

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Технологии металлов»

ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИМЕРОВ

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов специальности
1-36 01 04 «Оборудование и технологии высокоэффективных
процессов обработки материалов»
очной и заочной форм обучения*



Могилев 2020

УДК 621.01
ББК 34.4
Ф87

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Технологии металлов» «1» сентября 2020 г.,
протокол № 1

Составитель канд. техн. наук И. А. Лозиков

Рецензент канд. техн. наук, доц. Б. Б. Скарыно

Рассматриваются основные виды пластмасс, применяемые в современном машиностроительном производстве: их строение, свойства, область применения, а также основные способы производства изделий из пластмасс.

Учебно-методическое издание

ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИМЕРОВ

Ответственный за выпуск	Д. И. Якубович
Корректор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать .Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 66 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212000, Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2020

Содержание

1 Лабораторная работа № 1. Термопластичные пластмассы.....	4
2 Лабораторная работа № 2. Терморезистивные пластмассы.....	8
3 Лабораторная работа № 3. Композиционные пластмассы с порошковыми наполнителями.....	10
4 Лабораторная работа № 4. Композиционные пластмассы с волокнистыми наполнителями.....	13
5 Лабораторная работа № 5. Композиционные пластмассы со слоистыми наполнителями.....	15
6 Лабораторная работа № 6. Композиционные пластмассы с газообразными наполнителями.....	18
7 Лабораторная работа № 7. Сварка пластмасс нагретым газом.....	20
8 Лабораторная работа № 8. Контроль качества сварных соединений пластмасс.....	22
9 Лабораторная работа № 9. Контактная тепловая сварка пластмасс.....	24
10 Лабораторная работа № 10. Обработка пластмасс на токарных станках.....	26
11 Лабораторная работа № 11. Обработка пластмасс на сверлильных станках.....	28
12 Лабораторная работа № 12. Обработка пластмасс на фрезерных станках.....	30
13 Лабораторная работа № 13. Армированные пластики.....	32
14 Лабораторная работа № 14. Старение пластмасс.....	34
15 Лабораторная работа № 15. Спекание прессованных порошковых заготовок.....	36
16 Лабораторная работа № 16. Получение заготовок и изделий методом прессования.....	38
17 Лабораторная работа № 17. Сварка пластмасс трением.....	40
Список литературы.....	43

1 Лабораторная работа № 1. Термопластичные пластмассы

Цель работы: изучить состав и свойства термопластичных пластмасс, области их применения в технике.

Оборудование и материалы: коллекция образцов термопластичных пластмасс.

Общие положения

Пластмассами называют искусственные материалы, получаемые на основе органических полимерных связующих веществ. Полимерами называют вещества, макромолекулы которых состоят из многочисленных элементарных звеньев (мономеров) одинаковой структуры. Молекулярная масса их составляет от 5000 до 1000000. Длина цепи в несколько тысяч раз больше их поперечного сечения, поэтому макромолекулам полимера свойственна гибкость. При таких больших размерах макромолекул свойства веществ определяются не только химическим составом этих молекул, но и их взаимным расположением.

По составу все полимеры подразделяются на органические, элементоорганические и неорганические. Органические полимеры составляют наиболее обширную группу соединений. Представителями органических полимеров являются смолы и каучуки.

Пластмассы в зависимости от поведения при повышенных температурах подразделяют на две основные группы: термопластичные полимеры (термопласты) и терморезистивные (реактопласты).

Термопласты (полиэтилен, полипропилен, полиамид, поливинилхлорид, полистирол, фторопласт, органическое стекло и др.) размягчаются и плавятся при повышении температуры и вновь затвердевают при охлаждении. Переход термопластов из твердого или высокоэластичного состояния в вязкотекучее и обратно может происходить неоднократно без изменения их химического состава.

Реактопласты (текстолит, гетинакс и др.) при нагреве легко переходят в вязкотекучее состояние, но с увеличением продолжительности действия повышенных температур в результате химической реакции переходят в твердое нерастворимое состояние. Отвердевшие реактопласты нельзя повторным нагревом вновь перевести в вязкотекучее состояние.

В зависимости от числа компонентов все пластмассы подразделяются на простые и композиционные. Простые (полиэтилен, полистирол и др.) состоят из одного компонента – синтетической смолы; композиционные (гетинакс, текстолит и др.) – из нескольких составляющих, каждая из которых выполняет определенную функциональную роль. В композиционных пластмассах смола является связующим для других составляющих. Содержание связующего в пластмассах достигает 30...70 %.

Помимо связующих, в состав композиционных пластмасс входят следующие составляющие.

1 Наполнители различного происхождения (древесная мука, целлюлоза, хлопчатобумажная ткань, бумага, графит, кварц, стекловолокно, стеклоткань и др.). Служат для повышения механической прочности, теплостойкости, снижения стоимости пластмассы.

2 Пластификаторы (дибутилфталат, касторовое масло и др.). Служат для увеличения эластичности, текучести, гибкости и уменьшают хрупкость пластмасс.

3 Смазывающие вещества (стеарин, олеиновая кислота и др.). Служат для увеличения текучести, уменьшают трение между частицами композиций.

4 Катализаторы (известь, магнезия и др.). Служат для ускорения отверждения пластмасс.

5 Красители (сурик, мумия, нигрозин и др.). Служат для придания пластмассам нужного цвета.

6 По назначению пластмассы делятся на конструкционные, химически стойкие, прокладочные и уплотнительные, фрикционные и антифрикционные, теплоизоляционные и теплозащитные, электроизоляционные, оптически прозрачные, облицовочно-декоративные и отделочные.

Ниже приведены описания некоторых видов пластмасс.

Полиэтилен $(-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$ – продукт полимеризации бесцветного газа этилена. Полиэтилен химически стоек и при нормальной температуре нерастворим ни в одном из известных растворителей. Длительно полиэтилен можно применять при температуре до 60...100 °С. Хладостойкость достигает минус 70 °С. Недостатком полиэтилена является его подверженность к старению. Полиэтилен применяют для изготовления труб, литых и прессованных несилевых деталей (вентили, контейнеры, части насосов, фильтры, различные емкости), полиэтиленовых пленок, для изоляции проводов и кабелей, чехлов для машин и инструмента и т. д.

Полипропилен $(-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-)_n$ является производной этилена. Это жесткий нетоксичный материал с высокими физико-механическими свойствами. По сравнению с полиэтиленом этот пластик более теплостоек и более прочен. Недостатком пропилена является его невысокая морозостойкость (от минус 10 до минус 20 °С). Полипропилен применяют для изготовления труб, конструкционных деталей автомобилей, мотоциклов, холодильников, текстильных машин, различных предметов общего обихода.

Полистирол $(-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)-)_n$ – твердый, жесткий, прозрачный, аморфный полимер. Удобен для механической обработки, хорошо окрашивается, растворим в бензоле. Полистирол наиболее стоек к воздействию ионизирующего излучения по сравнению с другими термопластами. Недостатками полистирола являются его невысокая теплостойкость, склонность к старению, образование трещин. Ударопрочный полистирол представляет собой блоксополимер стирола с каучуком (УПС). Из полистирола изготавливают детали для радиотехники, телевидения и приборов, детали машин (корпусы, ручки, диски, червячные колеса водометров), сосуды для воды и химикатов, как основа магнитофонных лент.

Фторопласт-4 ($-\text{CF}_2-\text{CF}_2-$)_n - продукт полимеризации тетрафторэтилена. Длительно эксплуатировать его можно до температуры 250 °С. Разрушение материала происходит при температуре выше 415 °С. Фторопласт-4 стоек к действию растворителей, кислот, щелочей, окислителей, не смачивается водой. Это наиболее высококачественный диэлектрик. Фторопласт-4 обладает очень низким коэффициентом трения, который не зависит от температуры. Его недостатком является хладотекучесть, выделение токсичного фтора при высокой температуре и трудность его переработки (вследствие отсутствия пластичности). Из фторопласта-4 изготавливают трубы для химикатов, детали, работающие в сильно коррозионных средах, уплотнительные прокладки, манжеты, электрорадиотехнические детали, антифрикционные покрытия на металлах.

Органическое стекло – прозрачный аморфный термопласт на основе сложных эфиров акриловой и метакриловой кислот. Материал более чем в 2 раза легче минеральных стекол, отличается высокой атмосферостойкостью, оптической прозрачностью. При температуре 80 °С органическое стекло начинает размягчаться; при температуре 105...150 °С появляется пластичность. Материал стоек к действию разбавленных кислот и щелочей, углеводородных топлив и смазочных материалов. Старение органического стекла в естественных условиях протекает медленно. Недостатком органического стекла является невысокая поверхностная твердость. Из органического стекла изготавливают светотехнические детали, оптические линзы, защитные экраны и др.

Поливинилхлорид ($-\text{CH}_2-\text{CHCl}-$)_n – продукт полимеризации винилхлорида – бесцветного газа. Материал имеет хорошие электроизоляционные характеристики, стоек к химикатам, не поддерживает горение, атмосферостоек. Из поливинилхлорида изготавливают трубы для подачи агрессивных газов, жидкостей и воды; защитные покрытия для электропроводки, детали вентиляционных установок, теплообменников, строительные облицовочные плитки.

Полиамиды – группа пластмасс с известными названиями (капрон, нейлон, амид и т. д.). В составе макромолекул полимера присутствует амидная группа ($-\text{NH}-\text{CO}-$), а также метиленовые группы ($-\text{CH}_2-$), повторяющиеся от 2 до 10 раз. Свойства разных видов полиамидов довольно близки. Они имеют низкий коэффициент трения, продолжительное время могут работать на истирание; кроме того, полиамиды ударопрочны и способны поглощать вибрацию. Стойки к щелочам, бензину, спирту, устойчивы в тропических условиях. К недостаткам полиамидов относятся некоторая гигроскопичность и подверженность старению вследствие окисляемости при переработке. Из полиамидов изготавливают шестерни, втулки, болты, гайки, шкивы, детали ткацких станков, колеса центробежных насосов.

Гетинакс получается на основе модифицированных фенольных, анилиноформальдегидных и карбамидных смол и различных сортов бумаги. Гетинакс можно применять при температуре 120...140 °С. Он устойчив к действию химикатов, растворителей, пищевых продуктов. Используется для внутренней

облицовки пассажирских кабин самолетов, железнодорожных вагонов, кают судов, в строительстве при изготовлении электротехнических плат.

Текстолит (связующее – терморезактивные смолы, наполнитель – хлопчатобумажные ткани) обладает способностью поглощать вибрационные нагрузки, хорошо сопротивляться раскаливанию. Однако его рабочая температура невысока (80...90 °С). Текстолит применяют для изготовления зубчатых колес, вкладышей подшипников, деталей прокатных станков, центробежных насосов, турбин и др.

Пенополистирол и поролон являются пенопластами – материалами с ячеистой структурой, в которой газообразные наполнители изолированы друг от друга и от окружающей среды тонкими слоями полимерного связующего. Замкнуто-ячеистая структура обеспечивает хорошую плавучесть и высокие теплоизоляционные свойства. Коэффициент теплопроводности низкий – от 0,003 до 0,007 Вт/(м·К). Прочность пенопластов невысока и зависит от плотности материала. Пенопласты применяют для теплоизоляции кабин, контейнеров, приборов, холодильников, рефрижераторов, труб и т. п. Мягкие и эластичные пенопласты (типа поролон) применяют для амортизаторов, мягких сидений, губок.

Задание

- 1 Получить для ознакомления образцы пластмасс различных разновидностей.
- 2 Описать состав, свойства и применение исследуемых пластмасс в технике.
- 3 Результаты в краткой форме внести в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 – Результаты эксперимента

Номер образца	Название пластмассы	Состав пластмассы	Основные свойства	Применение в технике

Содержание отчета

- 1 Цель работы.
- 2 Общие положения.
- 3 Результаты экспериментальной части.
- 4 Вывод.

Контрольные вопросы

- 1 Терморезактивные и термопластичные пластмассы.
- 2 Состав термопластичных пластмасс.
- 3 Основные свойства термопластичных пластмасс.
- 4 Недостатки термопластичных пластмасс.
- 5 Применение термопластичных пластмасс.

2 Лабораторная работа № 2. Термореактивные пластмассы

Цель работы: изучить состав и свойства термореактивных пластмасс, области их применения в техники.

Оборудование и материалы: смолы – полиэфирная, эпоксидная, фенолоформальдегидная; отвердители – полиэтиленполиамин (ПЭПА), триэтанолламинотитанат (ТЭАТ), малеиновый ангидрид (МА), гидроперекись изопропилбензола (гипериз); ускоритель нафтенат кобальта (НК).

Общие положения

При получении композиционных материалов (КМ) термореактивные полимеры используют в виде связующего.

Термореактивное полимерное связующее представляет собой двух- или многокомпонентную систему, состоящую из синтетической смолы (полимерной или олигомерной составляющей) и отвердителей или инициаторов, катализаторов, ускорителей отверждения и других необходимых компонентов.

Часто полимерные связующие содержат также пассивные или активные растворители (разбавители), пигменты и красители, пластификаторы, стабилизаторы и другие компоненты, вводимые с целью придания связующим и непосредственно полимерным композиционным материалам необходимых технологических и эксплуатационных свойств.

Состав связующего зависит от механизма прохождения реакции отверждения и от необходимых механических свойств отвержденного продукта.

Для изготовления композиционных материалов наиболее часто применяют полиэфирные, эпоксидные или фенолоформальдегидные связующие, как наиболее эффективные, имеющие достаточно высокие прочностные показатели в отвержденном состоянии и не выделяющие большого количества вредных веществ.

Полиэфирмалеинаты (полиэфирные смолы) в зависимости от состава, химического строения и молекулярной массы представляют собой вязкие жидкости или твердые вещества. Температура и скорость отверждения определяется выбором типа инициатора и ускорителя. Для низкотемпературного отверждения чаще всего используют перекись бензоила или гидроперекись изопропилбензола (гипериз), а для высокотемпературного – трет-бутилпербензоат.

Эффективными ускорителями, применяемыми в сочетании с перекисью бензоила, являются третичные амины, например диметил-, диэтил- и диэтанолламин и т. д.; с гидроперекисями применяют кобальтовые соли нафтенных и некоторых других кислот, например, нафтенат кобальта, выпускаемый в виде стирольного раствора под названием «ускоритель НК».

Неотвержденные эпоксидные смолы представляют собой растворимые и плавкие вязкие жидкости или хрупкие твердые вещества, характеризующиеся хорошей адгезией ко многим материалам и небольшой усадкой при отверждении.

Данные о физическом состоянии и температуре перехода в жидкое состояние наиболее широко применяемых марок эпоксидных смол представлены далее в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Физическое состояние некоторых марок эпоксидных смол

Тип смолы	$T_{пл}$, °С	Физическое состояние при 20 °С
ЭД-22	-10	Жидкое
ЭД-20	0	Жидкое
ЭД-16	10	Вязкое
ЭД-10	50	Твердое
ЭД-8	70	Хрупкое

Отвердителями эпоксидных смол могут быть амины (полиэтиленполиамин, гексаметилендиамин, пиридин) – отвердители холодного отверждения, кислотные отвердители (малеиновый и фталевый ангидриды и их аналоги) – отвердители горячего отверждения.

Неотвержденные фенолоформальдегидные смолы представляют собой вязкую жидкость или твердую хрупкую прозрачную аморфную массу, легко переходящую в жидкость в интервале температур 60...120 °С.

Задание

1 Визуально изучить различные типы смол и компонентов для изготовления полимерных связующих.

2 Описать отличительные особенности каждого из компонентов по таким параметрам, как цвет, запах, агрегатное состояние, плотность.

3 Наблюдения занести в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Результаты эксперимента

Компоненты	Цвет	Запах	Физическое состояние	Другие особенности

Содержание отчета

1 Цель работы.

2 Общие положения.

3 Результаты экспериментальной части.

4 Вывод.

Контрольные вопросы

1 Что такое терморезактивные пластмассы?

2 Состав терморезактивных пластмасс.

3 Основные свойства терморезактивных пластмасс.

4 Недостатки терморезактивных пластмасс.

5 Применение терморезактивных пластмасс.

3 Лабораторная работа № 3. Композиционные пластмассы с порошковыми наполнителями

Цель работы: изучить ситовой анализ композиционных пластмасс с порошковыми наполнителями.

Оборудование и материалы: набор сит, весы, наполнители различного состава и типа.

Общие положения

Выбор наполнителя в первую очередь определяется размерами его частиц и их распределением по размерам (полидисперсностью).

Гранулометрический состав порошковых материалов позволяет судить о количественном соотношении в порошке частиц различных размеров и характеризуется размером частиц и соотношением между содержанием частиц различных размеров.

Для определения размеров частиц и фракционного состава материалов используется большое число экспериментальных методов: ситовый (при размерах частиц от 0,06 до 10 мм), микрометрический (от 0,001 до 0,06 мм), седиментационный (от 0,0001 до 0,06 мм).

Ситовый метод заключается в разделении пробы материала по фракциям путем просева через набор стандартных сит с различными ячейками и определения остатка на каждом сите.

Ситовый анализ является основным методом дисперсного анализа материала. Однако этот метод не дает представления об истинных размерах частиц, т. к. через отверстие сетки могут пройти такие частицы, длина которых больше, а ширина меньше, чем размер ячейки. Таким образом, результаты ситового анализа характеризуют не средний, а наименьший размер частиц.

Результаты, получаемые при ситовом анализе, должны быть приведены в соответствие с результатами, получаемыми по другим методам, дающими размеры в усредненном виде, если частицы не имеют сферической формы.

При определении гранулометрического состава строят зависимость распределения степени разделения D (рисунок 3.1, *a*) и зависимость относительного содержания фракции dD (рисунок 3.1, *б*) от размера частиц δ . Функция D определяется как отношение массы частиц, размер которых меньше δ к общей массе материала и выражается в процентах или долях единицы. Функция dD определяется как отношение массы частиц каждой фракции к общей массе материала и выражается в процентах или долях единицы.

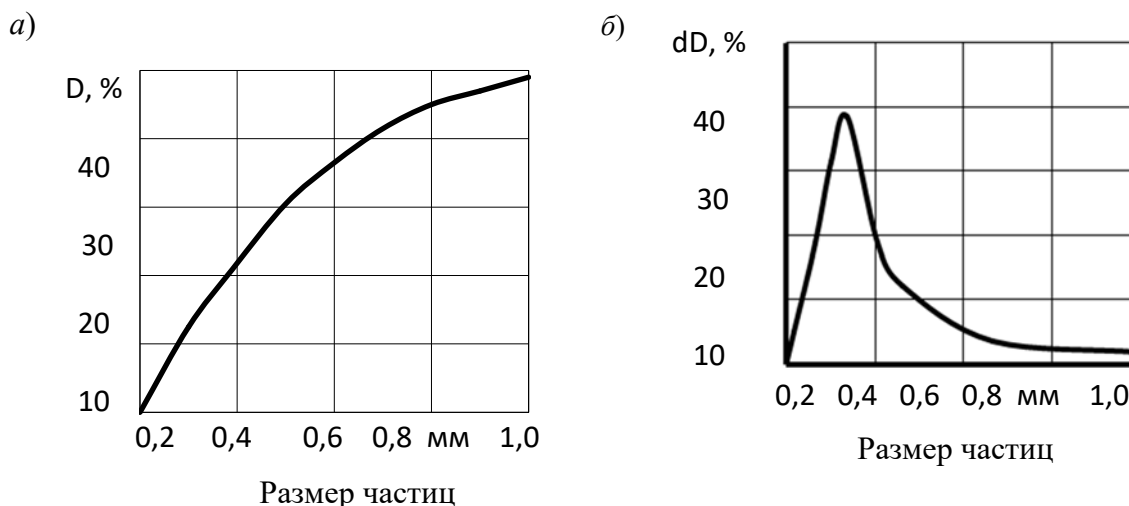


Рисунок 3.1 – Вид функций распределения степени разделения (*a*) и относительного содержания фракций (*б*) от размера частиц материала

Для мелкодисперсного материала основным методом определения полидисперсности частиц служит седиментационный метод.

Микроскопический метод оценки линейных размеров дисперсных частиц наполнителя является наиболее точным, но и более трудоемким и длительным.

Задание

1 На верхнее сито (с самым большим размером ячейки) насыпать взвешенный на технических весах исследуемый материал (не менее 100 г) и закрыть крышку. Путем встряхивания, вибрации или другими способами материал разделить на фракции. Просев можно заканчивать, если остаток на сите уменьшается не более чем на 0,2 % в течение 2 мин.

2 После просева путем взвешивания определить массу материала на каждом сите (фракцию) и на поддоне Δm . Суммарная масса всех фракций не должна отличаться от массы исходной навески m более чем на 2 %. Потери при просеве необходимо разнести по всем анализируемым фракциям пропорционально их массам.

3 Массу частиц материала выразить в процентах к исходному количеству порошка – ΔR . По размеру отверстий сит определяют средний размер частиц каждой фракции.

4 По результатам эксперимента построить зависимость распределения степени разделения D от размера частиц δ и зависимость относительного содержания фракции dD от размера частиц δ . По последней зависимости определяется наиболее вероятный размер частиц материала.

5 Результаты исследования занести в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Результаты эксперимента

Размер ячеек сита, мкм	Граничные размеры частиц фракций, мкм	Величина фракции без учета потерь при рассеве		Величина фракции с учетом потерь при рассеве	
		Δm , г	ΔR , %	Δm^* , г	ΔR^* , %
1000					
500					
250					
Потери при рассеве					
Навеска m , г					

Содержание отчета

- 1 Цель работы.
- 2 Общие положения.
- 3 Результаты экспериментальной части.
- 4 Вывод.

Контрольные вопросы

- 1 Состав пластмасс с порошковыми наполнителями.
- 2 Основные свойства пластмасс с порошковыми наполнителями.
- 3 Назначение ситового анализа для пластмасс с порошковыми наполнителями.
- 4 Другие методы, применяемые для оценки линейных размеров дисперсных частиц наполнителя.

4 Лабораторная работа № 4. Композиционные пластмассы с волокнистыми наполнителями

Цель работы: изучить методику определения физических характеристик однонаправленных волокнистых наполнителей и их поведение под нагрузкой на цилиндрической поверхности.

Оборудование и материалы: отрезки стеклонитей, весы с точностью до 0,01 г, металлическая линейка, ножницы.

Общие положения

Элементарные волокна используются для получения однонаправленных волокнистых наполнителей (нитей, ровингов).

Нить получают при скручивании двух или более непрерывных элементарных волокон в один непрерывный пучок.

Ровинг – это жгут, образованный пучками непрерывных нитей в виде некрученых элементарных жгутов или крученых нитей. Ровинг чаще всего используется с минимальной круткой.

Одними из основных характеристик однонаправленных материалов, наряду с диаметром элементарных волокон, являются линейная плотность и крутка.

Крутка придается нитям и пряже для повышения компактности путем вращения вокруг фиксированной точки в процессе намотки. Степень крутки оценивается количеством витков вокруг своей оси на единицу длины нити.

Линейная плотность нитей или ровингов непосредственно связана с диаметром и числом элементарных волокон в пучке. Единицей измерения данной величины является текс, который характеризует массу в граммах мотка нити или ровинга длиной 1000 м. Перечисленные показатели являются определяющими при выборе наполнителя для изготовления КМ и указываются в марке волокнистого материала.

Чаще всего нити и ровинги используют для изготовления изделий методом намотки или пултрузии. В этих случаях наполнитель наматывается или протягивается по неподвижной или вращающейся цилиндрической поверхности под нагрузкой. Для наилучшего проникновения связующего (особенно термопластичного) через систему элементарных волокон материал должен иметь как можно меньшую толщину и большую ширину.

Задание

1 Для определения линейной плотности наполнителя взять отрезки нитей, ровингов, длиной не менее 0,1 м и взвешивают их на электронных весах с точностью не менее 0,01 г.

2 Линейную плотность T , текс, определить из соотношения

$$T = \frac{m}{L},$$

где m – масса наполнителя определенной длины, г;

L – длина исследуемого наполнителя, км.

За результат принять среднее арифметическое не менее трех измерений.

Все полученные данные занести в протокол.

3 Сравнить полученное значение линейной плотности с известной величиной для соответствующего типа волокнистого наполнителя, сделать вывод.

4 Результаты опытов занести в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Результаты эксперимента

Номер образца	Материал	m , г	L , км	T , текс
Среднее арифметическое значение				

Содержание отчета

- 1 Цель работы.
- 2 Общие положения.
- 3 Результаты экспериментальной части.
- 4 Вывод.

Контрольные вопросы

- 1 Состав пластмасс с волокнистыми наполнителями.
- 2 Основные свойства пластмасс с волокнистыми наполнителями.
- 3 Методика определения линейной плотности для пластмасс с волокнистыми наполнителями.
- 4 Способы изготовления изделий из пластмасс с волокнистыми наполнителями.

5 Лабораторная работа № 5. Композиционные пластмассы со слоистыми наполнителями

Цель работы: изучить методику определения структурных параметров тканых наполнителей на основе волокон различной природы.

Оборудование и материалы: ткани различной текстуры на основе волокон различной природы, весы, микроскоп, лупа, линейка, пинцет, игла, ножницы.

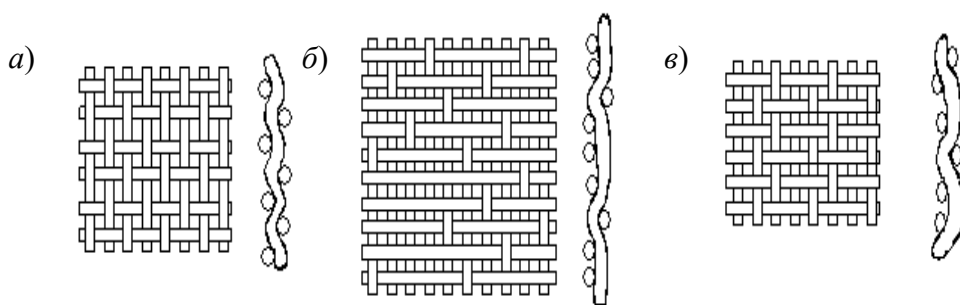
Общие положения

Элементарные волокна или однонаправленные наполнители (нити, ровинги) используются для получения листовых волокнистых наполнителей. К ним относят тканые или нетканые материалы: ткани, ленты, сетки, холсты, маты.

Ткань образуется на ткацком станке из двух систем нитей, расположенных взаимно перпендикулярно и переплетенных друг с другом в определенной закономерности. Нити, расположенные параллельно одна другой и идущие вдоль ткани, являются основанием ткани и называются основой. Нити, расположенные поперек ткани называются утком.

В зависимости от схемы переплетения нитей основы и утка образуются тканые наполнители различной структуры (рисунок 5.1).

В тканях полотняного переплетения основа и уток взаимно переплетаются через одну нить (см. рисунок 5.1, *а*). В тканях саржевой структуры основа и уток переплетаются через две нити (см. рисунок 5.1, *в*). На поверхности такой ткани образуется характерный узор из диагональных полос. В тканях сатинового переплетения каждая из нитей основы (утка) огибает за один период неодинаковое число нитей утка (основы) – три, пять, семь или больше (см. рисунок 5.1, *б*).



а – полотняное; *б* – сатиновое; *в* – саржевое

Рисунок 5.1 – Виды переплетений тканого наполнителя

Особую форму переплетения имеют объемные ткани, в которых нити основы и утка переплетаются еще нитью в перпендикулярной плоскости.

Другим характерным параметром для описания тканых материалов является ее плотность, которая характеризует количество нитей на единицу ширины (по основе) или длины (по утку) ткани. Плотность ткани характеризует частоту расположения нитей в ткани. Чем дальше расположены нити одна от другой, тем плотность меньше, т. е. ткань реже. Чем ближе расположены нити одна к другой, тем плотность больше, т. е. ткань плотнее.

Толщина ткани зависит от толщины нитей или от номера пряжи, из которой она выработана, и от ее строения. Толщина колеблется от десятых долей миллиметра до нескольких миллиметров.

Задание

1 Определить лицевую и изнаночную стороны по следующим признакам:

- у тканей, имеющих основу и уток из волокон различного вида, лицевая сторона изготавливается из более дорогих нитей;
- у художественно-декоративных тканей лицевая сторона имеет ярко выраженный рисунок;
- ткани, у которых между лицевой и изнаночной стороной нет заметной разницы, считают двухсторонними, или двухлицевыми, поэтому любая из сторон может быть принята за лицевую.

2 Определить нити основы и утка в образце по следующим признакам:

- кромки в образце указывают направление основы;
- при отсутствии кромок направление нитей основы в большинстве случаев можно определить по характеру рисунка переплетения, по роду волокон, по качеству и свойствам пряжи;
- по направлению и степени крутки основа имеет большую крутку, чем уток.

3 Определить тип переплетения.

В образцах тканей, имеющих несложные и ясно видимые переплетения, как, например, полотняное, саржевое и производные этих переплетений, достаточно посмотреть на ткань через лупу и определить вид переплетения, сравнивая с изображением на рисунке 5.1.

В тканях, у которых по внешнему осмотру трудно определить вид переплетения, следует его определять путем разбора образца. Для этого у образца на двух смежных сторонах делают бахрому длиной по 5 мм. Затем на образец устанавливают лупу и при помощи двух игл от образца отодвигают к бахроме последовательно одну нить за другой и зарисовывают переплетение каждой нити.

4 Определить толщину ткани.

Отрезки ткани складывают в несколько раз и микрометром измеряют толщину в нескольких местах. Определяют среднее значение толщины ткани путем деления полученного значения по микрометру на число слоев ткани.

5 Определить плотность ткани.

В образце ткани осторожно, не нарушая ее плотность и рисунок, отмеряют 5 см по направлению основы и определяют количество нитей на данном

участке методом подсчета. Можно применять лупу или микроскоп с небольшим увеличением. Число нитей делят на 5 и получают число нитей на 1 см. Эксперимент повторяют 3 раза для разных участков на образце. Определяют среднее значение плотности и сравнивают результат с известным значением из стандарта на данную ткань.

Аналогично проводят эксперимент для направления утка.

Полученные результаты исследований представленных образцов занести в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Результаты эксперимента

Номер образца	Материал	Тип переплетения	Толщина, мм	Плотность, нить/см	
				основы	утка
Среднее арифметическое значение					

Содержание отчета

- 1 Цель работы.
- 2 Общие положения.
- 3 Результаты экспериментальной части.
- 4 Вывод.

Контрольные вопросы

- 1 Состав пластмасс со слоистыми наполнителями.
- 2 Основные свойства пластмасс со слоистыми наполнителями.
- 3 Методика определения структурных параметров тканых наполнителей на основе волокон различной природы для пластмасс с волокнистыми наполнителями.

6 Лабораторная работа № 6. Композиционные пластмассы с газообразными наполнителями

Цель работы: исследование свойств пластмасс с газообразными наполнителями.

Оборудование и материалы: плиты пенопласта различного типа, весы, микроскоп, штангенциркуль.

Общие положения

В настоящее время все более широкое распространение получает структура заполнителя на основе твердой пены (пенопласта).

Пенопластами называют пластмассы с небольшой плотностью, отличающиеся наличием в них не сообщающихся между собой полостей или ячеек, заполненных воздухом или газами. Образование в пластических массах ячеек или полостей связано с физическими, химическими или механическими процессами, или сочетанием их.

В результате химических процессов происходит разложение добавляемых к полимеру веществ, выделяющих газ, который остается в пластике. Физическое воздействие основано на растворении в пластике газов. В результате нагревания пластика газ вновь выделяется, увеличивает объем и образует пористую структуру.

Свойства пенопластов определяются природой и свойствами полимерной фазы, соотношением твердой полимерной и газовой фаз (кажущаяся плотность) и структурой материала – формой и размерами ячеек, а также равномерностью их распределения по объему, влагопоглощением.

Соединение заполнителя с несущими слоями происходит посредством склеивания. Качество полученных сэндвичевых конструкций на основе пенозаполнителей определяют по прочности при сжатии и изгибе.

Задание

1 Определение кажущейся плотности пенозаполнителя.

Из плиты пенопласта вырезать образцы размером $20 \times 20 \times 20$ мм. Определить размеры плит пенопласта с точностью до 0,1 мм в трех местах, используя в дальнейших расчетах среднее значение трех измерений. Взвесить образцы материала на весах с точностью до 0,001 г и рассчитать плотность как отношение массы к объему.

2 Определение степени однородности пенопласта

Размеры ячеек пенопласта определить, рассматривая срезы под микроскопом, снабженным окуляром с мерной сеткой. Чтобы ячейки просматривались более четко, поверхность среза необходимо слегка затушевать мягким карандашом.

Средний поперечный диаметр ячеек $d_{\text{ср}}$, мм, рассчитать по формуле

$$d_{\text{ср}} = 2 \sqrt{\frac{S}{\pi \cdot n} \cdot \left(1 - \frac{\rho_{\text{к}}}{\rho}\right)},$$

где S – площадь, на которой производится подсчет ячеек, м²;

n – число ячеек на данной площади;

$\rho_{\text{к}}$, ρ – кажущаяся плотность пенопласта и плотность полимера, кг/м³.

Степень однородности количественно оценивают с помощью критерия однородности структуры (коэффициент вариации) в процентах.

$$V = \frac{\Delta d}{d_{\text{ср}}} \cdot 100,$$

где Δd – отклонение от среднего диаметра ячеек, мм

Полученные данные занести в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Результаты эксперимента

Заполнитель	$d_{\text{ср}}$, мм	Степень однородности, %	$\rho_{\text{к}}$, кг/м ³	B , г/см ²

Содержание отчета

- 1 Цель работы.
- 2 Общие положения.
- 3 Результаты экспериментальной части.
- 4 Вывод.

Контрольные вопросы

- 1 Состав пластмасс с газообразными наполнителями.
- 2 Основные свойства пластмасс с газообразными наполнителями.
- 3 Методика определения свойств пластмасс с газообразными наполнителями.

7 Лабораторная работа № 7. Сварка пластмасс нагретым газом

Цель работы: изучить влияние параметров режима сварки на формирование сварного соединения.

Оборудование и материалы: сварочная электровоздушная горелка для сварки пластмасс FORSTHOFF; полоски линолеума на войлочной основе (основной материал); линолеум без войлока (присадочный материал).

Общие положения

Термопластические пластмассы, или термопласты, при нагревании размягчаются и становятся пластичными, а при охлаждении сохраняют исходные свойства. Они могут подвергаться многократному нагреву и охлаждению без изменения. Термопласты поставляются в виде листов, труб, профилей, стержней, а также литевых масс, которые подвергаются штамповке, гибке и сварке. К ним относятся: полиэтилен, полипропилен, полистирол, поливинилхлорид, винипласт, полиамиды, фторопласт и др.

Сваркой пластмасс называют процесс получения соединения, при котором полностью исчезает граница раздела соединяемых поверхностей и обеспечивается непрерывность структуры при переходе от одного объема полимера к другому.

Способы сварки пластмасс с нагревом в зоне соединения можно разделить в зависимости от применяемых источников энергии на две группы:

- 1) сварка с применением посторонних источников теплоты: газовых теплоносителей, экструдированной присадки и нагревательных элементов;
- 2) сварка, в которой теплота генерируется внутри пластмассы за счет различных видов энергии. При этом используется энергия токов высокой частоты, ультразвуковых колебаний, трения, термохимических реакций, инфракрасного излучения и нейтронного облучения.

Сварка нагретым газом благодаря своей простоте и доступности – один из первых и самых распространенных способов сварки пластмасс. При этом способе поверхности свариваемых деталей нагревают до температуры вязкотекучего состояния разогретой струей газа. Сварку осуществляют с применением присадочного материала и без него. В качестве газа-теплоносителя можно использовать воздух, азот, аргон, углекислый газ и др.

Основные параметры режима сварки нагретым газом – температура и давление струи газа на выходе из наконечника нагревателя, давление, которое необходимо оказывать на присадочный материал для достижения максимальной прочности сварного соединения, а также скорость сварки.

Температуру газа на выходе из сопла наконечника устанавливают в зависимости от свариваемого материала, она должна на 50...100 °С превышать температуру вязкотекучего состояния пластмассы. Повышение температуры

необходимо для компенсации потерь тепла газовой струи между соплом наконечника и поверхностью материала. Расстояние между соплом наконечника и поверхностью сварного шва следует поддерживать постоянным и равным 5...8 мм. В пределах данного расстояния температура газа снижается на 90...100 °С. Так, например, температура струи газа на выходе из сопла наконечника при сварке полиэтилена составляет около 300 °С, в то время как температура вязкотекучего состояния полиэтилена в месте контакта составляет 180...250 °С. При сварке поливинилхлорида температура струи газа должна быть равна 270...280 °С.

На прочность сварного соединения значительное влияние оказывают выбор вида соединения и форма разделки шва. При сварке нагретым газом применяют стыковые швы следующих видов: угловые, тавровые, торцовые, а также швы внахлестку. Выбор вида соединения зависит от типа и дальнейшей эксплуатации свариваемой конструкции.

Стыковые швы могут быть выполнены и без разделки кромок, в основном при сварке тонких листов или труб толщиной менее 2 мм. В этом случае между свариваемыми деталями необходимо оставить зазор, равный 1,0...1,5 мм, для лучшего заполнения сварного шва присадочным материалом, т. е. для лучшего провара по всей высоте шва. Соединяемые части деталей должны быть установлены в зажимы, чтобы обеспечить одинаковый зазор по всей длине шва.

При сварке изделий встык толщиной от 2 до 5 мм применяют V-образную (одностороннюю) разделку кромок. Для большинства пластмасс угол раскрытия должен быть равен 60...70° без притупления кромок. Для листов толщиной более 5 мм применяют X-образную разделку кромок, если есть возможность сваривать изделие с обеих сторон. Такие швы имеют симметричное строение, поэтому при растягивающих и сжимающих нагрузках в них не возникают дополнительные изгибающие моменты. Они выдерживают более высокие нагрузки по сравнению со швами, выполненными с V-образной разделкой кромок. Угловые и тавровые соединения можно выполнять без предварительной разделки кромок. Скашивание фасок при этом несколько повышает прочность сварного соединения.

Задание

1 Подготовить основные образцы для сварки, при необходимости произвести разделку кромок.

2 Подготовить присадочные образцы.

3 Подготовить сварочную электровоздушную горелку FORSTHOFF для сварки пластмасс.

4 Прогреть основной и присадочный материалы, произвести осадку и сварку.

5 Произвести контроль качества сварного соединения.

6 Сделать вывод по результатам работы.

Содержание отчета

- 1 Цель работы.
- 2 Общие положения.
- 3 Результаты экспериментальной части.
- 4 Вывод.

Контрольные вопросы

- 1 Сущность процесса сварки пластмасс нагретым газом.
- 2 Способы сварки пластмасс с нагревом в зоне соединения.
- 3 Технологические особенности процесса сварки пластмасс нагретым газом.
- 4 Влияние температуры газовой струи на процесс формирования сварного соединения.

8 Лабораторная работа № 8. Контроль качества сварных соединений пластмасс

Цель работы: изучить визуально-оптический метод контроля сварного соединения.

Оборудование и материалы: сварные образцы, выполненные на различных режимах сварки; лупа.

Общие положения

Контроль качества сварки занимает значительный объем в процессе производства сварных конструкций (до 25 %) и определяется категорией ответственности изделия.

Визуально-оптический метод контроля, или внешний осмотр, имеет различные разновидности – внешний осмотр сварных соединений и их замеры, осмотр с помощью оптических приборов, например эндоскопов, активный контроль в процессе сварки с оперативной обратной связью.

Глаз человека является основным контрольным прибором в дефектоскопических производственных процессах. Однако возможности глаза ограничены, например, при осмотре удаленных, а также малоосвещенных объектов.

Оптические приборы позволяют намного расширить пределы естественных возможностей глаза. Они обеспечивают возможность осматривать сварные соединения и поверхности элементов конструкций, скрытые близлежащими деталями и недоступные прямому наблюдению, а также контролировать состояние внутренней поверхности различных закрытых конструкций.

Визуальный контроль с применением оптических приборов называют визуально-оптическим.

Внешний осмотр во многих случаях достаточно информативен, дешевый и оперативный метод контроля, однако у него недостаточно высокая достоверность и чувствительность. Его применяют для поиска поверхностных дефектов (трещин, коррозионных и эрозионных повреждений, забоин, открытых раковин, пор и др.), для обнаружения крупных трещин, мест разрушения элементов конструкций, остаточной деформации скрытых или удаленных элементов конструкций, течей, загрязнений и т. п.

Внешнему контролю подвергают материал заготовок, который бракуется при наличии вмятин, заусенцев, окислов, ржавчины и т. д. Определяют качество кромок под сварку и сборку заготовок: чистку кромок, соответствие допустимым значениям зазоров, правильность разделки кромок. Для контроля применяются специальные шаблоны или универсальный инструмент. Оптические приборы для контроля используют с увеличением не более 20...30 крат, т. к. с возрастанием увеличения существенно сокращается поле зрения и глубина резкости, а также снижается производительность и надежность результатов контроля.

Внешним осмотром (невооруженным глазом или с помощью лупы) готовые изделия проверяют на наличие трещин, подрезов, прожогов, натеков, непроваров кромок и корня шва, а также на дефекты формы швов, распределение чешуек, характер распределения металла в усилении шва и т. п. Тщательный внешний осмотр – операция простая и служит высокоэффективным средством предупреждения и обнаружения дефектов.

Задание

1 Подготовить для внешнего осмотра образцы, сваренные на разных режимах различными способами сварки и имеющие характерные внешние дефекты – подрезы, наплывы, непровары и т. п.

2 Провести внешний осмотр и отметить дефектные места.

3 Произвести замер геометрических параметров сварных швов – высоты и ширины стыковых соединений, катета шва угловых соединений.

4 Зарисовать в отчете дефектные участки швов.

Содержание отчета

1 Цель работы.

2 Общие положения.

3 Результаты экспериментальной части.

4 Вывод.

Контрольные вопросы

1 Какие существуют разновидности визуально-оптического контроля?

2 Как производится контроль геометрии швов?

3 По каким критериям сварных швов определяется способ сварки?

9 Лабораторная работа № 9. Контактная тепловая сварка пластмасс

Цель работы: изучить процесс контактной тепловой сварки термопластичных пластмасс.

Оборудование и материалы: паяльник EUROTEK PW 202 для сварки пластмассовых труб; образцы для сварки из полиэтилена, полипропилена, полистирола и т. п.

Общие положения

Пластическими массами называют материалы органического происхождения, изготовленные на основе высокомолекулярных природных или синтетических веществ-полимеров.

Все пластмассы по их поведению при нагреве можно разделить на две группы: терморезистивные и термопластичные.

Терморезистивные пластмассы при нагреве не переходят в высокопластическое состояние, а сохраняют свои свойства вплоть до температуры термического разложения. Такие пластмассы выпускаются в виде порошков или волокнитов и могут нагреваться только один раз в процессе переработки. К ним относятся текстолит, бакелит, эбонит и др.

Термопластические пластмассы, или термопласты, при нагревании размягчаются и становятся пластичными, а при охлаждении сохраняют исходные свойства. Они могут подвергаться многократному нагреву и охлаждению без изменения. Термопласты поставляются в виде листов, труб, профилей, стержней, а также литевых масс, которые подвергаются штамповке, гибке и сварке. К ним относятся: полиэтилен, полипропилен, полистирол, поливинилхлорид, винипласт, полиамиды, фторопласт и другие.

В судостроении наиболее широко применяют пластмассы на основе высокомолекулярных полимеров, получаемые цепной полимеризацией (полиэтилен, поливинилхлорид, полистирол и др.), поликонденсацией и ступенчатой полимеризацией (смолы на основе фенолов и альдегидов, эпоксидные смолы и др.). Из пластмасс создают крупногабаритные детали корпусных конструкций, строят цельные корпуса мелких судов, лодок, наливных барж, пластмассовые рубки и надстройки металлических судов, переборки и палубные настилы. Пластмассы используют для термоизоляционной облицовки и отделки судовых помещений, подшипников гребных валов и других деталей. В качестве конструкционного материала в большом объеме применяют стеклопластики – пластические массы, связывающим веществом которых являются синтетические смолы, а наполнителем или армирующим материалом, обеспечивающим повышенную прочность всей композиции, – стеклянное волокно. Стеклопластики холодного отверждения формируются при обычной темпера-

туре без давления или при малых давлениях. Стеклопластики горячего отверждения формируются с последующей сушкой и горячим прессованием.

Отверждением называют процесс соединения отдельных сравнительно небольших молекул в единую гигантскую молекулу в виде густой пространственной сетки.

Применение пластмасс в народном хозяйстве обусловлено многими ценными свойствами. Это малая плотность, высокая пластичность и механическая прочность, высокие звуко-, термо- и электроизоляционные свойства, химическая стойкость, хорошая окрашиваемость, отличные клеящие, фрикционные и антифрикционные, уплотнительные и термоизолирующие свойства некоторых пластмасс, хорошая способность поглощать и гасить вибрации, прекрасные оптические свойства органических стекол, пропускающих лучи света в широком диапазоне длин волн и т. д.

Широкое распространение получила сварка с использованием посторонних источников теплоты в виде нагревательных элементов. Этот способ применяется при изготовлении конструкций из поливинилхлорида, политетрафторэтилена (фторопласт-4), полиэтилена, полипропилена, полиамидов, полистирола и т. д. К таким конструкциям относятся трубы, фасонные изделия, различная химическая аппаратура и т. д. Преимуществами данного способа сварки являются простота оборудования, несложность технологического процесса и возможность соединения деталей практически любых размеров и конфигураций.

Задание

- 1 Подготовить образцы для сварки, при необходимости произвести разделку кромок.
- 2 Подготовить паяльник EUROTEK PW 202 для сварки пластмассовых труб.
- 3 Произвести сборку элементов свариваемой конструкции.
- 4 Прогреть элементы конструкции, произвести осадку и сварку.
- 5 Произвести контроль качества сварного соединения.

Содержание отчета

- 1 Цель работы.
- 2 Общие положения
- 3 Результаты экспериментальной части
- 4 Вывод.

Контрольные вопросы

- 1 Сущность процесса контактной тепловой сварки пластмасс.
- 2 Технологические особенности процесса контактной тепловой сварки пластмасс.

3 Влияние температуры нагрева инструмента на процесс формирования сварного соединения.

10 Лабораторная работа № 10. Обработка пластмасс на токарных станках

Цель работы: изучить процесс обработки пластмасс на станках токарной группы.

Оборудование и материалы: станок токарный настольный WM180V; заготовки для обработки; набор необходимого режущего, монтажного и измерительного инструмента.

Общие положения

Одной из самых важных задач технического прогресса в машиностроении является совершенствование технологии производства – создание более современных средств труда, широкое использование новых конструкционных материалов (сверхтвердых, жаропрочных, композиционных, полимерных и т. п.), разработка принципиально новых технологий их обработки.

Одним из способов производства изделий из пластмасс в твердом состоянии является обработка резанием на станках токарной группы. Токарные станки предназначены для обработки деталей с цилиндрическими, коническими, фасонными и другими поверхностями вращения. При этом с поверхности заготовки резами и другими инструментами срезается определенный слой материала – припуск.

В работе применяется станок токарный настольный WM180V, основные части которого представлены на рисунке 10.1: станина 1, передняя бабка 2, задняя бабка 3, суппорт 4.

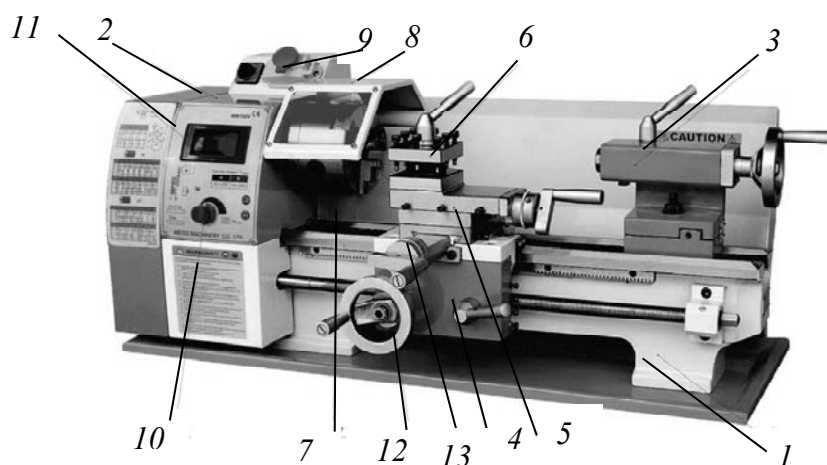


Рисунок 10.1 – Общий вид токарного настольного станка Universal WM180V

Станина 1 предназначена для закрепления на ней неподвижных и перемещения по направляющим подвижных частей станка (суппорт, задняя бабка).

В передней бабке 2 размещен главный вал – шпиндель с закрепленным на нем патроном 7 или другим приспособлением, передающим вращение заготовке, а также коробка скоростей, от которой шпиндель получает вращение с необходимой частотой.

На передней бабке также располагаются защитный кожух 8, кнопка аварийного выключения станка 9, ручка регулировки частоты вращения патрона 10, индуктор частоты вращения патрона 11.

Задняя бабка 3 предназначена для поддержания с помощью центра правого конца заготовки, а также для закрепления в коническом отверстии пиноли сверла, зенкера или развертки при сверлении, зенкерования или развертывании отверстий в заготовке.

Коробка подач является составной частью механизма подач, получающего движение от шпинделя через гитару сменных зубчатых колес и передающего его ходовому винту или ходовому валу, от которых через механизмы фартука движение передается суппорту 4.

Суппорт служит для закрепления инструментов в установленном на нем четырехгранном резцедержателе 6. Суппорт состоит из продольных и поперечных салазок, которые могут перемещаться по направляющим вручную с помощью маховиков 12 и 13 или автоматически, резцовых салазок (каретки) 5, которые перемещаются по направляющим только вручную.

Задание

1 Изучить конструкцию и технологические возможности токарного станка.

2 Установить заготовку на станке. Способ установки и закрепления заготовки на станке выбирать в зависимости от размеров, жесткости и точности обрабатываемой детали.

3 Обработать цилиндрическую поверхность заготовки.

4 Осуществить визуальный контроль качества обработанной поверхности.

5 Сделать вывод об обрабатываемости точением предложенного материала.

Содержание отчета

1 Цель работы.

2 Общие положения.

3 Результаты экспериментальной части.

4 Вывод.

Контрольные вопросы

1 Место крепления режущего инструмента в токарном станке.

2 Место крепления заготовки в токарном станке.

3 Основные части токарных станков и их назначение.

11 Лабораторная работа № 11. Обработка пластмасс на сверлильных станках

Цель работы: изучить процесс обработки пластмасс на станках сверлильной группы.

Оборудование и материалы: вертикальный сверлильный станок EINHELL SB 401; заготовка для обработки; набор сверл; крепежное оборудование; измерительный инструмент.

Общие положения

Одним из способов производства изделий из пластмасс в твердом состоянии является обработка резанием на станках токарной группы. Сверлением называется выполнение цилиндрических отверстий в сплошном материале детали сверлом. Увеличение по диаметру уже имеющегося в детали отверстия с помощью сверла называется рассверливанием. Сверление производится на сверлильных станках.

Сверление можно производить по разметке, шаблону, кондуктору, а также по другой детали. К разновидностям этой работы относится сверление под углом, сверление отверстий в тонких листах, рассверливание и надсверливание отверстий. Точность и качество выполняемого отверстия зависят от рода материала и его свойств, состояния станка, правильности и прочности закрепления на станке инструмента и детали, от режима обработки, рода и количества охлаждающей жидкости.

При сверлении обрабатываемую деталь закрепляют неподвижно (в тисках, в специальных приспособлениях, в кондукторах на столе сверлильного станка) и сверлу сообщают два совместных движения – вращательное и поступательное, направленное вдоль оси.

В работе применяется станок вертикальный сверлильный модели EINHELL SB 401, основные части которого представлены на рисунке 11.1: основание 1; рабочий стол 2; сверло спиральное 3; патрон сверлильный 4; рукоятки подачи 5; шпиндель 6; защитный кожух ременной передачи 7; электродвигатель 8; стойка 9.

Основание предназначено для опоры или закрепления станка на плоской поверхности. Рабочий стол необходим для закрепления заготовки в специальном зажимном устройстве. Для сверления отверстий под углом к поверхности заготовки рабочий стол может быть повернут в вертикальной плоскости. Сверло используется для получения отверстия требуемого диаметра. Патрон служит для закрепления сверла при помощи специального ключа. Шпиндель является главным валом станка, осуществляющим передачу крутящего момента на патрон и сверло. Рукояткой подачи осуществляется вертикальное перемещение шпинделя, патрона и сверла в процессе сверления. Стойка служит

для регулировки высоты и крепления основных рабочих частей сверлильного станка. На ней крепится блок с электродвигателем, крутящий момент которого подается на шпиндель с помощью ременной передачи, закрытой защитным кожухом.

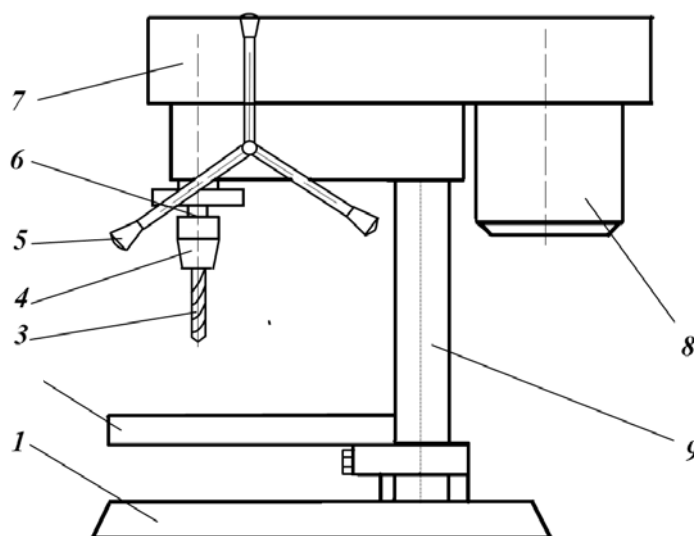


Рисунок 11.1 – Схема настольного сверлильного станка

Задание

- 1 Изучить конструкцию и технологические возможности сверлильного станка модели EINHELL SB 401.
- 2 Установить заготовку на рабочем столе, зафиксировав прихватами.
- 3 Установить сверло из набора.
- 4 Выполнить сверление сквозного отверстия.
- 5 Осуществить визуальный контроль качества полученного отверстия.
- 6 Сделать вывод об обрабатываемости предложенного материала.

Содержание отчета

- 1 Цель работы.
- 2 Общие положения.
- 3 Результаты экспериментальной части.
- 4 Вывод.

Контрольные вопросы

- 1 Место крепления режущего инструмента в сверлильном станке.
- 2 Место крепления заготовки в сверлильном станке.
- 3 Инструмент, применяемый для обработки отверстий.
- 4 Основные части сверлильного станка и их назначение.

12 Лабораторная работа № 12. Обработка пластмасс на фрезерных станках

Цель работы: изучить процесс обработки пластмасс на станках фрезерной группы.

Оборудование и материалы: универсальный фрезерный станок модели Optimum BF20 Vario; заготовки для фрезерования плоскости; набор необходимого монтажного инструмента; измерительный инструмент.

Общие положения

Обработка заготовок из пластмасс на фрезерных станках является достаточно распространенным способом формообразования. Процесс фрезерования осуществляется специальным инструментом – фрезами. В зависимости от поставленной задачи выбирается способ фрезерования (горизонтальное, вертикальное), инструмент и приспособления для фрезерования, а также режимы резания в зависимости от обрабатываемого материала. Детали подвергаются фрезерованию плоских поверхностей цилиндрическими, торцовыми, фасонными фрезами и набором фрез. В качестве универсальных приспособлений для фиксации заготовки на рабочем столе используются прихваты, угловые плиты, призмы, машинные тиски и др. Кроме того, при установке фрез применяют установочные кольца и оправки различной конструкции.

Фрезерные станки в классификации металлорежущих станков составляют шестую группу и делятся на следующие типы: вертикальные консольные; непрерывного действия; копировальные и гравировальные; вертикальные бесконсольные; продольные; консольные широкоуниверсальные; горизонтальные консольные; разные фрезерные.

При фрезеровании цилиндрическими и дисковыми фрезами различают попутное и встречное фрезерование. Встречным называется фрезерование, которое осуществляется при противоположных направлениях движения фрезы и обрабатываемой заготовки в месте их контакта. Попутное фрезерование производится при совпадающих направлениях вращения фрезы и движения обрабатываемой заготовки в месте их контакта.

Качество обработки плоскостей характеризуется следующими показателями: точностью размеров; допустимые отклонения от правильной геометрической формы; отклонением расположения отдельных граней поверхности детали, а также степенью шероховатости поверхности, которая зависит от рода и свойств обрабатываемого материала.

В работе применяется универсальный фрезерный станок модели Optimum BF20 Vario, основные части которого представлены на рисунке 12.1: чугунное основание 1, стола с пазами для крепления деталей 2, рукоятка вертикального перемещения фрезерной головки 3, переключатель диапазона числа оборотов 4, ручка подачи 5, защитный щиток 6, за которым находится шпиндель,

цифровой индикации перемещения шпинделя и инструмента 7, панель управления 8, барабан микрометрической подачи шпинделя 9.

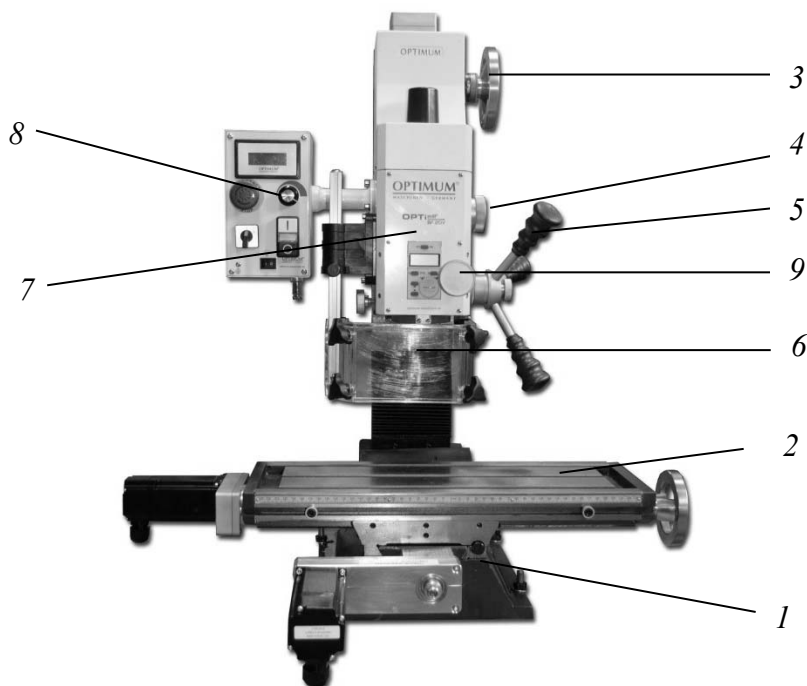


Рисунок 12.1 – Общий вид фрезерного станка модели Optimum BF20 Vario

Задание

- 1 Изучить конструкцию и технологические возможности универсального фрезерного станка модели Optimum BF20 Vario
- 2 Установить заготовку на рабочем столе, зафиксировав прихватами.
- 3 Выполнить фрезерования горизонтальной плоскости.
- 4 Осуществить визуальный контроль качества обработанной поверхности.
- 5 Сделать вывод об обрабатываемости предложенного материала.

Содержание отчета

- 1 Цель работы.
- 2 Общие положения.
- 3 Результаты экспериментальной части.
- 4 Вывод.

Контрольные вопросы

- 1 Классификация фрезерных станков.
- 2 Характеристики качество обработки плоскостей.
- 3 Виды фрезерования.
- 4 Место крепления заготовки в фрезерном станке.
- 5 Основные части фрезерного станка и их назначение.

13 Лабораторная работа № 13. Армированные пластики

Цель работы: изучить структуру КМ на основе терморезистивного связующего и армирующего наполнителя.

Оборудование и материалы: пластины композиционных материалов, лупа, измерительный инструмент.

Общие положения

Один из основных компонентов армированных пластиков – связующее – представляет собой полимер с различными добавками. Связующим пропитывается армирующий волокнистый наполнитель. После отверждения связующее склеивает между собой волокна или слои наполнителя, обеспечивая их совместную работу в пластике.

Для получения армированных пластиков (АП) широко применяются связующие на основе полиэфирных, эпоксидных и модифицированных фенолоформальдегидных смол. В качестве наполнителей применяются ориентированные материалы: ленты, ткани, нити, ровинги.

Процесс изготовления пластин КМ состоит из последовательных стадий:

- определение типа связующего и наполнителя;
- расчет соотношения компонентов КМ;
- изготовление связующего – смешивание компонентов в заданных пропорциях;
- разрезка наполнителя на заготовки в соответствии с размерами формы;
- нанесение связующего на слои наполнителя и последовательное соединение пропитанных слоев;
- укладка набранного пакета между плитами пресса и отверждение в соответствии с заданными режимами.

Одним из основных показателей структуры композиционного материала, который влияет на свойства полученного изделия, является соотношение компонентов.

Качество КМ описывают расположением наполнителя, отклонением слоев от заданной ориентации и толщиной прослойки связующего.

Задание

1 Изучить, описать и зарисовать структуру полученного образца по следующим параметрам:

- наличие непропитанных участков;
- наличие областей с избытком связующего;
- наличие пузырей;
- наличие раковин;
- искривление волокон наполнителя;
- отклонение от прямолинейности волокон;

– толщина прослоек связующего.

2 Для непропитанных участков, областей с избытком связующего, пузырей и раковин определить их суммарную площадь и отношение к общей площади поверхности материала.

3 Дать определение по качеству материала. Материал считается качественным, если дефекты составляют не более 5 % от общей площади поверхности материала.

4 Результаты исследования занести в таблицу 13.1.

Таблица 13.1 – Результаты эксперимента

Соотношение компонентов, %		$\rho_{\text{км}}$, кг/м ³	Пористость, %	Толщина прослоек связующего, мм
Наполнитель	Связующее			

Содержание отчета

- 1 Цель работы.
- 2 Общие положения.
- 3 Результаты экспериментальной части.
- 4 Вывод.

Контрольные вопросы

- 1 Для чего предназначено связующее пластмассы?
- 2 Из каких последовательных операций состоит процесс изготовления КМ методом послойной укладки?
- 3 Каким основным параметром структуры характеризуются армированные пластики?
- 4 Какими параметрами характеризуется структура терморезистивных КМ и как они определяются?

14 Лабораторная работа № 14. Старение пластмасс

Цель работы: исследовать влияние повышенных температур на механические свойства полимерных материалов.

Оборудование и материалы: образцы полимерных материалов (термопластичных и терморезистивных), печь электрическая, весы, штангенциркуль.

Общие положения

Работоспособность пластмасс зависит от параметров эксплуатации: температуры, нагрузки, продолжительности их действия, влажности окружающей среды и др. Влияние этих параметров на работоспособность пластмасс необходимо учитывать при выборе их для изготовления изделий.

Физико-механические свойства полимерных материалов характеризуют их техническую ценность, поэтому определение этих свойств является важнейшим испытанием, которому должен подвергаться каждый выпускаемый промышленностью полимер.

Агрессивные факторы чаще всего негативно сказываются на показателях механических свойств (происходит старение материала).

Под старением понимают самопроизвольное необратимое, обычно неблагоприятное, изменение свойств материала при хранении и эксплуатации, приводящее к потере им работоспособности. Старение является результатом воздействия на полимер энергетических (тепло, свет, радиация, механические напряжения и т. д.) или химических (кислород и другие химически-активные вещества) факторов.

Важной характеристикой процесса старения является изменение технических свойств полимера, к числу которых относятся прочность, эластичность и некоторые другие, более специфические свойства (целостность поверхности, малое газовыделение и др.).

Пластические массы подвергают анализу с целью определения их стойкости к действию различных сред. Искусственное старение в лаборатории имеет целью либо унифицировать испытания, либо их ускорить путем интенсификации воздействий на полимер.

Для пластмасс в соответствии с ГОСТами предусматривается определение прочности при растяжении, статическом изгибе и сжатии, относительного удлинения и модуля упругости при разрыве, ударной вязкости, морозостойкости, твердости и других показателей.

Изделия из полимерных материалов при эксплуатации подвергаются воздействию температур (повышенных или пониженных) в зависимости от условий окружающей среды. Поэтому определение влияния данного фактора на механические свойства полимерных материалов является важным процессом.

Изменение свойств материала при воздействии температур в обычных условиях занимает продолжительный промежуток времени, поэтому для уско-

рения процесса термического старения в лабораториях создают искусственные условия воздействия температур.

Оценка степени старения проводится по коэффициенту старения, который показывает степень снижения тех или иных свойств материала.

Задание

- 1 Взять образцы материала в количестве трех для каждой температуры.
- 2 Выдержать образцы при температурах 30 и 60 °С в течении 0,5 ч.
- 3 Подвергшиеся температурному старению образцы материала исследуют по внешнему виду и определяют изменение геометрических размеров и веса.
- 4 Сравнить полученные результаты с соответствующими показателями необработанных образцов.
- 5 Сделать вывод о влиянии температурных воздействий на внешний вид и характеристики полимерных материалов.

Содержание отчета

- 1 Цель работы.
- 2 Общие положения.
- 3 Результаты экспериментальной части.
- 4 Вывод.

Контрольные вопросы

- 1 Какие факторы внешней среды оказывают влияние на свойства полимерных материалов? В чем проявляется это влияние?
- 2 Что называют старением материалов? Какое влияние на свойства материалов оказывает процесс старения?
- 3 Какое влияние на свойства полимерных материалов оказывает выдержка при повышенных температурах?

15 Лабораторная работа № 15. Спекание прессованных порошковых заготовок

Цель работы: исследовать влияние температуры спекания на плотность спеченных брикетов.

Оборудование и материалы: образцы полимерных материалов (термопластичных и терморезистивных), электропечь, весы, штангенциркуль.

Общие положения

Спрессованные полуфабрикаты (заготовки, прессовки, брикеты) в подавляющем большинстве случаев обладают недостаточной прочностью для применения их в качестве готовых изделий. Необходимая прочность, твердость и другие служебные свойства изделий, достигаются в результате спекания, как правило осуществляемого путем термической обработки. Спекание – одна из основных технологических операций в производстве изделий из порошков, в процессе которой происходит превращение брикета в прочное спеченное тело со свойствами, приближающимися к свойствам компактного материала. При этом происходит уплотнение свободно насыпанной или спрессованной массы порошка, а также ряд физических процессов, обеспечивающих большее или меньшее заполнение пор.

Роль спекания в изготовлении конечного продукта различна. При производстве высокопористых изделий – фильтров, или в случае невысоких требований к механическим свойствам материала, спекание является конечной операцией. В некоторых случаях для повышения плотности, прочности и пластичности изделий применяют допрессовку и вторичное спекание.

Основным процессом при любом из видов спекания является переход от порошкового тела, обладающего избыточной свободной энергией (на поверхности частиц) к более стабильному спеченному телу большей плотности.

Процесс спекания в однокомпонентных системах рассматривают как состоящий из двух последовательных этапов: образование и рост контактов между частицами на начальной, ранней стадии процесса и повышение плотности спекаемого тела вследствие уменьшения числа и объема пор на поздней стадии процесса. В макроусловиях, т. е. во всем объеме спекаемого тела, эти оба условия не имеют четкой временной границы, поскольку протекают практически одновременно.

В идеализированном виде спекание происходит следующим образом (рисунок 15.1). Две соприкасающиеся частицы (см. рисунок 15.1, *а*) постепенно сближаются, граница между ними исчезает (см. рисунок 15.1, *б, в*), а массы объединяются в общее тело (см. рисунок 15.1, *г, д*).

Практика спекания показывает, что максимально достижимая усадка составляет 1,25...1,3, что составляет примерно 93 % от теоретической усадки.

Спекание – сложный процесс, во время которого происходит удаление

адсорбированных паров и газов, восстановление и диссоциация окисных пленок, диффузионное перемещение атомов, образование новых фаз вследствие физико-химических процессов и др.

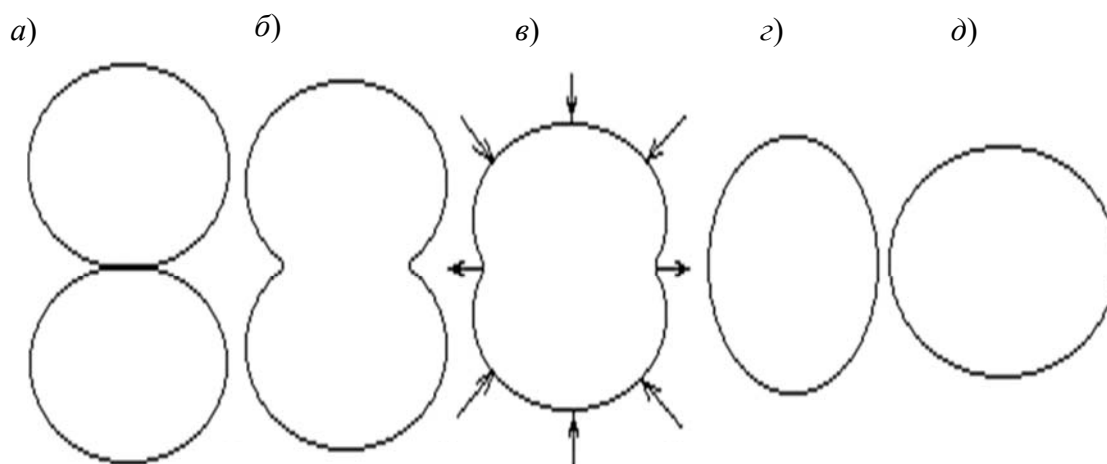


Рисунок 15.1 – Различные стадии спекания двух сферических частиц

Задание

1 Три спрессованных образца из полимерной смеси взвесить, обмерить микрометром, пронумеровать.

2 Загрузить образцы в электропечи и провести спекание при температурах, указанных преподавателем.

3 Выгрузить спеченные образцы.

4 Спеченные образцы обмерить, взвесить, подсчитать их плотность и усадку. Измерения проводить по 3 раза, усредненные данные внести в таблицу 15.1.

5 По результатам исследования сделать выводы о влиянии температуры спекания на изменение плотности образцов.

Таблица 15.1 – Результаты эксперимента

Но- мер об- разца	Шири- на об- разца после нагре- ва, мм	Линей- ная усадка по ши- рине об- разца, мм	Высота образца до нагре- ва, мм	Высота образца после нагре- ва, мм	Линей- ная усадка по высо- те об- разца	Объём образца до нагре- ва, мм ³	Объём образца после нагре- ва, мм ³	Объём- ная усадка

Содержание отчета

1 Цель работы.

2 Общие положения.

3 Результаты экспериментальной части.

4 Вывод.

Контрольные вопросы

- 1 В чем сущность процесса спекания?
- 2 Для чего проводят процесс спекания?
- 3 Какие процессы протекают при спекании?

16 Лабораторная работа № 16. Получение заготовок и изделий методом прессования

Цель работы: изучить процесс получение заготовок и изделий из пластмасс методом холодного прессования.

Оборудование и материалы: образцы полимерных материалов (термопластичных и термореактивных), весы, пресс гидравлический «Титан НД-50».

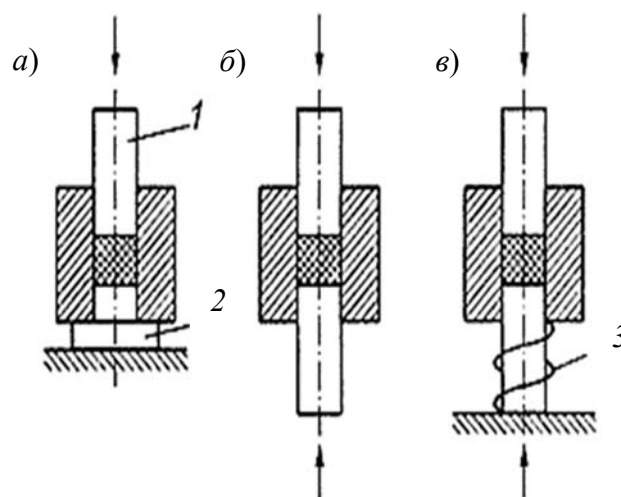
Общие положения

Одной из первых операций производства изделий из пластмасс является таблетирование. В переработке пластмасс под таблетированием понимается процесс холодного уплотнения пресс-материала перед его последующим горячим прессованием. Желательно, чтобы таблетка была по форме и массе близка получаемому изделию, что существенно повышает его качество. Поэтому форма таблетки может быть практически любой. Например, в производстве тормозных колодок волокнит предварительно обрабатывают, получая таблетки сложной геометрической формы в виде кольцевого сектора прямоугольного сечения с установленными в нем армирующими вставками. Такой прием используют при прессовании деталей ответственного назначения.

В обычной практике получают таблетки цилиндрической формы диаметром от 10 до 200 мм. В настоящее время существует несколько типов таблеточных машин – гидравлические и механические роторные. Производительность таблетмашин составляет от 60 до 700 кг/ч, усилие таблетирования – от 65 до 500 кН. Роторные машины применяют, главным образом, для прессования мелких таблеток (до 50 г), тогда как на гидравлических машинах можно изготавливать и таблетки крупных размеров.

Таблетирование – процесс холодного прессования, при котором пресс-материал (пресс-порошок) загружается в матрицу и сдавливается пуансонами, один из которых может быть неподвижным (рисунок 16.1, а). Возможность регулировки хода пуансона позволяет изменять при необходимости массу таблеток и степень уплотнения пресс-порошка. На практике особенно удобны таблетки одного диаметра с различной высотой.

В процессе уплотнения в результате внутреннего трения в пресс-порошке происходит существенное уменьшение давления по высоте таблетки и, как следствие, степень уплотнения таблетки по высоте оказывается различной. Это является причиной неравноплотности таблетки, затрудняет ее высокочастотный прогрев и ухудшает растекание пресс-материала в форме. Лучшими свойствами обладают таблетки, полученные на ротационных таблетмашинах, где в прессовании участвуют два пуансона – верхний и нижний (рисунок 16.1, б).



а – одностороннее; *б* – двухстороннее; *в* – с «плавающей» матрицей; *1* – верхний пуансон; *2* – нижний пуансон; *3* – пружина

Рисунок 16.1 – Схемы таблетирования заготовок

Для облегчения процесса таблетирования в пресс-порошки вводят небольшое количество смазок (стеараты). Трудно таблетироваться материалы с волокнистыми наполнителями, иногда с этой целью применяют гидравлические прессы, на которых материал уплотняется жгутированием, однако такой прием малопроизводителен. Для таблетирования применяются роторные машины серии МТ и гидравлические горизонтальные машины серии 2700.

Считается, что гидравлические таблетмашины перспективнее ротационных, поскольку позволяют перерабатывать практически любые существующие пресс-материалы, в них используются только возвратно-поступательные движения небольшого числа подвижных деталей, что способствует долговечности машин, а давление таблетирования может достигать 100 МПа, т. е. примерно вдвое выше, чем у таблетмашин механического действия.

Задание

1 Подготовить три навески из порошка пластмассы, представленного преподавателем.

2 Подготовить контейнер для прессования, смазав рабочую полость силиконовым маслом.

3 Загрузить первую навеску в рабочую полость контейнера для прессования.

4 Установить контейнер на нижнюю плиту пресса и произвести процесс прессования.

5 Выпрессовать заготовку.

6 Процесс повторить 3 раза.

7 Произвести внешний контроль заготовок и сделать вывод о прессуемости представленной смеси.

Содержание отчета

1 Цель работы.

2 Общие положения.

3 Результаты экспериментальной части.

4 Вывод.

Контрольные вопросы

1 В чем заключается сущность процесса таблетирования пластмасс?

2 Для чего проводят процесс таблетирования пластмасс?

3 Для чего при таблетировании вводят смазки?

17 Лабораторная работа № 17. Сварка пластмасс трением

Цель работы: изучить процесс формообразования изделий из пластмасс сваркой трением.

Оборудование и материалы: станок токарный настольный WM180V; заготовки для сварки.

Общие положения

Для сварки трением используют преобразование механической энергии в тепловую, осуществляемое при взаимном перемещении свариваемых поверхностей. Работа сил трения, превращаясь в теплоту, интенсивно нагревает трущиеся поверхности. Свариваемые детали нагреваются до пластического состояния, после чего их сжимают осевым усилием. В результате нагрева и сжатия происходит совместная пластическая деформация. Сварное соединение образуется вследствие возникновения связей между чистыми контактирующими поверхностями свариваемых заготовок. Оксидные пленки, масляные пленки и другие дефекты на соединяемых поверхностях разрушаются в результате трения и удаляются в радиальных направлениях за счет пластической

деформации. Так, в большинстве случаев сваривают встык детали круглого сечения, например, трубы, стержни, некоторые режущие инструменты (сверла, метчики, развертки, концевые фрезы и пр.), изготавливаемые из однородных и разнородных металлов, а также из различных пластмасс.

Основные параметры сварки трением: скорость относительного перемещения свариваемых поверхностей, продолжительность нагрева, усилие сжатия, величину пластической деформации (осадку) можно получить как с использованием специализированных сварочных машин типа МСТ-23, МСТ-35 и МСТ-41 с соответствующей мощностью 10, 20 и 40 кВт, так и на переоборудованных токарных, сверлильных и прочих металлорежущих станках. При этом трение поверхностей осуществляют вращением или возвратно-поступательным перемещением свариваемых деталей. Давление осадки не превышает 25 МПа при сварке легких и пластичных металлов и 250 МПа при сварке наиболее твердых металлов.

По производительности сварка трением не уступает контактной сварке оплавлением, а экономически она даже выгоднее ее, так как в этом случае потребляемая мощность в 5–10 раз меньше, чем при контактной сварке. Способ сварки трением прост, легко поддается автоматизации и программному управлению.

В данной работе для процесса сварки трением применяется универсальный токарный настольный станок WM180V, схема которого представлены на рисунке 17.1.

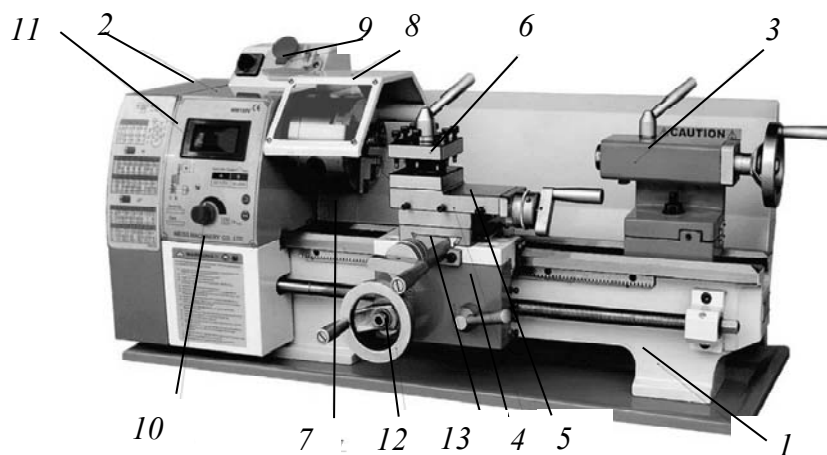


Рисунок 17.1 – Общий вид токарного настольного станка Universal WM180V

Основными частями станка являются станина 1, передняя бабка 2, задняя бабка 3, суппорт 4.

Станина 1 предназначена для закрепления на ней неподвижных и перемещения по направляющим подвижных частей станка (суппорт, задняя бабка).

В передней бабке 2 размещен главный вал – шпиндель с закрепленным на нем патроном 7 или другим приспособлением, передающим вращение заго-

товке, а также коробка скоростей, от которой шпиндель получает вращение с необходимой частотой.

На передней бабке также располагаются защитный кожух 8, кнопка аварийного выключения станка 9, ручка регулировки частоты вращения патрона 10, индуктор частоты вращения патрона 11.

Задняя бабка 3 предназначена для поддержания с помощью центра правого конца заготовки, а также для закрепления в коническом отверстии пиноли сверла, зенкера или развертки при сверлении, зенкерования или развертывании отверстий в заготовке.

Коробка подач является составной частью механизма подач, получающего движение от шпинделя через гитару сменных зубчатых колес и передающего его ходовому винту или ходовому валу, от которых через механизмы фартука движение передается суппорту 4.

Суппорт служит для закрепления инструментов в установленном на нем четырехгранном резцедержателе 6. Суппорт состоит из продольных и поперечных салазок, которые могут перемещаться по направляющим вручную с помощью маховиков 12 и 13 или автоматически, резцовых салазок (каретки) 5, которые перемещаются по направляющим только вручную.

Задание

1 Изучить конструкцию и технологические возможности токарного станка.

2 Зажать одну заготовку в патроне станка.

3 Зажать вторую заготовку в задней бабке.

4 Включить станок.

5 Вращая штурвал задней бабки привести заготовки в соприкосновение с небольшим усилием.

6 Прогрев торцы заготовок, выключить станок и произвести осадку и сварку заготовок.

7 Осуществить визуальный контроль качества сваренных заготовок.

8 Сделать вывод о свариваемости предложенных заготовок.

Содержание отчета

1 Цель работы.

2 Общие положения.

3 Результаты экспериментальной части.

4 Вывод.

Контрольные вопросы

1 В чем заключается сущность процесса сварки трением?

2 Какое оборудование применяют для сварки трением?

3 За счет каких сил образуется сварное соединение при сварке трением?

4 В чем преимущество сварки трением?

Список литературы

1 Технология конструкционных материалов : учебное пособие для академ. бакалавриата / Под ред. М. С. Корытова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2019. – 234 с.

2 Материаловедение и технологические процессы в машиностроении : учебное пособие / С. И. Богодухов [и др.] ; под общ. ред. С. И. Богодухова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол: ТНТ, 2017. – 560 с.

3 **Рогов, В. А.** Технология конструкционных материалов. Нанотехнологии: учебник для вузов / В. А. Рогов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2019. – 190 с.

4 Технология конструкционных материалов: учебное пособие / А. Г. Схиртладзе [и др.]. – Старый Оскол: ТНТ, 2015. – 360 с.