}$ , высота рабочей поверхности над уровнем пола  $h_p = 0,85\text{ м}$ . Тип ламп ЛБ-40.

Нормативная величина освещенности  $E_n = 400\text{ лк}$ . (помещения для работы с дисплеями). Фактическая освещенность определяется по формуле

$$E_{\text{ф}} = \frac{N \cdot n \cdot F \cdot \eta}{S \cdot z \cdot k} \quad (5.2)$$

где  $F=2200\text{ лм}$  – световой поток лампы;

$n=2$  – количество ламп в светильнике;

$z=1,1$  – коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп;

$S$  – площадь помещения;

$k=1,5$  – коэффициент запаса учитывающий снижение освещения из за загрязнения ламп;

$\eta$  – коэффициент использования осветительной установки.

Для определения коэффициента использования осветительной установки найдем индекс помещения:

$$i = \frac{A \cdot B}{h(A+B)} \quad (5.3)$$

$$i = \frac{9,2 \cdot 5,8}{2 \cdot (9,2 + 5,8)} = 1,78$$

где  $h$  – высота расположения светильников относительно рабочей поверхности  $h = H - h_p - h_0$ .

Коэффициент использования осветительной установки определяем по таблице для светильников с люминесцентными лампами  $\eta = 80\%$

Используя полученные данные определяем необходимое количество ламп:

$$N = \frac{E_{\phi} \cdot S \cdot z \cdot k}{n \cdot F \cdot \eta} \quad (5.4)$$

$$N = \frac{400 \cdot 288 \cdot 1.1 \cdot 1.5}{2 \cdot 2200 \cdot 0.8} = 54$$

Из расчетов видно, что для безопасной и продуктивной работы в техническом бюро необходимо установить 54 светильников в каждом из которых находятся 2 люминесцентные лампы.

### Выводы по 5 главе

1. Произведен расчет необходимой вентиляции для изготовления детали панель потолка ЛиАЗ  $L = 0,6 \text{ м}^3/\text{ч}$
2. Для безопасной и продуктивной работы в техническом бюро необходимо установить 54 светильника.

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		77

### Заключение

На сегодняшний день в автомобильной отрасли отдается большее предпочтение композитным материалам, нежели металлу, дереву и стеклу. Стеклопластики выполняют различные функции, такие как, обеспечение внутренней и наружной безопасности, экономичность в эксплуатации, повышение комфортабельности, эстетической красоты и т.д. А благодаря введению робото-технологического комплекса можно значительно повысить уровень производительности предприятия.

Исследованы физико-химические свойства гелькоутов:

- Вязкость;
- Инфракрасная спектроскопия;
- Твёрдость;

Деталь изготавливается из гелькоута Italbet, смолы яркопол-110, стеклоровинга ER13-2400-180.

Произведен выбор основного и вспомогательного оборудования. На данном участке будет установлены следующие единицы оборудования: робот FANUC M-710iC/50, установка для напыления гелькоута MVP на 5 цветов, и установка для напыления ровинга UltraMAX Chopper System. Разработана технология изготовления панели потолка ЛиАЗ.

На рабочем месте выявлены негативные факторы производственной среды, это выделение в воздушную среду производственного помещения стирола. Для поддержания нормированной концентрации стирола необходимо кроме общей вентиляции устанавливать местную. Объём вентиляции воздухообмена при контактном формовании составляет  $0,6\text{ м}^3/\text{ч}$

Рассчитана стоимость производства детали «панель потолка ЛиАЗ»

ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Кашапов Н.Р.	<i>Н.Р. Кашапов</i>	19/06/14		78	87
Провер.		Шафигуллин Л.Н.	<i>Л.Н. Шафигуллин</i>	19/06/14			
Реценз.							
Н. Контр.		Шафигуллин Л.Н.	<i>Л.Н. Шафигуллин</i>	19/06/14			
Утверд.		Панфилов Э.В.	<i>Э.В. Панфилов</i>	19/06/14			

Заключение

НЧИ КФУ  
Гр. 1151107

### Список литературы

1. Интернет-ресурс: Производство изделий из пластмассы.  
<http://www.poliiolefin.ru> (Дата обращения: 13.11.2018).
2. Интернет-ресурс: Файловый архив для студентов.  
<https://studfiles.net/preview/578077/page:8/> (Дата обращения: 02.04.2018)
3. Интернет-ресурс: Sagrit.  
<http://sagrit.ru/tehnologii/> (Дата обращения: 21.06.2018)
4. Интернет-ресурс: Популярный научно-технологический журнал №1.  
<https://promzn.ru/proizvodstvo-stekla/syre-dlya-proizvodstva.html> (Дата обращения: 22.06.2018)
5. Интернет-ресурс: Переработка мусора во вторсырье и утилизация отходов.  
<https://rcycle.net/steklo/produksiya-iz-vtorichnogo/steklovolokno/proizvodstvo-stekloplastika-i-izdelij-iz-nego> (Дата обращения: 23.06.2018)
6. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Технология полимерных и композиционных материалов»/ Бобрышев А.А., Мухаметзянова Г.Ф., Запандова Е.А. Абдуллина О.К. – Набережные Челны: ИПЦ Набережночелнинского института КФУ, 2018. – 84с.
7. Интернет ресурс: Файловый архив для студентов.  
<https://studfiles.net/preview/1751446/page:5/> (Дата обращения: 1.07.2018)
8. Методические указания к практическим и лабораторным работам для студентов очной и заочной форм обучения направления 656300 «Технология и оборудование лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств» специальности 250403 «Технология деревообработки» по дисциплине «Технология защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов» / К.В. Корнева, Г.И. Романова // Редакционно-издательский отдел УГЛУТУ, 2010. – 47с.

ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.

				Лит.	Лист	Листов
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.		Кашалов Н.Р.	<i>[Подпись]</i>	13.06.18		79
Провер.		Шафигуллин Л.Н.	<i>[Подпись]</i>	29.06.18		87
Реценз.						
И. Контр.		Шафигуллин Л.Н.	<i>[Подпись]</i>	29.06.18		
Итберг.		Панфилов Э.В.	<i>[Подпись]</i>	29.06.18		

Список литературы

НЧИ КФУ  
Гр. 1151107

1. Интернет ресурс: Справочник химика 21 Химия и химическа технология.  
<https://www.chem21.info/info/936476/> (Дата обращения: 18.07.2018)
2. Интернет ресурс: Как правильно выбрать лодку.  
<https://viberilodku.life/naduvnye-lodki/gelkout-svoimi-rukami.html> (Дата обращения: 21.07.2018)
3. Интернет ресурс: Гуру красок. <https://kraska.guru/klej/smoly/gelkout.html> (Дата обращения: 30.07.2018)
4. Интернет ресурс: Группа компаний композит.  
[https://composite.ru/tehnologii/ruchnoe\\_formovanie/](https://composite.ru/tehnologii/ruchnoe_formovanie/)(Дата обращения: 10.0.2018)
5. Интернет ресурс: Сообщество машин и людей.  
<https://www.drive2.ru/b/2584149/> (Дата обращения: 23.07.2018)
6. Способ изготовления стеклопластиковых изделий с низким значением поверхностного электрического сопротивления [Текст]: пат. 2013132874 Рос. Федерация: МПК7 А 23 С 21/02
7. Наноструктурированный стеклопластик и изделие, выполненное из него [Текст]: пат. 0002668030 Рос. Федерация: SU 975749 А1
8. Способ изготовления изделий из стеклопластика с антистатическими свойствами поверхности [Текст]: пат. 0002613510 Рос. Федерация: CN 102675846
9. Способ приготовления гелькоутного состава, используемого в производстве изделий из стеклопластика [Текст]: пат. 2378306 Рос. Федерация: C09D133/04.
10. Требования к гелькоутам, применяемым для производства бассейнов и санитарных изделий/ Композитный мир №1 // 2016. -2с.
11. Интернет ресурс: Ярославские полиэфиры. <http://yarkopol.ru> (Дата обращения: 23.12.2018)
12. Интернет ресурс: Butanox M50 [https://igcmarket.ru/upload/files/download\\_butanoxm-60\\_ts\\_row\\_rus\\_pds\\_2-91834.pdf](https://igcmarket.ru/upload/files/download_butanoxm-60_ts_row_rus_pds_2-91834.pdf) (Дата обращения: 23.12.2018)
13. Интернет ресурс: Новосо GMP. <https://gmpnews.ru/2016/08/problemnye-voprosy-gmpgdp-interpretaciya-uslovij-xraneniya/> (Дата обращения: 14.01.2019)

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

14. Интернет ресурс: Файловый архив для студентов.  
<https://studfiles.net/preview/2892463/page:14/> (Дата обращения: 14.01.2019)
15. Пластмассы. Смолы жидкие, эмульсии или дисперсии. Определение кажущейся вязкости по Брукфильду [Текст]: ГОСТ 25271-93.
16. Инфракрасная спектроскопия. Общие принципы [Текст]: ГОСТ Р 57939-201
17. Метод определения содержания золы [Текст]: ГОСТ 21119.10-75
18. Материалы лакокрасочные. Метод определения твердости покрытия по карандашу [Текст]: ГОСТ Р 54586-2011
19. Интернет ресурс: Файловый архив для студентов.  
<https://studfiles.net/preview/1865419/page:14/> (Дата обращения: 14.01.2019)
20. Интернет ресурс: Оборудование MVP со скидкой.  
<http://usedmvp.ru/done/chopper-ultramax/> (Дата обращения: 20.02.2019)
21. Интернет ресурс: Гелькоутеры. <https://meros-composite.com.ua/gelkoutery>  
(Дата обращения: 20.02.2019)
22. Интернет ресурс: Проекты и оборудование. [http://am-eng.ru/robot.php?more=3&yclid=3435894015516773316#Roboty\\_Fanuc](http://am-eng.ru/robot.php?more=3&yclid=3435894015516773316#Roboty_Fanuc) (Дата обращения: 20.02.2019)
23. ГОСТ 14.301-83 «Единая система технологической подготовки производства. Общие правила разработки технологических процессов»; Введен с 01.01.1984. М.: Изд-во стандартов, 1978
24. ГОСТ 18564-73 «Пластмассы ячеистые жесткие. Метод испытания на статический изгиб»; Введен с 29.03.1974. М.: Изд-во стандартов, 1973.
25. ГОСТ 14.305-73 ЕСТПП «Правила выбора технологической оснастки»; Введен с 01.01.1975. М.: Изд-во стандартов, 1973.
26. Проектирование технологической оснастки в машиностроении [Текст]: учебное пособие / И. О. Тарабарин, П. А. Абызов, Б. В. Ступко.

					<i>ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		81

## Приложения

ВКР 01.22.03.01.19.003. ПЗ.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Кашапов Н.Р.	<i>Наш</i>	15.06.19
Провер.		Шафигуллин Л.Н.	<i>ЛН</i>	15.06.19
Реценз.				
И. Контр.		Шафигуллин Л.Н.	<i>ЛН</i>	15.06.19
Удобр.		Панфилов Э.В.	<i>ЭВ</i>	15.06.19

Приложения

Лит.	Лист	Листов
	82	87

ИЧИ КФУ  
Гр. 1151107

Формат	Этап	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
			ВКР 1. 22.03.01. 19. 003 СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
A2		1	ВКР 1. 22.03.01. 19. 003-01	Панель потолка левая секции "А"	1	
A3		2	ВКР 1. 22.03.01. 19. 003-02	Усилитель панели потолка	4	

ВКР 1. 22.03.01 19. 003

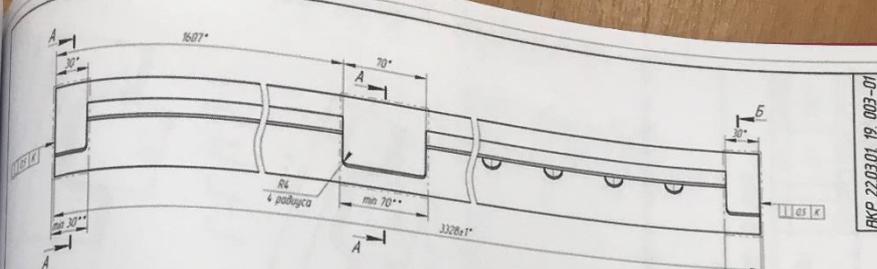
Изм.	Лист	№ докум.	Дата
Разраб.		Кашапов Н.Р.	19.06.19
Проб.		Шафигуллин	19.06.19
Исполн.		Шафигуллин	19.06.19
Чтб.		Панфилов Э.В.	19.06.19

Панель потолка левая  
секции "А" в сборе

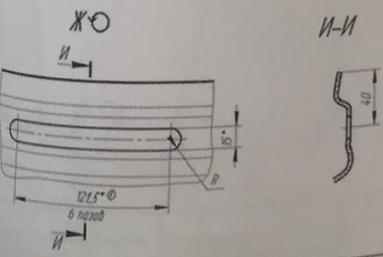
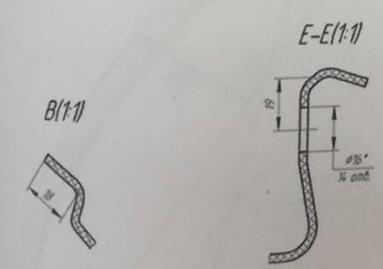
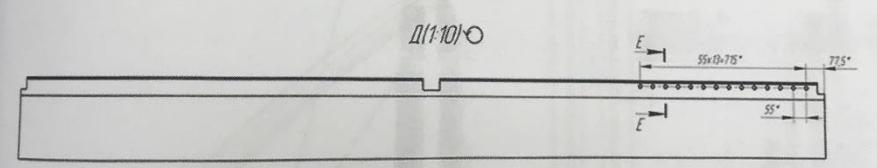
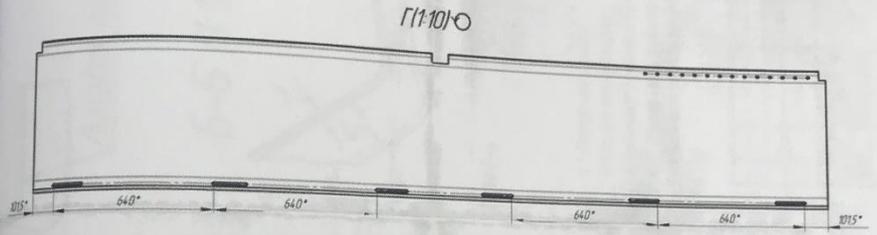
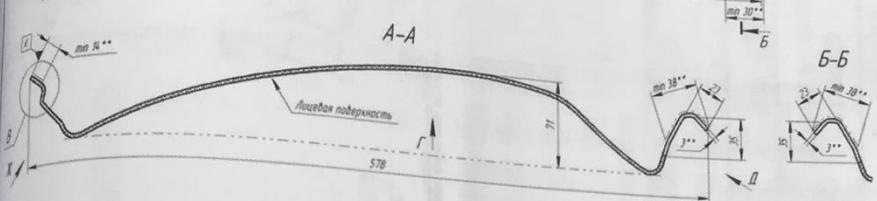
Лист	Лист	Листов
	23	87
НЧИ КФУ гр. 115107		
Формат А4		

Копировал



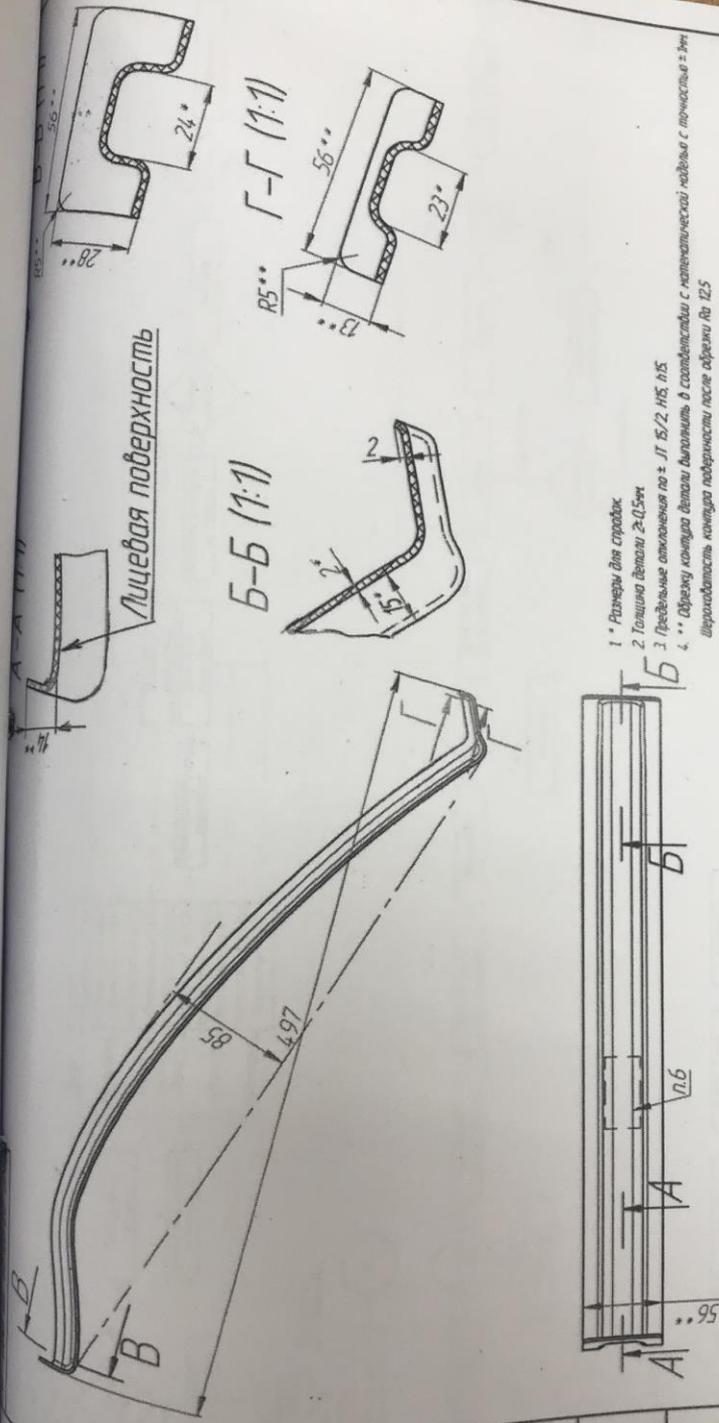


ВКР 22.03.01.19.003-01



1. Размеры для справок.
2. \*Размеры для контроля.
3. Толщина детали 3±0,5 мм.
4. Неукладные профильные включения размером по  $\pm 0,2$  от 115, 115.
5. \*\*Разнонаправленность в указанных областях изделия не более 0,2 мм.
6. Шероховатость поверхности зашкуривать.
7. Шероховатость поверхности - согласно цветовой карте.
8. Шероховатость поверхности - согласно цветовой карте.
9. Остальные технические требования по ТУ 2296-003-12969189-2011.

ВКР 22.0 .01. 19. 003-01				
		Акт	Масса	Максимум
Усилитель панели			0,1	12,5
потолка		Акт	Листы	22
Исполн.	Шарыгина	Проф.	Григорьев	Н.И. КФУ
Материал	Шарыгина	Синд.	Григорьев	гр. 115107
Синд.	Григорьев	Синд.	Григорьев	Формат А2



5. Место размещения этикетки  
 6. Внешний вид детали и качества изготовления  
 7. Остальные технические требования по ТУ 2296-003-1296989-2011

- 1 \* Размеры для справок
- 2 Толщина детали 2-0,15mm
- 3 Предельные отклонения по ± IT 15/2, H5, h5
- 4 \*\* Обработку контура детали выполнять в соответствии с технологической картой с точностью ± 0,1mm

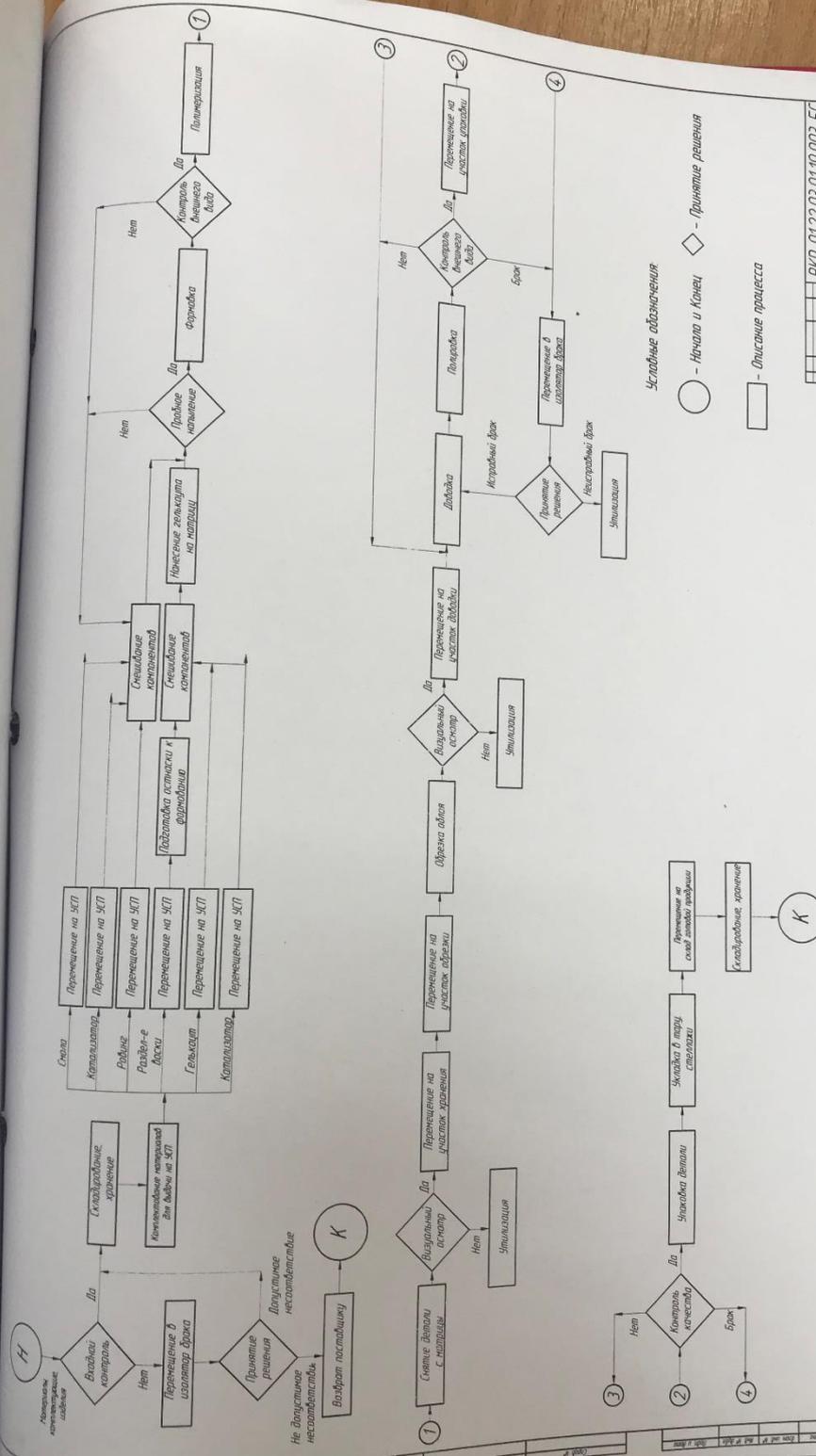
ВКР 22.03.01.19.003-02		Лист	Место	Масштаб
Усилитель панели		0,1	12,5	
ПОПЛОЛКА		Лист 26	Листов 27	
Исполн. Шереметьев		НЧМ КФУ		
Проф. Губин СВ		зр. 151107		

Имя, № подл. Подл. и дата

Взам. инст. №

Лист № 01/01

Дата



Условные обозначения:  
 ○ - Начало и Конец  
 ◇ - Принятие решения  
 □ - Описание процесса

№ п/п	№ документа	Исполнитель	Дата	Подпись
1	0122.03.01.19.003.50	И.И.И.	19.03.2019	
2		И.И.И.		
3		И.И.И.		
4		И.И.И.		
5		И.И.И.		
6		И.И.И.		
7		И.И.И.		
8		И.И.И.		
9		И.И.И.		
10		И.И.И.		
11		И.И.И.		
12		И.И.И.		
13		И.И.И.		
14		И.И.И.		
15		И.И.И.		
16		И.И.И.		
17		И.И.И.		
18		И.И.И.		
19		И.И.И.		
20		И.И.И.		

ВКР 0122.03.01.19.003.50  
 Инициализация  
 И.И.И.  
 19.03.2019