

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

Кафедра Материалов, технологий и качества

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ
КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИМЕРНЫХ
И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»**

Набережные Челны
2018

Печатается по решению методической комиссии
Автомобильного отделения Набережночелнинского
института (филиала) К(П)ФУ

Рецензент:

доктор технических наук, профессор Астащенко В.И.

Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Технология полимерных и композиционных материалов» / Бобрышев А.А., Мухаметзянова Г.Ф., Западнава Н.Н., Западнава Е.А., Абдуллина О.К. – Набережные Челны: ИПЦ Набережночелнинского института КФУ, 2018. – 84 с.

Методические указания предназначены для использования в учебном процессе студентами очной и заочной формы обучения

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	5
2. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	6
3. ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	6
4. ЗАЩИТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ	10
5. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	10
6. СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ РАЗДЕЛАМ	11
6.1. ВВЕДЕНИЕ	11
6.2. ОБЩАЯ ЧАСТЬ	12
6.3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	13
6.3.1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ	14
6.3.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА	14
6.3.3. ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВАРИАНТОВ МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ	16
6.3.4. ВЫБОР МЕТОДА ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ВОЛОКНИСТО – АРМИРОВАННЫХ КОМПОЗИТОВ	17
6.3.5. ВЫБОР КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛА КОМПОЗИТА	19
6.3.5.1. СВЯЗУЮЩЕЕ (МАТРИЧНЫЙ МАТЕРИАЛ)	19
6.3.5.2. НАПОЛНИТЕЛИ	23
6.3.5.3. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	25
6.3.6. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	32
6.3.7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВОЛОКНИСТО – АРМИРОВАННОГО КОМПОЗИТА	32
6.3.8. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА	59
6.3.9. СОЕДИНЕНИЕ КОМПОЗИТОВ И МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА	60
6.3.10. КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА	64
6.4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА	65
6.4.1. ВЫБОР И РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	65
6.4.2. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ И РАСЧЕТ ЧИСЛЕННОСТИ РАБОТАЮЩИХ	69

6.5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СРЕДСТВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ	71
6.6. ОСВЕЩЕНИЕ, ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, ВО- ДОСНАБЖЕНИЕ И КАНАЛИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ	72
6.7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ВОЛОКНИСТО-АРМИРОВАННЫХ КОМПОЗИТОВ	80
6.8. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	82
6.9. ЛИТЕРАТУРА	82
6.10. ПРИЛОЖЕНИЯ	83
Рекомендуемая литература	84

1. ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Курсовая работа выполняется в течение семестра, когда проводятся аудиторные занятия по конкретной дисциплине, или после изучения этой дисциплины. Наряду с лекциями, практическими занятиями, семинарами и выполнением контрольных работ написание курсовой работы способствует углублению знаний студентов по изучаемой дисциплине. Курсовое проектирование представляет собой контрольную стадию подготовки бакалавра, является важной составной частью учебного процесса и рассматривается как один из основных видов учебных занятий. Цель курсового проектирования закрепить и расширить теоретические знания и практические навыки студентов в решении сложных комплексных задач с элементами исследований, а также определить уровень подготовки студентов и соответствие их знаний квалификационным требованиям по избранной специальности. Результатом проектирования является курсовая работа (КР). По своему содержанию курсовая работа представляет собой законченную разработку, в которой решаются задачи приобретения практических навыков проектирования технологии полимерных и композиционных материалов.

Целью курсовой работы по дисциплине «Технология полимерных и композиционных материалов» является приобретение студентами следующих навыков:

- применять знания, полученные на лекциях и практических занятиях, для самостоятельного анализа деятельности предприятий;

- самостоятельно формулировать проблему, ставить задачу и разрабатывать технологические процессы изготовления изделий армированных волокнами.

Выполнение курсовой работы является одним из важных моментов подготовки бакалавра, поэтому целесообразно выбрать тему курсового проекта с учетом возможности ее дальнейшей разработки и использования в выпускной работе.

2. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Структура курсовой работы включает:

- 1. титульный лист;**
- 2. содержание;**
- 3. введение;**
- 4. общая часть;**
- 5. технологическая часть;**
- 6. проектирование участка;**
- 7. организационная часть;**
- 8. заключение;**
- 9. список использованных источников и литературы;**
- 10. приложения.**

Курсовая работа состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части. В расчетно-пояснительную записку входят следующие разделы общим объемом до 40 стр.

Графическая часть состоит из 4-х листов формата А 1. Список использованных источников и литературы, приложения в объем проекта не засчитываются.

Курсовая работа должна отвечать общим требованиям, предъявляемым к научно-исследовательской работе и другой проектной документации, поэтому структура, требования к содержанию и оформлению соответствовать ГОСТ 7.32-81 «Отчет о научно-исследовательской работе. Общие требования и правила оформления».

3. ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Изложение всех вопросов должно быть самостоятельным, последовательным, взаимосвязанным и строго выдержанным в соответствии с названиями глав, указанными в содержании. Изложение не следует перегружать общеизвестными положениями, обилием формул, изложением многочисленных инструкций. Приводимые в тексте цитаты должны точно соответствовать

оригиналу; они заключаются в кавычки, и дается ссылка на первоисточник.

Текст должен быть набран на компьютере через 1,5 межстрочных интервала, 14 шрифтом (шрифт - Times New Roman), формулы и условные знаки могут быть вписаны только черной пастой. Печатать следует на одной стороне листа формата А 4 (210 × 297 мм).

Текст работы следует набирать, соблюдая следующие размеры полей: левое - 30 мм, правое - 10 мм, нижнее - 20 мм и верхнее - 15 мм.

Схемы, формулы, рисунки и таблицы следует выполнять черными чернилами или тушью. Абзацы в тексте начинают отступом, равным пяти печатным знакам (10 мм).

Все структурные части работы: содержание, введение, каждая глава, заключение, список использованных источников и литературы, приложения должны начинаться с новой страницы и их заголовки должны печататься всеми прописными буквами с выравниванием по центру.

Разделы подразделяются на подразделы. Заголовки подразделов печатают с абзаца строчными буквами, кроме первой прописной. Разделы и подразделы должны иметь краткие, соответствующие содержанию заголовки. Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Между наименованиями глав и текстом ставится один межстрочный пробел. Подчеркивание заголовка не допускается.

Страницы нумеруются арабскими цифрами в правом верхнем углу без точки в конце. Титульный лист, содержание включаются в общую нумерацию и не нумеруются.

Все разделы основной части работы должны быть пронумерованы арабскими цифрами с точкой в конце номера. Введение, заключение и список использованных источников и литературы не нумеруются.

Подразделы нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела должна быть точка, например: «2.3.» – третий подраздел второго раздела.

Иллюстрации, которые расположены на отдельных страницах работы, включают в общую нумерацию страниц. Иллюстрации (кроме таблиц) обозначаются словом «Рис.» и нумеруются последовательно арабскими цифрами в пределах раздела, за исключением иллюстраций, приведенных в приложении. Номер иллюстрации (за исключением таблиц) должен состоять из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например: Рис. 1.2. (второй рисунок первого раздела). Если в работе приведена одна иллюстрация, то ее не нумеруют и слово «Рис.» не пишут.

Таблицы нумеруют последовательно арабскими цифрами (за исключением таблиц, приведенных в приложении) в пределах раздела. В правом верхнем углу таблицы над соответствующим заголовком помещают надпись «Таблица» с указанием номера таблицы. Номер таблицы должен состоять из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой, например: «Таблица 1.2» (вторая таблица первого раздела).

Если в работе одна таблица, ее не нумеруют и слово «Таблица» не пишут. При переносе части таблицы на другой лист (страницу) пишут словосочетание «Продолжение табл. 1.2».

Формулы в работе располагают по центру строки, если их более одной - нумеруют арабскими цифрами в пределах раздела. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы в разделе, разделенных точкой. Номер указывают с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках, например:

$$A = B \cdot C \quad (2.1)$$

Оформление ссылок производится по ГОСТ 7.1-76. Ссылки в тексте на источники допускается приводить в подстрочном примечании или указывать порядковый номер по списку источников, выделенный в квадратных скобках.

Ссылки на иллюстрации указывают порядковым номером иллюстрации, например: ...на рис. 1.2.

Ссылки на формулы указывают порядковым номером формулы в скобках, например: «... в формуле (2.1)».

На все таблицы должны быть ссылки в тексте, при этом слово «Таблица» в тексте пишут полностью, если таблица не

имеет номера, и сокращенно - если имеет номер, например: «...в табл. 1.2».

В повторных ссылках на таблицы и иллюстрации следует указывать сокращенно слово «смотри», например: «см. табл. 1.3».

Приложения оформляют как продолжение проекта на последующих его страницах или в виде отдельной части, располагая их в порядке появления ссылок в тексте.

Каждое приложение должно начинаться с нового листа (страницы) с указанием в правом верхнем углу слова «ПРИЛОЖЕНИЕ», напечатанного прописными буквами, и иметь содержательный заголовок.

Если в пояснительной записке более одного приложения, их нумеруют последовательно арабскими цифрами (без знака №), например, ПРИЛОЖЕНИЕ 1, ПРИЛОЖЕНИЕ 2 и т.д.

Список использованных источников и литературы помещается в конце курсового проекта и включает только те источники, на которые в проекте есть ссылки. Сначала в списке указываются все источники по изучаемой проблеме в соответствии с их иерархией и в алфавитном порядке, затем приводится литература в алфавитном порядке: монографии, учебники, учебные пособия и методические указания, далее - статьи периодической печати.

Сведения об источниках и литературе, включенных в список используемых источников и литературы, необходимо давать в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1.-84 «Библиографическое описание документа».

Например: **Васильев В.В. Композиционные материалы. Справочное пособие для инженеров – конструкторов и технологов. – М.: «Машиностроение», 1990. – 510 с.**

Связь текста с источниками осуществляется подстрочными ссылками или ссылками, приводящимися внутри текста. В ссылках используют порядковый номер источника, указанного в библиографическом списке. В тексте этот номер берется в квадратные скобки, например, [5]. При указании в основном тексте на страницу источника, последняя так же заключается в квад-

ратную скобку. Например: [5, С. 24] или [5, 24], что означает: 5 - источник, 24 - страница.

4. ЗАЩИТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Студенты дневной и заочной форм обучения представляют курсовые работы на кафедру в установленный срок (не позднее, чем за две недели до окончания текущего семестра). Защита курсового проекта проводится руководителем в установленные деканатом сроки.

По итогам проверки научный руководитель пишет на нее рецензию. Положительная рецензия дает право на защиту курсового проекта. Суть защиты в основном сводится к обоснованию предложений, сформулированных студентом по рассматриваемой проблеме. Во время защиты студент должен ответить и на все замечания, сделанные руководителем, как в рецензии, так и в тексте курсовой работы. После защиты выставляется одна из оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Позднее представление курсовой работы влечет за собой задержку ее рассмотрения и соответственно нарушение графика изучения дисциплины.

5. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. ВВЕДЕНИЕ
2. ОБЩАЯ ЧАСТЬ
3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ
 - 3.1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ
 - 3.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА
 - 3.3. ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВАРИАНТОВ МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ
 - 3.4. ВЫБОР МЕТОДА ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ВОЛОКНИСТО – АРМИРОВАННЫХ КОМПОЗИТОВ
 - 3.4. 1. ВЫБОР КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛА КОМПОЗИТА
 - 3.4.2. СВЯЗУЮЩЕЕ (МАТРИЧНЫЙ МАТЕРИАЛ)

- 3.4.3. НАПОЛНИТЕЛИ (АРМИРУЮЩИЕ ВОЛОКНА)
- 3.4.4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
- 3.5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.
- 3.6. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВОЛОКНИСТО – АРМИРОВАННОГО КОМПОЗИТА.
- 3.7. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА.
- 3.8. СОЕДИНЕНИЕ КОМПОЗИТОВ И МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА.
- 3.9. КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА
- 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА
- 4.1. ВЫБОР И РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ
- 4.2. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ И РАСЧЕТ ЧИСЛЕННОСТИ РАБОТАЮЩИХ
- 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СРЕДСТВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ.
- 6. ОСВЕЩЕНИЕ, ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, ВОДОСНАБЖЕНИЕ И КАНАЛИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ.
- 7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИЕ ВОЛОКНИСТО-АРМИРОВАННЫХ КОМПОЗИТОВ.
- 8. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.
- 9. ЛИТЕРАТУРА.
- 10. ПРИЛОЖЕНИЯ.

6. СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ РАЗДЕЛАМ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

6.1. ВВЕДЕНИЕ

Во введении студент обосновывает актуальность выбранной темы и перспективы развития изделий из волокнисто – армированных композитов Введение обязательно должно быть логически связано с темой курсового проекта, в нем кратко из-

лагается тема курсового проекта, обосновывается ее важность и актуальность.

Формируется основная цель и задачи курсовой работы, а также мероприятия по дальнейшему увеличению экономии традиционных материалов, повышению технического уровня производства КМ, механизации и автоматизации производства КМ, по разработке прогрессивных технологических процессов и улучшению качества продукции из КМ.

Так, например, при проектировании участка механического цеха желательнее осветить вопросы создания переменноточного производства, внедрения групповой обработки изделий, применения универсального приспособления; при проектировании участка цеха механической обработки, например для изготовления режущего инструмента, надо увязать влияние точности режущего инструмента на эксплуатационные характеристики изделий - повышение быстроходности машин, уменьшение шума зубчатых передач и т. п. при проектировании участка контрольных приборов или приспособлений надо описать эффективность их применения и влияние на механизацию контроля.

6.2. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Этот раздел должен содержать описание назначения и условий работы в изделии заданной детали из волокнисто – армированного композита, обзор и анализ, приборов или отдельных сборочных единиц, инструмента или другого объекта производства.

Если курсовое задание предусматривает конструирование оснастки для конкретного технологического процесса, то студенту предоставляется инициатива самостоятельно разработать конструкцию оснастки, раскрыв в этом разделе пояснительной записки существующие конструкции аналогов, а также произвести необходимые расчеты конструкции (габариты, элементы крепления, геометрические параметры и т. п.). В графической части проекта этому разделу может быть отведен специальный (обзорный) лист.

Если курсовое задание выдано в виде рабочего чертежа детали машины, прибора, режущего или измерительного инструмента, то студент может ограничиться выполнением общего вида заданного изделия с необходимым количеством видов, разрезов и сечений. Изделие вычерчивается в рабочем положении в масштабе 1:1 в соответствии с требованиями ЕСКД. При необходимости выполнения сборочного чертежа к нему прилагается спецификация с перечислением всех деталей, и указываются технические требования.

В пояснительной записке приводятся подробное описание детали, ее эксплуатационное назначение и действие в изделии, обоснование выбора материала, его механических свойств, химического состава, расчет исполнительных размеров и др.

Приведенные характеристики должны служить исходным материалом для выбора метода получения заготовки и разработки технологического процесса.

6. 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Технологическая часть является основой данной работы. Технологический процесс изготовления детали (изделия) является исходным материалом для выполнения всех разделов курсового проекта и должен быть разработан в полном соответствии с требованиями стандартов ЕСТД и ЕСТПП.

Исходными данными для проектирования технологического процесса являются: рабочий чертеж детали со всеми необходимыми техническими условиями, назначение детали и условия ее работы в сборочной единице или машине, а также годовой объем, выпуска деталей или машин. Кроме того, при проектировании используют необходимую справочную литературу по нормативам режимов формования изделий из СВКМ на различном оборудовании, стандарты и каталоги режущего, измерительного и вспомогательного инструмента.

6.3.1.ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

Технологический контроль чертежей сводится к тщательному их изучению. Рабочие чертежи изготавливаемых деталей должны содержать все необходимые сведения, дающие полное представление о детали, т. е. все проекции, разрезы и сечения, совершенно четко и однозначно объясняющие ее конфигурацию и возможные способы получения заготовки. На чертеже должны быть указаны все размеры с необходимыми допусками, классы чистоты обрабатываемых поверхностей, допускаемые отклонения от правильных геометрических форм, а также взаимное расположение поверхностей. Чертеж детали должен содержать все необходимые сведения о материале детали, термической обработке, применяемых защитных и декоративных покрытиях, весе детали и т. п.

Для технически грамотного и обоснованного изложения этого раздела необходимо дать описание назначения самой детали, основных ее поверхностей и влияния их взаимного расположения, точности и чистоты обработки на качество работы механизма, для которого изготавливается деталь. Если назначение детали неизвестно, то следует описать его по своему соображению, о чем следует сделать соответствующую оговорку.

Из описания назначения и конструкции детали должно быть ясно, какие поверхности и размеры имеют основное, решающее значение для служебного назначения детали и какие – второстепенное.

В этом же разделе следует привести также данные о материале детали: по химическому составу, механическим свойствам, эти данные сводятся в таблицу.

6.3.2.ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА

В таблице № 1 представлены различные способы формования волокнисто – армированных композитов и соответствующие им типы производства.

Таблица № 1

Способ формования	Тип производства
Ручной укладкой	единичный, мелкосерийный
Эластичной диафрагмой: под вакуумом в автоклаве под давлением	мелкосерийный, серийный, крупносерийный
Напылением	единичный, мелкосерийный
Намоткой волокна	все типы производства
Пультрузия	серийный, крупносерийный
Штамповка листовых формовочных материалов	серийный, крупносерийный, массовый
Центробежное	мелкосерийный, серийный, крупносерийный
Впрыскиванием смолы	мелкосерийный, серийный, крупносерийный, массовый
Литье под давлением	серийный, крупносерийный, массовый
Прессование стеклонанополненной композиции	серийный, крупносерийный, массовый

В случае дополнительной инструментальной обработки заготовки или готового изделия расчет типа производства производится с учетом коэффициента закрепления операций $K_{з.о}$.

Отношение числа всех различных технологических операций O , выполненных или подлежащих выполнению в течение месяца, к числу рабочих мест P называют коэффициентом закрепления операций:

$$K_{з.о.} = O / P \quad (1)$$

Коэффициент закрепления операций является одной из основных характеристик типа производства. В машиностроении различают условно три основных типа производства: массовое, серийное и единичное (ГОСТ 14.004-83).

При массовом производстве изделия изготавливаются непрерывно в течение нескольких лет. Характерным признаком

массового производства является выполнение на большинстве рабочих мест только одной закрепленной операции. Для массового производства $K_{з.о.} = 1$.

При серийном производстве изготавливают серию изделий, регулярно повторяющихся через определенные промежутки времени. Характерным признаком серийного производства – выполнение на рабочих местах нескольких повторяющихся операций. В зависимости от количества от количества изделий в партии или серии и значения коэффициента закрепления операций различают крупносерийное, среднесерийное и мелкосерийное производства. Для крупносерийного производства

$1 \leq K_{з.о.} \leq 10$, для среднесерийного $10 \leq K_{з.о.} \leq 20$, для мелкосерийного

$$20 \leq K_{з.о.} \leq 40$$

При единичном производстве выполняются изделия широкой номенклатуры в малых количествах, которые либо не повторяются совершенно, либо повторяются через неопределенное время.

6.3.3. ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВАРИАНТОВ МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ

Роль этого раздела исключительно велика, так как технологический процесс изготовления каждого изделия можно разработать в нескольких вариантах, обеспечивающих выполнение заданных технических условий.

В этой связи следует представить технико-экономическое обоснование выбранного варианта технологического маршрута, т. е. высказать те соображения, которые не содержатся в технологических картах. Следует также отметить, что наглядное сравнение сопоставимых вариантов целесообразно производить в форме таблиц или графиков.

6.3.4. ВЫБОР МЕТОДА ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ВОЛОКНИСТО – АРМИРОВАННЫХ КОМПОЗИТОВ

Волокнисто - армированные композиционные материалы (ВАКМ), состоящие из смолы, волокон и других наполнителей, после отверждения являются твердыми телами. Характеристики готового изделия (такие как габаритные размеры, форма, величина серии) обуславливают выбор состава композиции, способа ее получения и формования. В таблице № 2 приведены сравнительные технико-экономические показатели волокнисто – армированных композитов, получаемых наиболее известными способами.

Один и тот же вид изделия из ВАКМ можно изготавливать принципиально различными способами производства и по различной технологии. Необходимо выбрать способы производства изделий из ВАКМ исходя из анализа существующих способов. Обоснование этого выбора следует дать в виде обзора и анализа, показав его достоинства и недостатки. Следует привести имеющиеся технико-экономические показатели по производству аналогичной продукции.

Сравнительная технико-экономическая оценка различных способов изготовления изделий из ВАКМ.

Таблица № 2

Способы формования	Стоимость об- рудования	Производитель- ность	Прочность изде- лий	Квалификация формовщика	Сложность из- делия	Однородность изделия
Ручной укладкой	1	3	3	10	9	1
Эластичной диафраг- мой: под вакуумом	2	2	4	10	9	3
	3	1	6	6	7	4

в автоклаве						
Напылением	4	4	3	10	8	1
Намоткой волокна	6	6	10	2	4	9
Пультрузия	7	9	9	2	2	10
Штамповка листовых формовочных материалов	10	8	7	4	9	10
Центробежное	9	7	8	3	3	6
Непрерывное, протяжкой	10	10	5	2	1	10
Впрыскиванием смолы	3	2	3	7	7	8
Литье под давлением	10	10	6	2	10	10
Покрытие оболочек	9	4	3	5	7	9
Прессование стеклонеполненной композиции	9	8	7	4	8	10
Оценка в баллах: 10 – наивысшая.						

ПРИМЕР. Контактное формование изделий в открытых формах осуществляется в основном двумя способами. При формировании ручной укладкой после нанесения на поверхность формы слоя связующего ее выстилают стекловолокном в виде матов из рубленой стеклопряжи, ткани или тканого ровинга, пропитывают смолой, зачищают щеткой или прикатывают валиком для уплотнения материала и удаления пузырьков воздуха.

Метод формования напылением отличается от описанного тем, что стекловолокно в виде бесконечного ровинга рубится на короткие отрезки — штапельки и инжектируется в форму одновременно со смесью соответствующей смолы и катализатора.

При обоих способах формования получаемый слоистый пластик можно считать элементарным конструкционным материалом.

Варьирование соотношения смолы и стекловолокнистого наполнителя, вида армирующего материала и системы его укладки, типа смолы, вида и количества наполнителей позволяет существенно изменять физические свойства получаемых стеклопластиков. Следовательно, можно сказать, что структура

и состав ВАКМ формируются в процессе получения изделия. Возможность изменения состава композиций, размера, формы и конфигурации изделий позволяет определить наиболее целесообразный путь их получения формованием либо ручной укладкой, либо напылением. В таблице 2 приведены преимущества и недостатки обоих способов контактного формования.

6.3.5. ВЫБОР КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛА КОМПОЗИТА

Выбор компонентов композита или полуфабрикатов (препрег, премикс и т. п.) для изделия определяется назначением и конструкцией детали, материалом, техническими требованиями, масштабом и серийностью выпуска, а также экономичностью изготовления. Выбрать материал или заготовку из того или иного материала – значит установить способ ее получения, наметить припуски на обработку каждой поверхности, рассчитать размеры и указать допуски на неточность изготовления. Для рационального выбора материала, его компонентов или заготовки необходимо одновременно учитывать все вышеперечисленные исходные данные, так как между ними существует тесная взаимосвязь. Окончательное решение можно принять только после экономического комплексного расчета себестоимости компонентов материала КМ или заготовки и механической обработки в целом.

6.3.5.1. СВЯЗУЮЩЕЕ (МАТРИЧНЫЙ МАТЕРИАЛ)

Выбор пластических масс (термопластичные, терморезактивные) для конкретного изделия является важнейшим этапом проектирования, который определяет метод изготовления изделий из композитов, возможность выполнения конструкций заданных габаритов и формы, а также параметры технологических процессов.

Тип смолы частично или полностью определяет ряд эксплуатационных свойств изделий, таких как химическую стойкость, горючесть, эластичность, погодостойкость, ударную

прочность, коробление, прочность и электроизоляционные характеристики.

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

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 таблицах №3 и № 4 представлены основные характеристики синтетических термореактивных смол.

Номенклатура и основные характеристики синтетических смол

Таблица № 3

Вид синтетической смолы	Плотность, кг/м ³	Предел прочности, МПа			Теплостойкость по Мартенсену, °С.	Основные отечественные марки	Вязкость по ВЗ – сек.
		При сжатии	При изгибе	При растяжении			
Эпоксидные: диановые	1220 ±125 0	110 ±16 0	90±12 0	60±80	100±150	ЭД-16 ЭД-20 ЭД-22	90-120
Полиэфирные: Полиэфирмалеина- ты	1120 ±129 0	80± 135	50±10 0	25±55	50±70	ПН- 1,2,3,4	40±80
Фурановые: фурфурол- ацетоновый мо- номер	1120 ±120 0	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

Физические свойства полимерных матриц

Таблица № 4

Показатели полимерной матрицы	Тип матрицы				
	полиэфирн	эпоксид	акрилат	карбамид	ацет.-фор-мальд.
Плотность кг/м ³	1100÷1400	1200÷1400	1180÷1190	2200÷2300	2100÷2300
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	50÷80	65÷78	30÷70	40÷70
Предел прочности при сжатии МПа	80÷120	90÷130	-	40÷70	45÷60
Предел прочности при изгибе МПа	70÷100	80÷110	-	-	-
Удельная ударная вязкость Дж/м ²	0,2÷0,25	0,35÷0,45	не менее 0,12	0,15÷0,25	0,1÷0,2
Кэфф. Пуассона	0,2÷0,24	0,2÷0,33	-	0,22÷0,26	0,23÷0,28
Относ. удл. при разрыве	0,03÷0,08	0,02÷0,05	0,025÷0,03	-	-
Теплостойкость град.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 ²	0,15÷0,25	0,05÷0,1	-	0,2÷0,3	0,1÷0,2
Модуль упругости при изгибе МПа	2200÷4000	-	-	-	-

Выбор отвердителей синтетических смол рекомендуется производить по таблице №. 5. Наиболее часто в качестве отвердителей синтетических смол используются:

- для фурфурол-ацетоновых - бензолсульфокислота (БСК);
- для полиэфирных - гидроперекись изопропилбензола (ГП) в сочетании с ускорителем твердения нафтенатом кобальта (НК);
- для эпоксидных - полиэтиленполиамин (ПЭПА);
- для карбамидных - солянокислый анилин (СКА).

Номенклатура и основные характеристики отвердителей

Таблица № 5

Вид смолы	Номенклатура и основные характеристики отвердителей			
	Марка	Плотность г/см ³	Дозировка в % по массе смолы	Вид при внесении в смесь
Эпоксидная	Полиэтиленполиамин (ПЭПА)	0,98÷1,03	8÷16	жидкость
	Сложные амины	-	15÷20	жидкость
Полиэфирная	Инициаторы: перекись бензола (ПБ-1)	-	3÷4	жидкость
	Гидроокись изопропилбензола (гипериз)	-	3÷4	жидкость
	Ускоритель нафтенат кобальта (НК)	-	6÷8	жидкость
Фурановая	Бензолсульфо кислота (БСК)	1,32÷1,34	20÷25	расплав (t=45÷60 °C)
	Серная кислота	1,84	4÷5	раствор в спирте контакте Петрова
	Толуолсульфо хлорид	-	15÷25	тонкоизмельчённый порошок
	Контакт Петрова	-	индив.	в чистом виде или в смеси с серной кислотой
Карбамидный	Солянокислый анилин (СКА)	-	индив.	тонкоизмельчённый

6.3.5.2. НАПОЛНИТЕЛИ

Армирующие волокна. В волокнисто – армированных композитах волокна (нити, жгуты, проволоки, сетки, ткани и т.

п.) воспринимают основные напряжения, возникающие при действии внешних нагрузок, что и обеспечивает жесткость и прочность в направлении ориентации волокон.

Армирующие волокна, применяемые конструкционных КМ, должны удовлетворять комплексу эксплуатационных и технологических требований. К первым относятся требования по прочности, жесткости, плотности, стабильности свойств в определенном температурном интервале, химической стойкости и т. п. Этим требованиям удовлетворяют бериллий, бор, углерод, азот, кислород, алюминий и кремний. Механические свойства стекловолокон, выпускаемых на территории России приведены в таблице № 6.

Механические свойства стекловолокон

Таблица № 6

Марка стекла	Плотность $\rho \cdot 10^{-3}$, кг/м ³	Модуль упругости E	Предельная деформация ϵ , %
Высокомодульное:			
ВМ-1	2,58	95	4,8
ВМП	2,58	93	-
УП-68	2,46	85	-
УП-73	2,40	83	-
Кислотостойкое	2,56	74	3,6

Технологичность волокон определяет возможность создания высокопроизводительного процесса изготовления изделий на их основе. Важным требованием является также совместимость волокон с материалом, т. е. Возможность достижения прочной связи волокно – матрица при условиях, обеспечивающих сохранение исходных значений механических свойств компонентов.

Дисперсные наполнители. Дополнительным условием при выборе смолы является возможность введения в нее различных наполнителей (мел, каолин, барит, тальк, асбест, слюда и т. д.). В зависимости от химической природы и степени наполнения добавки могут снижать стоимость изделия, уменьшая расход смолы и (или) армирующего волокна. Наполнители могут также улучшать термостойкость, огнестойкость материала,

уменьшать выделение токсичного дыма, повышать жесткость, снижать пик тепловыделения и усадку, что приводит к уменьшению пропечатывания стекловолокна через наружный смоляной слой, улучшает электроизоляционные свойства и уменьшает массу изделия.

Дисперсные наполнители можно применять при формировании ручной укладкой, но чаще всего их используют при напылении, когда периодическое смешивание и сама технология напыления обеспечивают возможность получения гомогенной композиции. Использование низковязких смол позволяет увеличивать степень наполнения. В таблице № 7 представлен перечень наполнителей, наиболее широко используемых при формировании СВКМ ручной укладкой и напылением, а также указана их роль и допустимые пределы наполнения.

Наполнители применяемые в ВАКМ для формирования ручной укладкой и напылением, типы степень наполнения и основное назначение

Таблица № 7

Наполнитель	Типы добавок изменяющие свойства ВАКМ							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Глина	А	-	-	-	-	-	-	-
Тальк	-	-	-	-	-	-	-	-
Трехокись сурьмы	-	А	А	-	-	-	-	-
Стекланные чешуйки	-	-	-	В	-	А	А	-
Песок	А	-	-	-	А	А	-	-
Измельченные волокна	-	-	-	-	А	-	-	-
Аэросил	А	-	-	-	-	-	-	-
Слюда сузорит	С	-	-	С	С	-	С	-
Шарики фирмы «Поттер»	В,С	-	-	С	В,С	В,С	-	-
Тригидрат алюминия	С	С	С	С	С	С	С	-

1 – наполнители смолы; 2 – антипирены; 3- подавители дыма; 4 – 9, 11, 13 – 16 – добавки (4 - увеличивающие жесткость; 5 – уменьшающие тепловыделение; 6 – снижающие усад-

ку; 7 – обеспечивающие необходимые электрические свойства; 8 – снижающие массу; 9 – способствующие получению пенопластов; 11 – улучшающие обрабатываемость материала; 13 – обеспечивающие получение химически стойких покрытий; 14 – смешиваемые с компаундом при заливки; 15 – используемые при формировании ручной укладкой; 16 – применяемые при формировании напылением); 10 – тиксотропные вещества; 12 – пасты и шпатлевки.

Наполнение: А = 1...10%; В = 10...30%; С = 30...50%.

Также в качестве наполнителей рекомендуется использовать тонкомолотые порошки кварца, андезита, аглопорита, маршалита, диабаз, графита. Можно использовать порошки, получаемые посредством помола керамики, угля, шамота, отвалных доменных шлаков и др. В таблице № 8 представлены основные свойства некоторых наполнителей.

Основные свойства некоторых наполнителей.

Таблица № 8

Вид наполнителя	Основные свойства	
	Плотность г/см ³	Удельная поверхность г/см ³
Молотый кварцевый песок	2,67	2800
Молотый известняк	2,68	3000
Андезитовая мука	2,70	2900

6.3.5.3. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Растворители и разбавители. Применяются для придания рабочей вязкости лакокрасочных материалов или композиции, а также очистке оборудования, приспособления и инструмента. Используют однокомпонентные растворители (уайт-спирит, ксилол, сольвент, ацетон и др.) или многокомпонентные (смеси), называемые растворителями, разбавителями или разжижителями (Р-4, Р-5, № 646 и др.). В качестве разбавителей для эпоксидных, полиэфирных, фурановых рекомендуется использовать ацетон, бензол, толуол, ксилол, а для карбамидных смол можно использовать воду.

Пигменты сообщают пленке цвет, укрывистость, повышают ее прочностные и эксплуатационные свойства. По химическому составу они представляют собой природные или искусственно полученные окислы или соли металлов (охра, железный сурик, цинковые и титановые белила, ультрамарин, крона и др.), металлические порошки (алюминиевая пудра, цинковая пыль), а также элементарный углерод (сажа, графит). Возрастающее значение приобретают органические пигменты (пигмент алый и др.), сообщающие красивые яркие тона покрытиям.

Инициаторы – неустойчивые перекисные и гидроперекисные соединения, которые при введении в состав композиции на основе ненасыщенных полиэфиров вызывают полимеризацию с образованием необратимого покрытия. В качестве инициаторов обычно применяют перекись бензоила или гидроперекись изопропилбензола (кумола).

Поверхностно-активные вещества (ПАВ). Классификация ПАВ. Она основана на химической природе молекул и включает четыре основных класса ПАВ: анионоактивные, катионоактивные, неионогенные и амфотерные. Иногда выделяют также высокомолекулярные (полимерные), перфторированные и кремнийорганические ПАВ, однако по химической природе молекул эти ПАВ могут быть отнесены к одному из вышеперечисленных классов.

Анионоактивные ПАВ содержат в молекуле одну или несколько полярных групп и диссоциируют в водном растворе с образованием длинноцепочечных анионов, определяющих их поверхностную активность. Это группы: $\text{COOH}(M)$, $\text{OSO}_2\text{OH}(M)$, $\text{SO}_3\text{H}(M)$, где M -металл (одно-, двух- или трехвалентный). Гидрофобная часть молекулы обычно представлена предельными или непредельными алифатическими цепями или алкилароматическими радикалами. Выделяют 6 групп анионоактивных ПАВ.

1. Производные карбоновых к-т (мыла): RCOOM
2. Первичные и вторичные алкилсульфаты
3. Алкил- и алкилбензолсульфонаты, сульффонаты сложных эфиров моно- и дикарбоновых кислот

4. Сульфо- и карбоксиэтоксилаты спиртов, сульфоэтоксилаты карбоновых к-т

5. Азотсодержащие ПАВ: амидосульфوناتы, амиды сульфокрбоновых кислот, амидосульфаты, амидокарбоксилаты

6. Соли перфторированных карбоновых к-т, перфторированных сульфоацетатов, моно- и диалкилфосфатов и фосфонатов, перфторир. фосфонаты и др соединения.

Катионактивные ПАВ, молекулы которых диссоциируют в водном растворе с образованием поверхностно-активного катиона с длинной гидрофобной цепью и аниона – обычно галогенида, иногда аниона серной или фосфорной к-ты. Преобладающими среди катионактивных ПАВ являются азотсодержащие соединения. Практическое применение находят и вещества, не содержащие азот: соединения сульфония, фосфония, арсония, иодония. Азотсодержащие соединения можно разделить на след. основные группы: 1) амины и их соли; 2) моно- и бисчетвертичные аммониевые соединения алифатической структуры; 3) четвертичные аммониевые соединения с различными функциональными группами в гидрофобной цепи; 4) моно- и бисчетвертичные аммониевые соединения с атомом азота в гетероциклическом кольце. Последняя группа, объединяет сотни ПАВ, имеющих промышленное значение. Важнейшие из них – соединения пиридина, хинолина, фталазина, бензимидазола, бензотиазола, бензотриазола, производные пирролидина, имидазола, пиперидина, морфолина, пиперазина, бензоксазина и др.; 5) оксиды аминов; 6) полимерные ПАВ.

Катионактивные ПАВ меньше снижают поверхностное натяжение, чем анионактивные, но они могут взаимодействовать химически с поверхностью адсорбента, например, с клеточными белками бактерий, обуславливая бактерицидное действие.

Неионогенные ПАВ не диссоциируют в воде на ионы. Их растворимость обусловлена наличием в молекулах гидрофильных эфирных и гидроксильных групп, чаще всего полиэтиленгликолевой цепи. По-видимому, при растворении образуют-

ся гидраты вследствие образования водородной связи между кислородными атомами полиэтиленгликолевого остатка и молекулами воды. Вследствие разрыва водородной связи при повышении температуры растворимость неионогенных ПАВ уменьшается, поэтому для них точка помутнения – верхний температурный предел мицеллообразования – является важным показателем. Многие соединения содержащие подвижной атом Н (к-ты, спирты, фенолы, амины), реагируя с этиленоксидом, образуют неионогенные ПАВ.

Характерная особенность неионогенных ПАВ – жидкое состояние и малое ценообразование в водных растворах. Неионогенные ПАВ разделяют на группы, различающиеся строением гидрофобной части молекулы, в зависимости от того, какие вещества послужили основой получения полигликолевых эфиров. На основе спиртов получают *оксиэтилированные спирты*; на основе карбоновых кислот – *оксиэтилированные жирные кислоты*; на основе алкилфенолов и алкилнафтолов – *оксиэтилированные алкилфенолы*; на основе аминов, амидов, имидазолинов – *окситилированные алкиламины* и др.

Амфотерные (амфолитные) ПАВ содержат в молекуле гидрофильный радикал и гидрофобную часть, способную быть акцептором или донором протона в зависимости от рН р-ра. Обычно эти ПАВ включают одну или несколько основных и кислотных групп, могут содержать также и неионогенную полигликолевую группу. В зависимости от величины рН они проявляют свойства катионактивных или анионактивных ПАВ.

По химическому строению и некоторому сходству свойств амфолитные ПАВ делят на 5 основных групп:

1. Алкиламинокарбоновые кислоты; алкильный радикал амина обычно нормальный (прямоцепочечный), но если он расположен между аминной группой и карбоксильной, иногда имеет разветвленный характер. К этой же группе относят алкиламинофенилкарбоновые к-ты; алкиламинокарбоновые к-ты с первичной, вторичной или третичной амино-группой; с промежуточ-

ной гидроксильной, эфирной, сложноэфирной, амидной или сульфоамидной группой;

2. Алкилбетаины

3. Производные алкилимидазолов

4. Алкиламиноалкансульфонаты

Полимерные амфолитные ПАВ – природные (белки, нуклеиновые кислоты), модифицированные природные (гидролизаты белков, сульфатированный хитин), продукты ступенчатой конденсации аминов, формальдегида, альбумина, жирных кислот.

Пластификаторы. Вещества, вводимые в полимерные материал для придания (или повышения) эластичности и (или) пластичности при переработке и эксплуатации. Они облегчают диспергирование в полимерах сыпучих ингредиентов, снижают температуры текучести (переработки), хрупкости (морозосткости) и стеклования полимерных материалов, обычно снижают теплостойкость, некоторые из них могут повышать огне-, свето- и термостойкость полимеров.

Введение пластификаторов в каучуки снижает опасность подвулканизции, понижает твердость, гистерезисные потери и теплообразование при многократных деформации резин. Те пластификаторы, которые только облегчают переработку каучуков, снижая температуру текучести резиновых смесей, но не улучшают морозостойкость вулканизата, называются мягчителями. Это обычно парафино-нафтеновые и ароматические нефтяные масла: парафины, канифоль, продукты взаимодействия растительных масел с серой (фактисы), нефтяные битумы (рубраксы), кумароно-инденовые смолы.

Общие требования к пластификаторам термодинамическая совместимость с полимером; низкая летучесть; отсутствие запаха; химическая инертность; устойчивость к экстракции из полимера жидкими средами, например маслами, моющими сред-

ствами, растворителями. Пластифицировать можно практически все полимеры однако эффективность пластифицирующего действия, свойства пластифицированных полимеров определяются в первую очередь химическим составом и молекулярной массой пластификатора. Содержание их в полимерной композиции может составлять от 1-2 до 100% и более от массы полимера, в резиновой смеси – до 100 % от массы каучука. Пластификаторы классифицируют обычно по химической природе и степени совместимости с полимером. Наиболее распространенные: сложные эфиры фталевой к-ты (фталаты составляют около 80% всего объема выпускаемых в промышленности пластификаторов), алифатические эфиры карбоновых кислот, фосфорной к-ты (фосфаты) и низкомолекулярные полиэфиры. Применяют также хлорированные парафины, кремнийорганические жидкости, эпоксицированное соевое масло, парафины, продукты лесохим. произ-ва и др. В промышленности широко используют фталаты и среди них ди (2-этилгексил) фталат, который применяют для пластификации ПВХ и эфиров целлюлозы. По свойствам к нему близки фталаты синтетических высших жирных спиртов фракций C₆–C₁₀, C₇–C₁₀ нормального строения, а также изооктилового, изононилового и изодецилового спиртов; низкая летучесть последних трех пластификаторов позволяет использовать их для производства теплостойких композиций. Более высокая теплостойкость достигается при применении в качестве пластификаторов эфиров тримелитовой и пиромеллитовой кислот. Для получения морозостойких полимерных композиций используют эфиры алифатических дикарбоновых кислот преимущественно адипиновой, себаценовой и 1,10-декандикарбоновой.

Фосфатные пластификаторы сообщают полимерным композициям также огнестойкость (галогенфосфорсодержащие пластификаторы) или морозостойкость и огнестойкость (триалкил- и триарилфосфаты)

Антипирены. Вещества, понижающие горючесть материалов органического происхождения (древесины, пластмасс, тканей и др.). Предполагают, что их действие обусловлено:

1. разложением антипирена под действием пламени с поглощением тепла и выделением негорючих газов;

2. изменением направления разложения материала в сторону образования негорючих газов и трудногорючего коксового остатка;
3. торможением окисления в газовой и конденсированной фазах;
4. образованием на поверхности материала теплозащитного слоя пенококса;
5. изменением направления реакций в предпламенной области в сторону образования сажеподобных продуктов.

Антипирены могут быть разделены на инертные и активные; последние вступают с материалом в химическую реакцию. Они должны удовлетворять следующим требованиям: совмещаться с материалом и не мигрировать на его поверхность; не ухудшать механические и других физические характеристик материала; не разлагаться при переработке материала и эксплуатации изделия; быть нетоксичными, не выделять при горении токсичных продуктов и уменьшать дымообразование. Желательно также, чтобы они были бесцветны, атмосферостойки, обладали высокими диэлектрическими показателями.

Наиболее распространенные антипирены: $Al(OH)_3$, соединения бора, фосфора [фосфаты аммония, три-(2,3-дибромпропил) фосфат и др.], сурьмы (Sb_2O_3 и др.), высокохлориров. парафины $C_{20}-C_{25}$, бромпроизводные ароматических углеводородов (например, гексабромбензол), смеси солей неорганических кислот с меламино- или мочевино-формальдными смолами, карбонаты и сульфаты аммония, соли Mo, V, Se. На практике применяют обычно смеси различных антипиренов.

Способ введения антипирена. зависит от типа защищаемого материала. Так, древесину пропитывают раствором или наносят на ее поверхность краску, содержащую антипирен. В синтетические полимеры антипирены могут быть введены на стадии их получения, при последующей переработке (напр., при формировании волокна) или в готовое изделие.

Прочие материалы – в состав композиций могут также входить добавки изменяющие технологические свойства (загустители, поверхностно – активные вещества и т. д.), эксплуата-

ционные характеристики (морозостойкость, теплопроводность, огнестойкость т. д.).

6.3.6. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Графическая часть дипломного проекта технологического вида содержит 3 — 4 листов формата А 1, из них 1 - лист - чертеж детали и/или заготовки; 3-4 - листа чертежи карт технологических наладок; сборочные чертежи проектируемого технологического оборудования и приспособлений; чертежи специального режущего и измерительного инструмента; проект участка механического цеха (если тема курсового проекта «Проект участка по изготовлению детали на основе волокнисто – армированного композита»).

6.3.7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВОЛОКНИСТО – АРМИРОВАННОГО КОМПОЗИТА

В зависимости от годового объема выпуска изделий и принятого типа производства решение технологических задач осуществляется по-разному.

Для мелкосерийного производства разрабатывается единый технологический процесс, дающий возможность сокращать время на подготовку производства, эффективно применять универсальное оборудование и универсально-наладочные приспособления.

Ручная укладка, напыление и формование с помощью вакуумного мешка (диафрагмы) хотя и требует высоких затрат ручного труда, но дает некоторые преимущества, заключающиеся в низкой стоимости инструментальной оснастки, малом времени подготовки производства, свободе дизайнера и возможности формования очень больших, сложных деталей на основе термоактивных пластмасс и стекловолокна. Такие процессы более предпочтительны для мелкосерийного производства.

Для серийного производства следует стремиться строить технологический процесс, ориентируясь на использование попеременно-поточных линий, когда последовательно изготавливаются партии деталей одних наименований или размеров, или групповых поточных линий, когда параллельно изготавливаются партии деталей различных наименований.

Для массового производства необходимо предусматривать возможность организации непрерывной поточной линии с использованием специальных и агрегатных станков, специальной перенастраиваемой технологической оснастки и максимальной механизации и автоматизации производственных процессов.

При производстве деталей свыше 1 тыс. экономически целесообразно использовать метод формования пластических масс на матрице, намотку волокна, пультрузию и центробежное формование по сравнению с методом ручной укладки.

Структура технологического процесса изготовления детали из КМ.

Производство и потребление полимерных материалов с целью изготовления на их основе волокнисто-армированных композитов обусловлено высокой эффективностью их применения, выгодным сочетанием технологических и рабочих свойств, эксплуатационной надежностью и взаимозаменяемостью изделий из традиционных материалов.

Для курсового проектирования рекомендуется операционная или маршрутно-операционная степень детализации описания технологического процесса.

Все технологические процессы, применяемые в производствах по переработке полимерных материалов в изделия, можно разделить на четыре основных стадии:

- Подготовка сырья и материалов. На этой стадии происходит измельчение материалов, подготовка волокнистой арматуры, классификация измельченных материалов и гранул, сушка, хранение материалов и полуфабрикатов;
- Изготовление композиций и смесей требуемой консистенции с применением соответствующего смесительного оборудования;

- Собственно получение конкретного изделия одним из методов совмещения полимерных матричных материалов, волокон, вспомогательных материалов (ручная укладка, напыление, прессование, экструзия, литье под давлением, пневмоформование и др.);

- Обработка готовых изделий на токарных, шлифовальных, фрезерных и др. станках, а при необходимости их сварка, склейка, окраска.

Все указанные выше технологические процессы осуществляются на разнообразном оборудовании, которое группируется по типам, видам и размещается в одном или нескольких производственных помещениях (цехе или участке).

Изделия из композиционных материалов с полимерной матрицей стараются получать одновременно с материалом. Только в этом случае удастся наиболее полно реализовать преимущества композиции и существенно снизить стоимость детали.

Технология производства изделий с полимерной матрицей, армированной волокнами, включает следующие основные операции:

1. подготовка упрочняющих волокон;
 - удаление замасливателя;
 - нанесение на поверхность водоотталкивающих покрытий;
 - снование, т. е. перемотка и укладывание волокон (лент) в однонаправленную полосу – ровнину;
2. приготовление связующего:
 - проверка компонентов связующего;
 - приготовление смеси компонентов (компаунда);
3. пропитка:
 - пропитка волокон связующим;
 - подсушивание и частичное отверждение;
4. формование;
 1. отверждение;
 2. удаление оправки;
 3. контроль качества изделий;
 4. механическая обработка и сборка.

В зависимости от выбранного типа материала и конфигурации изделия определяется метод его переработки — терморезактивные материалы в большинстве своем перерабатывают методом ручной укладки и напылением, с эластичной диафрагмой, компрессионным прессованием; термопластичные — литьем, выдувкой, вакуум- и пневмоформованием и т. д.

Рассмотрим подробнее некоторые технологические методы совмещения пластических масс с волокнистым упрочнителем.

Крупногабаритные изделия (лодки, кузова и кабины автомобилей, разнообразные тела вращения и т. п.) из стеклопластиков изготавливают различными способами, из которых широкое распространение получили: контактное формование, формование с эластичной диафрагмой, центробежное формование и напыление.

Контактное формование заключается в следующем. Вначале изготавливают форму из гипса, слоистого пластика, листового металла или другого материала. На форму наносят разделительный слой — водно-спиртовой раствор поливинилового спирта или суспензию воска в бензине. Иногда применяют целлофановые пленки. Разделительный слой предотвращает прилипание связующего к форме. На разделительный слой наносят первый декоративный слой связующего — чаще всего ненасыщенную полиэфирную смолу с добавкой инициатора и ускорителя.

После гелеобразования декоративного слоя на него наносят связующее, а затем раскроенный стеклонаполнитель, который прикатывают гладкими или ребристыми валиками. Аналогично наносят следующие слои связующего и стеклонаполнителя до набора достаточной толщины. После нанесения последнего слоя следует выдержка (для отверждения) при комнатной температуре в течение $10\div 24$ ч и более в зависимости от используемого связующего. Проводят и горячее отверждение в обогреваемых камерах при $120\div 130^{\circ}$ С для ускорения процесса. Готовое изделие снимают с формы и подвергают механической обработке (зачистка заусенец, сверление, фрезерование, полирование и др.).

На рис. 1 показано схематически расположение всех элементов стеклопластика при формировании методом ручной укладки.

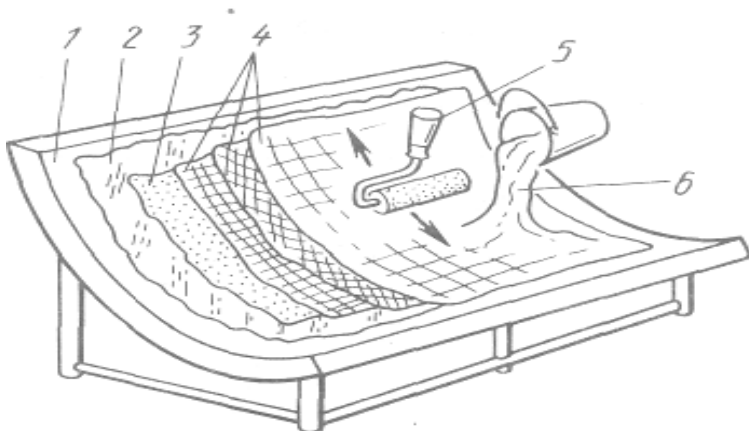


Рис. 1. Элементы конструкции формы и изделия при формировании методом ручной укладки:

1 — форма; 2 — разделительная пленка; 3 — наружный смоляной слой; 4 — стекловолокно; 5 — ручной валик; 6 — смола в смеси с катализатором.

Достоинством контактного способа является простота технологии и оснастки; крупными недостатками — низкая производительность, невысокие прочностные свойства изделий, трудоемкость, а также вредность производства.

Высокой степенью механизации отличается метод **пневматического напыления** с помощью передвижной установки, состоящей из режущего устройства для стекловолокна, вентилятора, распылителя и емкости для связующего и растворителя. Стекловолокно непрерывно сматывается с бобин и режется на отрезки длиной $10 \div 90$ мм, которые подаются потоком воздуха к распылителю. Распылитель имеет три сопла: центральное — для подачи стекловолокна и два боковых для подачи смеси связующего с инициатором и смеси связующего с ускорителем отверждения. Смешение компонентов происходит на поверхности формы или перед ней в воздухе (см. рис.2). Установка комплек-

туется отдельными емкостями для смеси связующего с инициатором, для смеси связующего с ускорителем отверждения и для растворителя (обычно ацетона), который служит для очистки магистралей подачи связующего. Нанесенная композиция отверждается на форме.

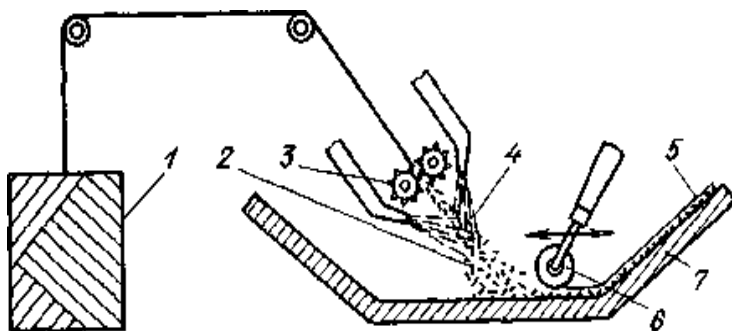


Рис. 2. Безвоздушная система напыления с двумя емкостями:
 1 – ровинг; 2 – смола с катализатором; 3 – рубильное устройство;
 4 – смола с ускорителем; 5 – уплотненный слой; 6 – форма.

После введения в форму смеси смолы со стекловолокном образовавшийся слой прикатывают вручную для удаления воздуха, уплотнения волокон и получения гладкой поверхности. Технология отверждения и обрезки кромок аналогична применяемой при формировании укладкой.

Намотка волокном. Метод намотки — один из наиболее перспективных методов формирования изделий из стеклопластиков, так как позволяет создавать ориентированную структуру наполнителя в изделиях с учетом их формы и особенностей эксплуатации. Высокая прочность изделий, полученных намоткой, достигается за счет ориентированной укладки наполнителя и, как следствие этого, его высокого содержания в материале изделия, которое при однонаправленной укладке стекложгута может достигать 90%. Прочность однонаправленных стеклопластиков может составлять 30000 кгс/см². Однако метод намотки из-за специфических особенностей может быть применим в основном

для изделий оболочкового типа, имеющих форму тел вращения. Наибольшее применение метод намотки нашел в ракетной технике и авиации для формования корпусов ракет и ракетных двигателей, а также элементов фюзеляжей самолетов, в химической промышленности — для производства аппаратов и емкостей, а также трубопроводов. При намотке наполнителя на оправку технологическое натяжение зависит от необходимого контактного давления между слоями.

Следует отметить, что для обеспечения одного и того же контактного давления величина технологического натяжения должна быть тем выше, чем больше радиус оправки. Возможности увеличения технологического натяжения ограничиваются прочностью наполнителя. На оправках большого радиуса для создания необходимого контактного давления применяют прижимные ролики. Для крупногабаритных изделий контактное давление в зависимости от типа наполнителя и состояния связующего может варьироваться от 0,5 до 15 кгс/см² (контактное давление измеряется усилием, передаваемым на оправку единицей длины нити). При формовании тонкостенных (толщиной до 1,5 мм) оболочек на относительно нежестких оправках контактное давление обычно не превышает 5 кгс/см²; для толстостенных оболочек, формуемых «сухим» методом на жестких оправках, требуется давление 15 кгс/см².

Особое место метод намотки занимает в производстве труб, так как позволяет полностью механизировать процесс и сделать его непрерывным. Трубы, полученные намоткой, имеют гладкую внутреннюю поверхность и характеризуются высокими прочностными показателями. Для увеличения герметичности в процессе формования обычно применяют различные дополнительные методы уплотнения стенки трубы, например спиральную намотку различных лент, внутреннюю пневмо - опрессовку и др. Использование вакуумной техники при намотке позволяет значительно уменьшить пористость получаемых материалов. Наиболее герметичны пластмассовые трубы, в которых внешний слой из стеклопластика несет силовую нагрузку, а внутренний — из термопласта (например, ПВХ) обеспечивает герметичность и химическую стойкость.

Оборудование для намотки можно разделить на две группы:

1. машины периодического действия, которые в основном предназначены для формования оболочек самых различных форм;
2. машины непрерывного действия для производства труб.

Конструкции намоточных станков весьма разнообразны.

Можно выделить три основные группы, различающиеся по характеру движения оправки и раскладчика. Наиболее просты по устройству станки (рис. 3, а) с вращающейся оправкой 1 и возвратно-поступательно движущимся раскладчиком 2, с которого наполнитель подается на оправку.

В станках планетарного типа (рис. 3, б) раскладчик вращается в плоскости, составляющей небольшой угол с осью оправки. На таких установках оправки вращаются в основном с малыми скоростями.

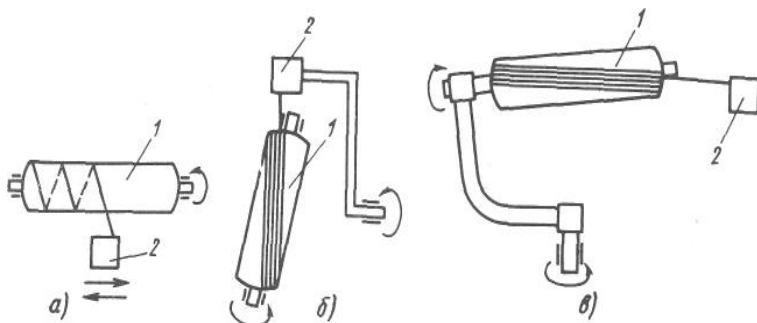


Рис.3. Типы намоточных станков:

- а — с возвратно-поступательным движением раскладчика;
б — с вращением раскладчика; в — с неподвижным раскладчиком и вращающейся в двух плоскостях оправкой.

Станки третьей группы, применяемые для формования небольших изделий, имеют оправку, вращающуюся в двух плоскостях (рис. 3, в). В этом случае раскладчик неподвижен. Современные станки для намотки обычно оснащают системой программного управления. Намоточное оборудование включает

устройства для подачи стекловолоконистого наполнителя с контролируемым натяжением, что особенно важно при «мокрой» намотке.

В качестве армирующего наполнителя можно применять жгуты, ленты, холсты и ткани. Использование последних, особенно при прямой намотке (т. е. намотке в окружном направлении), позволяет для формирования цилиндрических оболочек использовать самое простое оборудование. На рис. 4 приведена принципиальная схема формирования таких оболочек при вращении оправки в трехроликовых опорах. Контактное давление формирования определяется силой тяжести оправки, а также усилием, передаваемым на верхний подвижной валок. Приводные нижние валки обогреваются. Связующее отверждается в термокамере, куда помещают оправку с намотанной и уплотненной трубой.

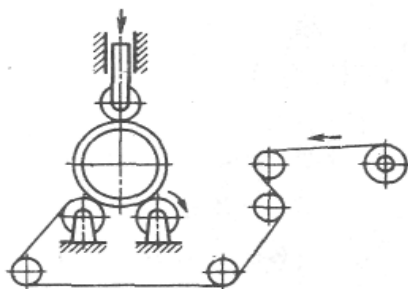


Рис. 4. Схема формирования цилиндрических оболочек методом прямой намотки с прижимным валом

Цилиндрические крупногабаритные оболочки с продольно-поперечным армированием можно получить с использованием кордных лент (рис. 5). На оправку 1, закрепленную в центрах стоек 2, укладывают продольные ленты 8 с помощью захватов 5, установленных на подвижной каретке 4, и направляющих элементов 9. Продольные ленты фиксируются на концах оправки зажимами 10. Затем с вращающейся планшайбы 6, установленной на каретке 4, на оправку в радиальном направлении наматывается стекловолоконистая лента 7. Концы ленты так

же фиксируются на концах формы. С помощью механизма 3 оправка поворачивается на некоторый угол и цикл повторяется. Поворот оправки необходим для смещения стыков продольно уложенных лент. Количество продольной и поперечной арматуры, а также ее соотношение зависят от требуемых прочностных характеристик изделия и могут варьироваться в широких пределах.

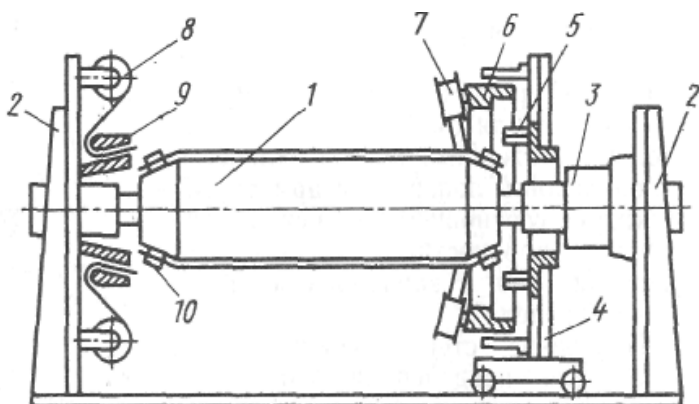


Рис. 5. Станок для формования цилиндрических оболочек с продольно-поперечным армированием

Центробежное литье. По этому способу (рис. 6) изделия из слоистых пластиков цилиндрической, конической или параболической формы отверждаются под действием центробежных сил, возникающих при вращении вокруг продольной оси.

Прессование. Прессование — процесс получения из пластических масс изделий определенных размеров и конфигурации в пресс-форме под давлением пуансона. Изделия на гидравлических прессах прессуются двумя методами: компрессионным (прямым) и трансферным (литьевым). Компрессионное прессование может быть холодным и горячим.

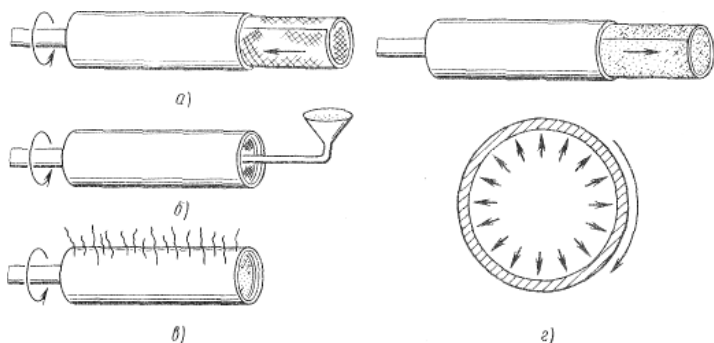


Рис. 6. Схема центробежного литья:
 а — обертывание оправки; б — вращение; в — отверждение;
 г — снятие отвержденной обертки с оправки

В отличие отковки и штамповки прессование пластмасс выполняют при относительно низких скоростях рабочего инструмента, поэтому прессование рассматривают как процесс статический. Прессование термореактивных пластмасс сопровождается структурными изменениями в строении полимера (сшиванием), в результате которых материал переходит в твердое неплавкое и нерастворимое состояние; вследствие этого изделие может быть извлечено из матрицы при температуре прессования. В процессе прессования термопластов материал нагревается до вязкотекучего состояния, под давлением заполняет форму и затвердевает при охлаждении пресс-формы. Прессование термопластичных материалов нерентабельно, так как извлечение отпрессованного изделия возможно после охлаждения его вместе с формой до температуры стеклования. Вследствие этого снижается производительность и увеличиваются энергетические расходы.

Одним из показателей эффективности использования прессового оборудования является прессо - сьем — отнесенное к одной тонне эффективного усилия пресса количество пресс-материала, перерабатываемого на одном прессе в течение года.

Прямое (компрессионное) прессование — наиболее распространенный способ. При этом способе пресс-материал, обычно предварительно нагретый, загружают в пресс-форму, которая замыкается, и пресс-материал подвергается давлению и

нагреву. Давление передается непосредственно на прессуемый материал вплоть до полного замыкания пресс-формы.

Процесс производства пресс-изделий состоит из следующих основных операций:

- 1.таблетирование;
- 2.дозировка;
- 3.предварительный подогрев пресс-материала;
- 4.загрузка его в пресс-форму;
- 5.собственно прессование;
- 6.извлечение из пресс-формы готового изделия.

Основные технологические параметры:

1. температура прессования;
2. давление;
3. выдержка под давлением.

Выбор этих параметров определяется маркой пресс-материала. Часто, особенно для пресс-материалов с повышенной влажностью, производят подпрессовки («газовки»): после смыкания пресс-формы следует ее размыкание, т. е. поднятие пуансона на несколько секунд для удаления летучих веществ, выделившихся из пресс-материала.

Массивные отпрессованные изделия часто подвергают отжигу напряжений, а изделия — рихтовке во избежание коробления. Отжиг — нагревание изделий до $120\div 150^{\circ}\text{C}$ с последующим медленным охлаждением. При рихтовке изделие зажимают в металлической оправе и охлаждают в ней. После прессования проводят механическую обработку изделий (снятие грата, заусенцев, сверление отверстий и т. д.). Рекомендуемые режимы изготовления прессованных изделий приведены в таблицах № 9 и № 10.

Расчет усилия пресса. Важнейшая характеристика любого пресса — его усилие. Различают действительное (эффективное) и номинальное усилие пресса. Номинальное усилие $Q_{\text{НОМ}}$ (в кН), называемое также тоннажем, определяется по формуле:

$$Q_{\text{НОМ}} = 10^{-3} pF;$$

где p — давление рабочей жидкости в главном цилиндре, МПа;
 F — площадь поперечного сечения рабочего плунжера, м^2 .

Эффективное усилие $Q_{ЭФ}$ вычисляется по формуле:

$$Q_{ЭФ} = Q_{НОМ} - F_{ТР} - F_{ПРОТ};$$

где $F_{ТР}$ — потери усилия на трение в рабочей цилиндре и в возвратных цилиндрах; $F_{ПРОТ}$ — потери усилия на преодоление противодействия в возвратных цилиндрах

Рекомендуемые режимы изготовления прессованных изделий на основе реактопластов

Таблица № 9

Реактопласт	Температура, °С	Давление, МПа	Выдержка, мин на 1 мм толщины
Пресс-порошки фенолоформальдегидные	150-200	155-500	0,05-1,5*
Пресс-порошки мочевиноформальдегидные	135-150	30-50	1-2
Пресс-порошки меламиноформальдегидные	150-160	30-60	2,5-3
Пресс-материалы кремнийорганические	200	45	3
Текстолит	150—160	7—10	4
Стеклотекстолит	145-155	4,5-5,5	до 10
Древеснослоистые пластики	140-150	50	4

* При предварительном подогреве токами высокой частоты.

Рекомендуемые режимы изготовления прессованных изделий на основе термопластов

Таблица № 10

Материал	Режим переработки			Предварительная подсушка	
	Температура переработки °С	Давление, кгс/см ³	Температура формы °С	Температура °С	Время, мин
Полиэтилен ВД	150÷270	500÷1000	20÷60	-	-
Полиэтилен НД	200÷280	900÷1000	40÷70	-	-
Полипропилен	160÷210	800÷1200	60÷75	-	-
Полистирол общего назначения	150÷250	400÷600	20÷40	-	-
Полиамид	180÷280	800÷1000	60÷120	70÷80	4÷5
Полистирол ударопрочный	180÷210	600÷1000	50÷55	-	-
Поликарбонат	240÷320	800÷1200	90÷100	70÷75	4÷6
Полиакрилат	180÷250	800÷1500	45÷65	65÷90	2÷3
ПВХ	150÷200	500÷900	20÷60	-	
Этрол целлюлозный	190÷220	800÷2000	25÷30	50÷60	1÷2

Практически общие потеря усилия составляют около 15% от $Q_{ном}$. Требуемое для прессования усилие создается за счет подачи в главный цилиндр рабочей жидкости высокого (32 или 20 МПа) давления. Размыкание формы (подъем подвижной плиты — ползуна) осуществляется за счет подачи в штоковую область главного цилиндра или в ретурные цилиндры (в зависимости от конструкции пресса) рабочей жидкости низкого давления

(1,0 или 0,8 МПа), в качестве которой используется отработанная жидкость высокого давления.

Таблетированием (брикетированием) называется процесс прессования заготовок (таблеток) заданных размеров и массы. В промышленности пластмасс таблетирование применяют для подготовки термореактивных пресс-материалов к дальнейшей переработке методом прессования. Наиболее распространена цилиндрическая форма таблеток, с плоскими или фигурными основаниями. Иногда применяют таблетки, по конфигурации близкие будущему изделию.

Переработка таблетированных пресс-материалов имеет ряд преимуществ: объемная или весовая дозировка заменена более простой штучной в связи с уплотнением материала и уменьшением воздушных включений повышается теплопроводность, что, в свою очередь, улучшает условия предварительного подогрева, становится возможным высокотемпературный предварительный подогрев токами высокой частоты, сокращаются размеры загрузочных камер пресс-форм, уменьшается пылеобразование. Все это позволяет при использовании таблетированного материала уменьшить продолжительность цикла прессования, улучшить качество прессуемых изделий и условия труда.

Технологический процесс таблетирования складывается из следующих этапов:

- *дозирования;*
- *прессования;*
- *выталкивания;*
- *сброса готовой таблетки.*

Дозирование может быть весовым и объемным. Насыпная масса порошкообразных пресс-материалов вследствие непостоянного гранулометрического состава колеблется в значительных пределах, поэтому более точным является весовое дозирование. Однако из-за сложности весовых дозаторов и относительно большой продолжительности цикла взвешивания при таблетировании большей частью применяют объемное дозирование. От точности дозирования зависит постоянство массы прессуемых таблеток и их соответствие заданной массе. За показатель точ-

ности дозирования принимают «разновес». Под разновесом понимают вычисленное в процентах отклонение массы отпрессованных таблеток от заданной. При таблетировании фенопластов обычно допускается разновес 2% около $\pm 1\%$, для аминопластов $\pm 2\%$.

Прессование является основным этапом таблетирования. В процессе прессования происходит взаимодействие громадного количества частиц, имеющих большую суммарную поверхность. Под воздействием давления прессуемый материал из порошкообразного превращается в пористое тело, а при дальнейшем повышении давления может превратиться в компактное твердое тело. Основным фактором, обеспечивающим образование прочной таблетки при прессовании, являются силы электростатического притяжения, которые проявляются при сближении соседних зерен на расстояние порядка 10^{-8} см.

Обычно таблетирование осуществляется в цилиндрических матрицах между двумя пуансонами. В зависимости от того, к одному или двум пуансонам прилагается усилие прессования, различают одностороннее и двустороннее таблетирование. При двустороннем прессовании уменьшаются потери на трение, увеличиваются прочность и плотность таблеток.

Для таблетирования большей части фенолоформальдегидных пресс-порошков и аминопластов необходимо удельное давление прессования порядка $750 \div 1200$ кгс/см². Величину удельного давления прессования, необходимого для получения качественной таблетки, можно уменьшить при нагреве таблетлируемого материала.

Основными требованиями к качеству таблетки являются постоянная масса и прочность, достаточная для того, чтобы в процессе транспортировки, хранения, загрузки в подогревающее устройство и пресс-форму таблетки не крошились и сохраняли свою массу.

Таблеточные машины, применяемые в промышленности пластмасс и других отраслях народного хозяйства, по существу являются пресс-автоматами, специализированными для выпуска таблеток определенных размеров и массы.

Перед прессованием пресс-порошки обычно подвергают таблетированию — холодному прессованию под давлением $50 \div 200$ МПа с получением таблеток определенной массы, цилиндрической или иной формы. Применение пресс-материала в виде таблеток предпочтительно по ряду причин:

1) таблетки значительно (примерно в 2,5 раза) плотнее пресс-порошка, поэтому пресс-формы для них меньше по размерам, легче и дешевле;

2) таблетки быстрее прогреваются, что ускоряет процесс прессования;

3) упрощается дозировка пресс-материала и резко снижается запыленность воздуха в отделениях прессования;

4) повышается качество пресс-изделий.

Практическое применение получили в основном ротационные и гидравлические таблеточные машины. Предварительный подогрев таблеток осуществляется в генераторах токов высокой ($40 \div 80$ МГц) частоты.

Пресс-формы. Пресс-формы изготавливаются из специальных марок сталей, выдерживающих воздействие высоких температур, механических усилий и химических соединений, выделяющихся при прессовании. Детали пресс-формы разделяются на технологические (оформляющие), конструктивные и нагревательные.

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

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

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

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

Обогрев пресс-формы может быть паровым, водяным и электрическим. При паровом и водяном обогреве в нагреватель-

ных плитах пресс-форм просверливают каналы, по которым пропускается теплоноситель. Эти виды обогрева применяют в тех случаях, когда пресс - изделия должны охлаждаться после прессования под давлением. Для охлаждения в каналы плит подают холодную воду. Электро - обогрев пресс-форм может быть омическим или индукционным.

При омическом обогреве в нагревательные плиты матрицы и пуансона вставляют плоские или круглые электронагревательные элементы. Омический обогрев получил наиболее широкое распространение из-за простоты устройства, но его крупным недостатком является неравномерный нагрев пресс-формы. Гораздо совершеннее индукционный обогрев. В этом случае в нагревательной плите или в технологических частях пресс-формы вырезают пазы, в которые закладывают индукторы — витки медного провода со стеклянной изоляцией. При пропускании по ним переменного тока в теле пресс-формы индуцируются вихревые токи, нагревающие пресс-форму и пресс-материал. Индукционный обогрев сложнее, но экономичнее омического и обеспечивает равномерный нагрев пресс-формы.

Конструкции пресс-форм очень разнообразны. Они различаются:

- 1) по числу одновременно прессуемых изделий — одногнездные и многогнездные;
- 2) по замыканию оформляющей полости — открытые, закрытые и пресс-формы с перетеканием (полузакрытые);
- 3) по характеру крепления — стационарные (крепленые) и съемные (последние применяются редко) — и по другим признакам.

На рис. 7 показана многогнездная пресс-форма в сомкнутом состоянии.

Литье под давлением. Одним из самых распространенных методов переработки термопластических материалов является литье под давлением. Процесс литья под давлением заключается в том, что материал разогревается до пластического состояния в специальном цилиндре и инжектируется из него с высокой скоростью и под большим давлением в литьевую форму.

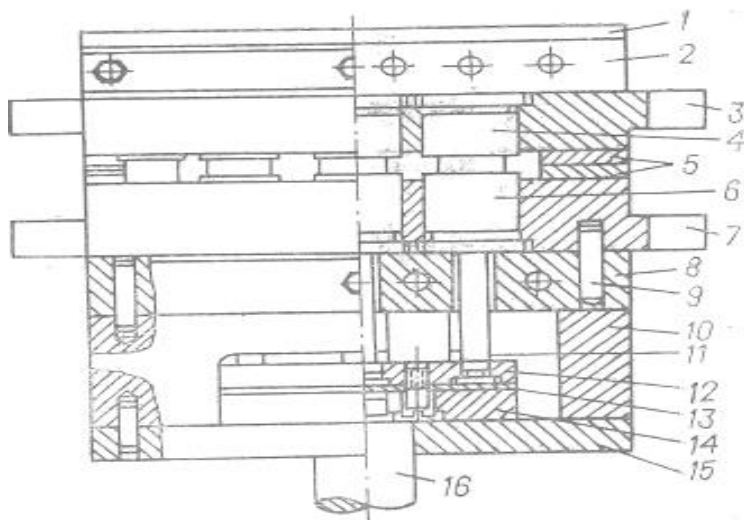


Рис.7. Многогнездная пресс-форма (в сомкнутом виде):

- 1 - верхняя подкладка; 2 - верхняя плита обогрева; 3 - обойма пуансонов; 4 - пуансон; 5 - опорные планки; 6 - матрица; 7 - обойма матриц; 8 - опорная плита - нижняя плита обогрева; 9 - контрольный штифт; 10 - нижняя подкладка; 11 - выталкиватель; 12 - верхняя соединительная планка выталкивателей; 13 - промежуточная прокладка; 14 - нижняя соединительная планка выталкивателей; 15 - нижняя плита; 16 - шпindelь

На литьевых машинах могут изготавливаться одна или несколько деталей одновременно, в зависимости от конфигурации, массы и площади отливки. В качестве сырья для изготовления изделий методом литья применяются такие материалы, как полистирол, полиамид, полиэтилен, ацетиленцеллюлозный этрол, бутвар и другие в гранулированном или порошкообразном виде; объем зерен может быть в пределах от 0,008 до 0,125 см³. Удельное давление впрыска зависит от вида применяемого материала и степени его предварительной пластикации и колеблется в пределах от 24 до 210 Мн/м².

Литьевые машины классифицируются по мощности, конструкции и типу привода. Производственная мощность машин для литья под давлением определяется в кубических сантиметрах впрыскиваемого материала, расходуемого на изготовление одной отливки, и колеблется в пределах от 5 до 31000 см³.

По конструкции литьевые машины подразделяются: в зависимости от нагнетающего устройства — поршневые, червячные и автоклавные машины; в зависимости от направления разъема форм — горизонтальные, вертикальные и угловые; в зависимости от количества форм — одноформовые и многоформовые (ротационные) машины; в зависимости от количества инжекционных цилиндров — одноцилиндровые и многоцилиндровые машины; в зависимости от наличия узла предварительной пластикации — машины без предварительной пластикации и машины с предварительной поршневой или червячной пластикацией; в зависимости от типа привода — механические, гидравлические, гидромеханические, пневматические и пневмогидравлические. Литьевые машины с гидравлическим приводом подразделяются на машины с групповым и индивидуальным приводами.

Процесс литья состоит из следующих операций; подсушка материала, подача его в материальный цилиндр, замыкание формы, впрыскивание размягченного материала в форму, выдержка длительностью в несколько секунд и больше, возврат материального плунжера в исходное положение, разъем пресс-формы и сталкивание деталей. Литьевые машины работают в автоматическом и полуавтоматическом циклах. В таблице №8 приведены технологические параметры переработки некоторых термопластов литьем под давлением и экструзией.

Литье реактопластов осложняется возможностью преждевременного отверждения расплава до впрыска в форму, поэтому процесс имеет ряд особенностей по сравнению с литьем термопластов.

Технологические параметры переработки некоторых термопластичных материалов литьем под давлением и экструзией

Таблица № 8

Термопласт	Литье под давлением		Экструзия
	температура расплава, °С	давление литья, МПа	температура, °С
Полиэтилен низкой плотности	160—250	40—100	140—170
Полиэтилен высокой плотности	220-280	60-140	160—280 *
Полипропилен	180—300	80—150	220—240
Полистирол блочный	170—250	60-150	140—150 *
Полистирол суспензионный	170—250	60—150	200—210
Полиметилметакрилат литьевой	180—240	50—200	200—210
Поликарбонат	270-320	70-150	260—300
Полиформальдегид	200—220	100—150	180
Полиамиды	200—290	60—150	
Пентапласт	260-300	70-120	220—240 *
Этрол ацетатцеллюлозный	170—210	100-140	
Этрол этилцеллюлозный	180—220	100-150	

* Температура головки экструдера.

1. Материал нагревается в цилиндре до пластичного состояния и впрыскивается в обогреваемую форму. Нагрев материала осуществляется ступенчато по зонам. Например, для фенолоформальдегидных материалов температура зоны I (начало цилиндра) составляет $60 \div 70^{\circ}\text{C}$, зоны II около $85 \div 100^{\circ}\text{C}$, а сопла $110 \div 125^{\circ}\text{C}$. Зоны обогрева на цилиндре разделяются кольцом, в которое подается охлаждающая вода. Температура формы поддерживается около $160 \div 185^{\circ}\text{C}$. Для каждого типа реактопласта должен быть установлен свой температурный режим. Каждая зона снабжена индивидуальной системой регулирования темпе-

ратуры, поддерживающей ее с точностью $1 \div 2^0$ С. Нередко сопло имеет отдельный обогрев.

2. Используется охлаждаемый изнутри червяк без зоны сжатия. При этом снижается тепловыделение за счет внутреннего трения, которое трудно учитывается и регулируется.

3. Применяется более широкое сопло с диаметром отверстия на выходе не менее 3 мм. Внутреннюю поверхность сопла тщательно обрабатывают. Обогрев цилиндра может быть электрическим или осуществляться с помощью жидкого теплоносителя.

Вакуум и пневмоформование. Вакуумное и пневматическое формование получило широкое применение при производстве изделий относительно больших размеров и сложного профиля, получение которых, например, методом литья под давлением затруднительно.

Для вакуумного и пневматического формования применяется листовая материал, из которого можно изготавливать разнообразные изделия, как например, ванны, раковины, корпуса холодильников, детские коляски и др. Из тонколистовых пластмасс можно изготавливать декоративные облицовочные материалы, упаковочную тару и т. д.

Методы вакуумного и пневматического формования основаны на том, что размягченный термопластичный материал под действием вакуума или давления сжатого воздуха может точно и плотно облегать ту или иную форму.

В качестве исходного сырья при вакуумном и пневматическом формовании применяются следующие листовые и пленочные материалы: винипласт, органическое стекло, полиэтилен, ацетатцеллюлоза, ударопрочный полистирол, полиметилметакрилат и др.

Технологический процесс вакуумного формования происходит в следующей последовательности: лист термопласта закрепляется над формой и прогревается до эластичного состояния; затем из формы отсасывается воздух, вследствие чего лист пластмассы притягивается либо к внешней, либо к внутренней поверхности, при этом четко отпечатываются все особенности поверхности формы; далее изделие охлаждается и снимается.

Поскольку давление, при котором изделия изготавливаются на вакуум-формовочных машинах, не превышает атмосферного, формы изготавливаются из дерева, гипса и пластмасс. Давление воздуха при пневматическом формовании составляет от 0,3 до 1,4 Мн/м².

Время нагрева листа до температуры формования составляет 50-80 % от общей продолжительности цикла, оно прямо пропорционально удельной теплоемкости материала и толщине листа и обратно пропорционально коэффициенту теплопроводности и граничному коэффициенту теплопередачи. В таблице №12 представлены температурные режимы формования.

Рекомендуемые режимы изготовления вакуум- и пневмоформовочных изделий

Таблица № 12

Материал	Температура формования °С		Температура размягчения °С
	максимальная	минимальная	
Полистирол ударопрочный	140÷160	120÷140	118÷125
ПВХ	135÷170	95÷125	110÷115
Полиэтилен НД	100÷110	95	90
Полиэтилен ВД	130÷145	125	120

Различают несколько методов вакуумного формования:

1) негативный, при котором формование производится в вогнутой форме путем втягивания пластичного материала в углубления формы, установленной на неподвижном столе;

2) негативный метод с предварительной механической вытяжкой, при котором пуансон вводит нагретый материал в вогнутую матрицу, закрепленную на неподвижном столе;

3) позитивный, при котором выпуклая форма, установленная на неподвижном столе, поднимаясь, производит предварительную механическую вытяжку нагретого материала, после чего включается вакуум и происходит окончательное формование изделия;

4) позитивный метод с предварительной пневмовытяжкой нагретого материала сжатым воздухом;

5) комбинированный (позитивно-негативный), т. е. метод формования с одновременным движением пуансона и матрицы.

При выборе того или иного способа формования обычно руководствуются следующим правилом: если глубина формируемого полого изделия меньше половины размера наименьшего отверстия (горловины) изделия, то формование производят на негативных формах, если же глубина изделия больше размера горловины, то формование производят на позитивных формах.

Негативное, позитивное и формование с верхним прессовочным аппаратом можно комбинировать в различных сочетаниях; это позволяет вырабатывать изделия самых разнообразных форм.

На рис. 8 показана схема негативного формования с предварительной механической вытяжкой.

В начале процесса формования (рис. 8, а) лист 1 термопласта наложен на всасывающий ящик 2. Прижимная рама 3 поднята. Пуансон 4 прессовочного аппарата находится в верхнем крайнем положении. Неподвижный стол 5 с закрепленной на нем формой 6 плотно прижимается к резиновому уплотнению 7. Нагреватели 8 разведены в стороны.

На рис. (8, б) представлена схема прогрева материала. Лист 1 прижат рамой к верхнему резиновому уплотнению 9. Нагреватели 8 поворачиваются, устанавливаются над листом и производят нагрев его.

Рис. (8, б) - нагреватели 8 разводятся в стороны, после чего осуществляется предварительная механическая вытяжка материала 1 пуансоном 4. Окончательное формование изделия производится в результате отсоса воздуха через каналы А формы 6 при подсоединении патрубка 10 к вакуумной линии. Рама 3 (рис. 8. г) поднимается и отформованное изделие под действием сжатого воздуха, нагнетаемого через патрубок 10, выталкивается. Перед подъемом рамы изделие выдерживается в форме для охлаждения.

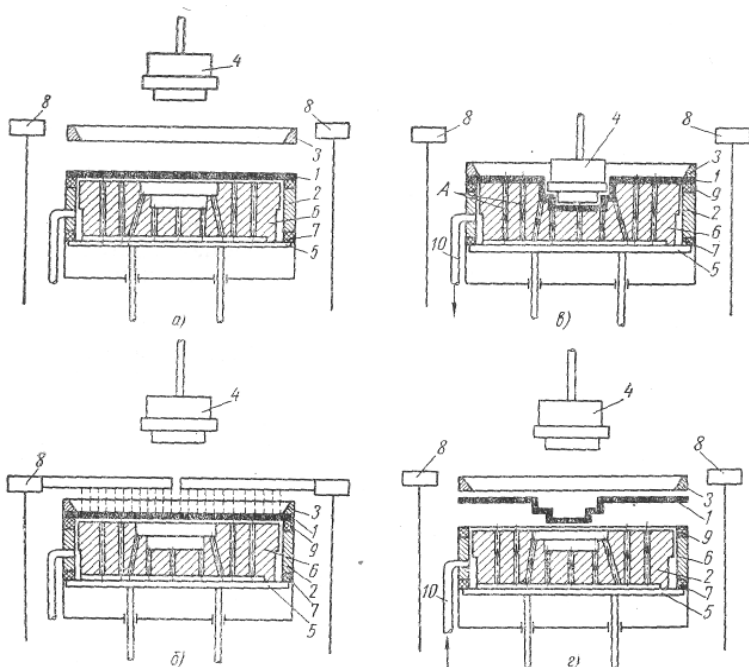


Рис. 8. Схема негативного формования

На рис. 9 представлена позитивная схема формования изделия. На рис. (9, а) показано положение в начале процесса формования. Пластмассовый лист 1 наложен на всасывающий ящик 2. Прижимная рама 3 поднята. Подъемный стол 4 с закрепленной на нем формой 5 занимает нижнее положение. Нагреватели 6 отведены в стороны. Рис. 9, б — лист 1 прижат рамой 3 к резиновому уплотнению 7 ящика 2. Нагреватели 6 устанавливаются над листом и нагревают его. Рис. (9, в) — нагреватели 6 разводятся в стороны, после чего стол 4 с формой 5 поднимается; при этом происходит предварительное механическое вытягивание листа 1. Стол в своем крайнем верхнем положении прижимается к резиновому уплотнению 8, обеспечивая герметичность в полости всасывающего ящика 2. Далее через патрубков 9 отсасывается воздух из ящика, вследствие чего в нем создается разрежение и под действием атмосферного воздуха

происходит окончательное формование изделия. Рис. (9, г) — после воздушного охлаждения изделия происходит подъем прижимной рамы 3, затем через патрубок 9 нагнетается сжатый воздух и готовое изделие снимается с формы. На рис. 10, а показано положение начала формования. Пластмассовый лист 1 прижат рамой 2 к резиновому уплотнению 3 всасывающего ящика 4. Подъемный стол 5 с закрепленной на нем формой 6 занимает нижнее положение. Нагреватели 7 установлены над листом. Пуансон 8 находится в крайнем верхнем положении. Рис. 10, б — нагреватели 7 разводятся в стороны; пуансон 5 опускается до соприкосновения с листом 1. Стол 5 с формой 6 находится в нижнем положении. Рис. 10, в — стол 5 с формой 6 поднимается в рабочее положение; при этом происходит механическое вытягивание материала. Стол в крайнем верхнем положении прижимается к резиновому уплотнению, обеспечивая герметичность в полости ящика 4.

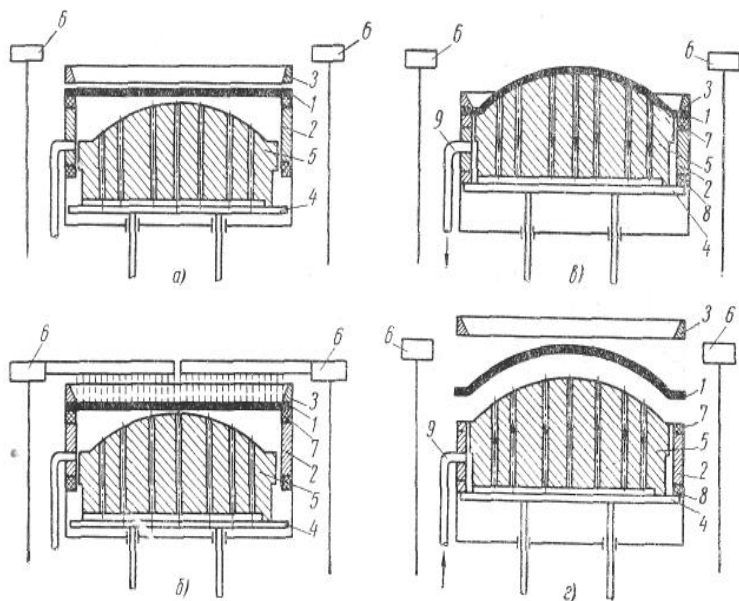


Рис. 9. Схема позитивного формования

Рис. 10, г — производится отсос воздуха из всасывающего ящика 4 через патрубок 10, вследствие чего происходит вакуумирование и изделие приобретает окончательную конфигурацию формы 6. Далее происходит охлаждение изделия и выталкивание его из формы под действием сжатого воздуха, нагнетаемого через патрубок 10.

На рис. 10 показана схема комбинированного (позитивно-негативного) метода формования, при котором производится одновременно опускание плунжера с закрепленным пуансоном и подъем стола с установленной на нем формой.

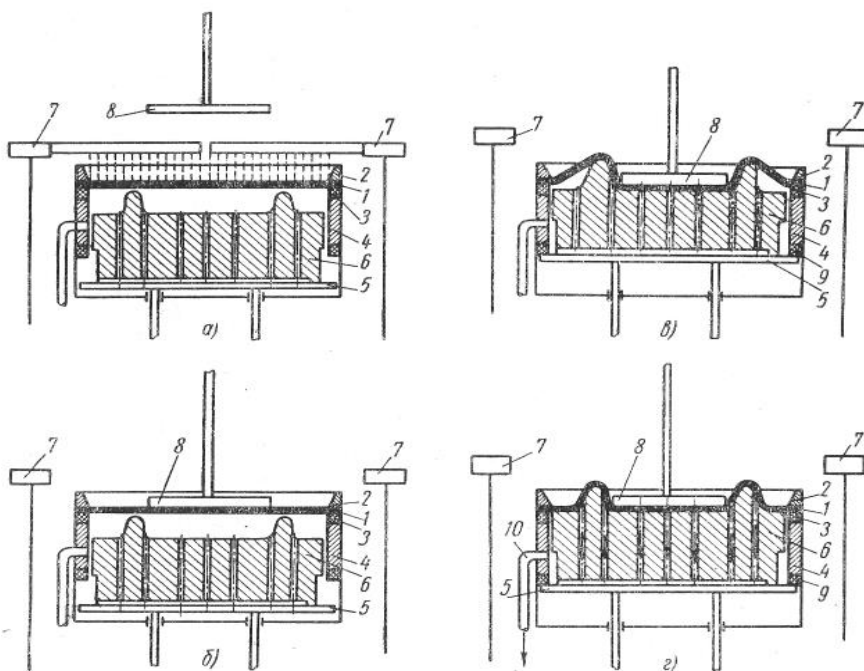


Рис. 10. Схема комбинированного метода формования

6.3.8. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА

Выбор оснастки и приспособления зависит от многих факторов, в первую очередь от типа производства. Правильно выбранное приспособление должно способствовать повышению производительности труда и точности обработки, улучшению условий труда, ликвидации предварительной разметки заготовок и выверки их при установке на станке.

Под словом оснастка в большинстве отраслей промышленности понимают материалы, оборудование или формы, на которых (или в которых) изделия изготавливают, собирают или отливают. Оснастка для контактного формования имеет ряд особенностей (или ограничений), зависящих от природы продуктов, входящих в состав перерабатываемой композиции, т. е. жидких смол, порошкообразных наполнителей и армирующих волокон или тканей.

Конструкция оснастки для контактного формования слоистых пластиков изменяется в широких пределах, начиная от использования реальной детали в качестве модели, по которой собирают или отливают форму, и кончая применением тщательно спроектированного и специально изготовленного полированного хромированного стального инструмента, который может быть таким же дорогим, как пресс-формы для прессования.

Выбор оснастки зависит от следующих взаимосвязанных факторов:

1. количества деталей, которые будут отформованы;
2. стоимости формуемого изделия;
3. размера изделия;
4. допуска размеров изделия;
5. сложности и внешнего вида изделия.

ПРИМЕР. Если на изделие, которое предполагается выпускать, имеются чертежи и технические условия, то рекомендуется следующая последовательность.

1. По указанным на чертеже размерам изготавливают модель из дерева, гипса, фанеры или другого материала и снабжают отбортовочными фланцами. Шероховатость ее поверхности должна быть такой же, как у готового изделия, и сама модель должна

быть подготовлена для последующих операций путем нанесения соответствующей разделяющей пленки или антиадгезионной смазки.

2. По этой модели методом выкладки или полива получают оболочку — форму, поверхность которой в точности воспроизводит поверхность модели.

Поверхность формы обычно упрочняют ВАКМ и дополнительно жестким материалом (металлом или деревом), чтобы не повредить или не вызвать коробления при эксплуатации.

3. После этого форму осторожно отделяют от модели (при этом модель часто разрушают), осматривают ее поверхность, ремонтируют, если требуется, и полируют для улучшения внешнего вида и облегчения извлечения формующих изделий.

4. Полученная таким путем форма для эксплуатации при условии правильного подбора разделительного слоя (смазки из парафиновых мастик или пленки), обеспечивающего легкое отделение изделия от формы.

Изделия, которые формуют с помощью описанной выше оснастки, имеют только одну отделанную поверхность, что типично для процесса, проводимого в открытых формах, когда партия изделий составляет не менее 100 шт. Оснастка такого типа пригодна также (с небольшими отклонениями) для формования «вакуумным мешком» и автоклавным методом.

6.3.9. СОЕДИНЕНИЕ КОМПОЗИТОВ И МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Механическая обработка изделий из пластмасс. Обработка на механических станках является обычно конечной операцией при изготовлении пластмассовых изделий и может преследовать разные цели: удаление грата, сверление отверстий, доводку до требуемых размеров и т. д. Однако в некоторых случаях механическая обработка служит основной операцией в производстве изделий, например при получении их из подделочных материалов — плит и стержней.

Основными видами механической обработки пластмассовых изделий являются: удаление грата, распиливание, фрезеро-

вание, токарная обработка, сверление, шлифование и полирование.

При всех видах механической обработки резанием следует учитывать специфические свойства пластмасс:

1. низкую теплопроводность и теплостойкость;
2. не высокую твердость;
3. абразивное действие наполнителей.

Удаление заусенцев (грата, обляя) можно производить вручную напильниками, на абразивных кругах и лентах, но в условиях массового производства применяют полуавтоматические и автоматические установки.

Для резки (распиливания) тонких листовых материалов используют ножницы гильотинные и других систем, а для толстых плит — дисковые и ленточные пилы.

Фрезерование, токарную обработку и сверление пластмасс можно проводить на обычных металлорежущих станках, инструментом со специальной геометрией (углами резания), изготовленным из быстрорежущей стали. Кроме того, разработаны и специальные типы станков. При обработке реактопластов достаточно воздушного охлаждения инструмента, при обработке термопластов необходимо проводить более интенсивное жидкостное охлаждение инструмента эмульсией или водой.

Отделочные операции — шлифование и полирование — производят на вращающихся кругах или бесконечных лентах, на которые нанесены соответственно шлифовочные или полировочные пасты. Для шлифования часто используют абразивные камни и тканевые круги. Полирование обычно осуществляют в две стадии: вначале на тканевых кругах с нанесенной на них пастой, затем на сухих тканевых кругах. Мелкие пластмассовые изделия часто полируют галтовкой во вращающихся барабанах, частично заполненных полировочным материалом — пастой, древесными опилками, мелом и др.

Сварка и склеивание. Сварку и склеивание применяют для неразъемного соединения пластмассовых деталей или полуфабрикатов — пленок, листов, труб. Сущность сварки заключается в том, что свариваемые участки поверхностей нагревают до расплавления и соединяют при сравнительно небольшом давлении.

нии (0,5÷1,0 МПа). При этом происходит взаимная диффузия молекулярных цепей свариваемых материалов в зоне контакта.

Способы сварки пластмасс разнообразны. Широкое применение нашли сварка горячим газом, нагретым инструментом (термоконтактная), термоимпульсная, высокочастотная и ультразвуковая.

Сварка горячим газом осуществляется с помощью сварочного пистолета, представляющего собой стальную трубку, внутри которой помещены электроспирали. Через трубку пропускают сжатый воздух или инертный газ (для легкоокисляющихся полимеров) и направляют горячую воздушную или газовую струю на место соединения свариваемых деталей, на которое можно накладывать сварочный пруток, изготовленный из того же материала. Простота и дешевизна этого способа определили его широкое применение, но он обладает и рядом недостатков: низкой производительностью и невысокой прочностью сварного шва, зависящей к тому же от квалификации сварщика.

Сварка горячим инструментом заключается в том, что свариваемые поверхности оплавляют при контакте с нагретым металлическим инструментом (металлическая пластина, ролик, паяльник и др.), после чего соединяют под давлением. Сварка горячим инструментом широко применяется для соединения труб, пленок, листов.

При *высокочастотной сварке* свариваемые материалы помещают между двумя электродами в поле тока высокой частоты. За счет диэлектрических потерь в свариваемых материалах выделяется теплота, достаточная для их расплавления. Сварка производится на установках с электродами в виде плит или роликов. Высокочастотную сварку обычно применяют для соединения полярных пластмасс.

Для неполярных пленок часто применяют *термоимпульсную сварку*. Установка для такой сварки состоит из двух электродов, покрытых фторопластовой пленкой во избежание прилипания к ним свариваемых материалов. Электроды нагреваются практически мгновенно за счет подачи на них мощного импульса тока и теплота передается свариваемым пленкам, поме-

ценным между ними. После сваривания ток выключают и сваренный участок пленок охлаждается вместе с электродами.

Для *ультразвуковой сварки* применяют установки, в которых ток с ультразвуковой частотой (15÷50 кГц) от генератора подается в обмотку вибратора. В результате этого в сердечнике вибратора возникают продольные механические колебания, частота которых соответствует частоте тока. Вибрация передается на волновод и далее на свариваемые детали. В нижней части установки расположен отражатель с рычагом, на конец которого подвешивается груз, создающий давление на свариваемые детали.

Таким образом, создается акустическая цепь: вибратор — волновод — свариваемые детали — отражатель. Энергия механических ультразвуковых колебаний переходит в свариваемых деталях в тепловую, в результате чего они свариваются. Ультразвуковая сварка требует применения дорогого и сложного оборудования, поэтому ее целесообразно применять лишь тогда, когда неприемлемы другие методы.

Соединение пластмасс склеиванием широко применяется в судостроении, авиастроении, строительстве и в других отраслях промышленности. Несмотря на внешнюю простоту процесса склеивания, его физико-химическая сущность сложна и недостаточно изучена. Прочность склеивания зависит от адгезии — сцепления клеящего слоя с поверхностью подложек (соединяемых деталей) — и от когезии — сцепления между частицами самого клеящего слоя. Разрушение клеевого соединения может произойти на границе клеевого слоя с подложкой или по самому клеевому шву в зависимости от соотношения сил адгезии и когезии. В зависимости от характера подложек и клея адгезия может определяться диффузией клея в подложки, его адсорбционным взаимодействием со склеиваемыми поверхностями, электрическим взаимодействием поверхности подложек и клея, а также образованием химических связей между ними.

Жидкие синтетические клеи представляют собой олигомерные композиции, растворы или дисперсии полимеров с добавкой, как правило, отвердителей, пластификаторов и других компонентов.

Технологический процесс склеивания состоит из следующих операций:

1. подготовка деталей;
2. очистка склеиваемых поверхностей от загрязнений;
3. их подгонка;
4. придание поверхностям шероховатости и др.;
5. смешение компонентов клея в тех случаях, когда готовый клей быстро отверждается и его нельзя долго хранить в готовом виде;
6. нанесение клея на подложку кистью, распылением или другими способами;
7. соединение склеиваемых деталей под давлением (0,1÷1 МПа) и выдержка;
8. испытание клеевого соединения (протрукиванием, ультразвуковым методом, рентгеноскопией и т. д.).

6.3.10.КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА

В этом разделе студент должен привести основные положения по организации контроля качества сырья, технического контроля технологического процесса и контроля качества готового изделия из ВАКМ.

Основными пунктами раздела являются:

1. производственный контроль качества сырья, полуфабрикатов, вспомогательных материалов при приеме, хранении и использовании в производстве;
2. контроль и обеспечение строгого выполнения технологических требований на каждой операции производственного процесса;
3. контроль за качеством и комплектностью выпускаемой предприятием продукции;
4. соответствие чертежам, стандартам, ГОСТам и ТУ.

Схема контроля производства записывается в порядке последовательности технологических процессов.

6.4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА

В данном разделе рассчитывают: количество основного технологического оборудования, численность работающих, площадь участка; систему транспортного обслуживания; выполняют компоновочный план и детальную планировку оборудования участка.

6.4.1. ВЫБОР И РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Все виды оборудования, находящиеся на промышленном предприятии по назначению подразделяются на четыре группы:

- *производственное;*
- *вспомогательное;*
- *подъемно-транспортное;*
- *энергетическое.*

К производственному оборудованию относятся все рабочие машины, станки, аппараты, занятые непосредственно выполнением операций основного технологического процесса. В этом оборудовании происходит изменение формы, изменение состояния или свойств сырья, материалов, заготовок и полуфабрикатов.

Вспомогательное это оборудование, не участвующее непосредственно в изготовлении готовой продукции, но выполняющее работы по обслуживанию нужд основного производства предприятия,

К вспомогательному оборудованию цеха относятся:

- оборудование для ремонта и оснащения основного производственного оборудования, инструментов и приспособлений;
- оборудование заводских лабораторий и для учебных целей;
- санитарно-техническое оборудование (отопительные агрегаты, кондиционеры, вентиляторы, насосы и т.д.).

К основному технологическому оборудованию цехов по переработке полимерных материалов относятся:

- прессовое оборудование, которое используется для прессования изделий из реактопластов или резиновых смесей;
- литьевое оборудование для литья пол, давлением изделий из термопластов, реактопластов и резиновых смесей;
- экструзионное оборудование для изготовления длинномерных изделий (листов, труб, профилей, пленок и т.д.);
- вальцовое и каландровое для получения листовых материалов;
- смесительное оборудование для смешения и диспергирования материалов.

Оборудование подбирают по действующим номенклатурным каталогам для освоенного и серийно выпускаемого отечественной промышленностью оборудования или по соответствующим ГОСТам.

Исходными данными для расчетов количества основного технологического оборудования (машин, аппаратов) служит годовая производственная программа по объему и ассортименту изделий, которая дается в задании на проектирование.

Расчетное количество единиц (шт.) основного производственного оборудования определяется по следующей зависимости:

$$E_{РАСЧ} = \frac{T}{0,93 \cdot \Phi_{д}} \quad (1)$$

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

$\Phi_{д}$ - 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:

$$T = \frac{Q \cdot t}{3600} \quad (2)$$

где Q - годовая программа выпуска изделий (производственная мощность цеха) тыс. шт.;

t - время, на изготовление одного изделия, с.

Если годовая программа выражается в объемных или массовых единицах (m^3 , т), то время на ее выполнение определяется как:

$$T = \frac{Q}{\Pi} \quad (3)$$

где Π - производительность машины, $m^3/ч$ или $t/ч$.

Действительный годовой фонд времени работы оборудования рассчитывается по формуле:

$$\Phi_D = 0,92 \cdot (1 - K_p \cdot K_T) \cdot \Phi_H \quad (4)$$

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;

Φ_H - номинальный годовой фонд времени, ч.

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

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

где $N = 52$ - число недель в году;

n - число праздничных дней в году;

K - количество рабочих смен в сутках;

8 - продолжительность рабочей смены, ч.

При выполнении курсового проекта расчет количества единиц вспомогательного оборудования не производится.

Технологическое оборудование по степени унификации подразделяется на стандартное и нестандартное.

Стандартное технологическое оборудование выпускается предприятиями химического машиностроения, а нестандартное может изготавливаться на самом предприятии (в инструментальных, или цехах нестандартного оборудования).

Нестандартное оборудование проектируется для конкретного технологического процесса на заданную производительность. Методика его расчета аналогична методике расчета стандартного оборудования.

Выбор оборудования. Выбор оборудования для проектируемого технологического процесса производится уже после того, как каждая операция предварительно разработана. Это значит, что выбраны или определены:

- *метод получения поверхности или сочетания поверхностей;*

- *точность и классы чистоты поверхностей;*

- *припуск на обработку;*

- *вспомогательный и режущий инструмент;*

- *такт выпуска и тип производства.*

При выборе для каждой технологической операции студент должен учитывать следующие основные факторы: объем выпуска деталей по заданию, тип производства, размеры детали, размеры и расположение обрабатываемых поверхностей, требования к точности, шероховатости поверхности и экономичности изготовления, необходимость наиболее полного использования станков по мощности и по загрузке (времени работы), простоту их обслуживания, степень использования, стоимость станков и ориентация на применения станков отечественного производства.

Для каждой технологической операции указывается, на каком станке будет выполняться данная операция; при этом должна быть приведена краткая характеристика станка: его наименование, тип (модель), основные размеры и мощность.

По своей технической характеристики выбранный станок должен отвечать следующим требованиям:

1. рабочая зона станка (высота центров, расстояние между центрами, размеры стола и т. п.) должна соответствовать габаритам обрабатываемой детали;

2. мощность, жесткость и кинематические возможности станка должны позволять вести работу на оптимальных режимах работы:

3. производительность станка должна соответствовать заданному объему выпуска изделий.

Основным принципом выбора типа станка является экономичность процесса обработки. Для окончательного решения вопроса необходимо произвести технико-экономическое сравнение обработки данной детали на разных станках при заданном объеме выпуска изделий и принять ту модель станка, которая обеспечивает наименьшие трудоемкость и себестоимость изготовления детали.

6.4.2. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ И РАСЧЕТ ЧИСЛЕННОСТИ РАБОТАЮЩИХ

Залогом правильной планировки оборудования основных, и вспомогательных производств по переработке полимерных материалов является рациональная планировка рабочего места и научно-обоснованная организация труда на нем,

При организации рабочего места необходимо учитывать:

- тип оборудования, его габариты и степень автоматизации производственного процесса;
- содержание труда обслуживающего производственного рабочего места;
- методы труда и движения работающего;
- оснащение рабочего места инструментами и приспособлениями;
- планировку рабочего места;
- средства связи между рабочим местом и службами обслуживания и управления производством;
- условия труда работающих, требования норм производственной санитарии и техники безопасности;
- обеспечение транспортными средствами.

Рассмотрим организацию рабочих мест на примере производства изделий из термопластов методом литья под давлением.

Организация труда основных производственных рабочих в литьевых цехах, в первую очередь, зависит от количества машин, обслуживаемых одним оператором в смену.

Анализ баланса рабочего времени операторов литьевых машин (за смену) позволяет условно **разделить его на следующие элементы:**

- время на подготовительно-заключительные операции;
- оперативное время, т.е. непосредственно работы;
- время обслуживания рабочего места.

Норма обслуживания оператором литьевых машин, работающих в автоматическом режиме, рассчитывается для каждого вида изделий по формуле:

$$H_{\text{ОБСЛ}} = \frac{T_{\text{СМ}} - T^m_{\text{ПЗ}} - T_{\text{ОЛ}}}{T_{\text{ОП}} - T_{\text{ОБСЛ}} + T^n_{\text{ПЗ}}}, \quad (7)$$

где $H_{\text{Обс}}$ - количество оборудования (шт), обслуживаемое оператором;

$T_{\text{СМ}}$ - продолжительность смены (480 мин);

$T^{\text{Г}}_{\text{ПЗ}}$ - подготовительно-заключительное время (2 мин в смену);

$T_{\text{ОЛ}}$ - время на отдых к личные надобности (25 мин на смену),

$T_{\text{ОП}}$ - оперативное время па единицу оборудования по данному изделию в смену (определяется заводскими нормами) время цикла литья;

$T_{\text{Обсл}}$ - время обслуживания рабочего места, нормируется па единицу оборудования (25 мин);

$T^n_{\text{ПЗ}}$ - подготовительно-заключительное время, нормируемое на единицу оборудования (6 мин).

Анализ времени работы показывает, что оно складывается, в основном, из времени наблюдения за работой оборудования, контроля параметров техпроцесса, контроля качества готовой продукции и упаковки.

Следует различать организацию рабочих мест отдельных литьевых машин, работающих в автоматическом режиме и литьевых машин-автоматов, объединенных в поточные линии.

Правильная организация рабочих мест заключается в обеспечении рационального расположения основного технологического оборудования, компоновки на ограниченной произ-

водственной площади необходимых элементов оснащения, а также обеспечении бесперебойного обслуживания рабочих мест всем необходимым для выполнения задания.

Нахождение оптимального варианта планировки оборудования достигается расчетом трудозатрат по элементам движений оператора в течение одного цикла и анализа занимаемых площадей.

Содержание труда оператора литейных машин определяется степенью его непосредственного участия в технологическом процессе литья.

При полуавтоматическом режиме работы литейных машин оператор вручную производит вставку резьбовых знаков и арматуры, включает машину в работу, контролирует качество изделий, удаляет литники, ведет подсчет и укладку изделий в тару, а также постоянно контролирует технологические параметры процесса.

Численность основных рабочих (списочный состав) рассчитывается по формуле:

$$Ч = n \cdot c \cdot K_{CM} / H_{OBSL} \quad (8)$$

где n - число единиц H_{OBSL} одиночного оборудования; c - число смен;

K_{CM} - коэффициент списочного состава ($K_{CM} = 1$);

H_{OBSL} - норма обслуживания единиц оборудования одним рабочим.

Численность категорий рабочих, по которым отсутствуют данные для расчетов, определяется по формуле:

$$Ч = m \cdot c \cdot K_{CM} \quad (9)$$

где m - число рабочих мест.

6.5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СРЕДСТВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ

В данном разделе приводится проектируемое оборудование, устройства, приспособления, режущий инструмент и средства контроля, указывается принцип их действия, а также необ-

ходимые инженерные расчеты (силовые, прочностные, кинематические, гидравлические и другие).

6.6. ОСВЕЩЕНИЕ, ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, ВОДОСНАБЖЕНИЕ И КАНАЛИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Освещение. Освещение промышленных зданий в общем случае может быть естественным, искусственным и совмещенным.

Естественное освещение благоприятно воздействует на психику человека и повышает устойчивость организма к болезням за счет бактерицидного воздействия.

Варианты освещения внутренних помещений подразделяются:

- по способу освещения (верхнее через световые фонари в покрытиях, боковое через оконные проемы в наружных стенах и комбинированное);
- по виду светопрозрачных элементов (листовое стекло, стеклоблоки, стеклопрофилит);
- по типам светопрозрачных конструкций (зенитные фонари, фонари надстройки) и их размещением в здании (ленточное, отдельные окна).

Освещенность помещения естественным светом характеризуется коэффициентом естественной освещенности (КЕО) ряда точек, расположенных в пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения, например, на оси окна или между отдельно стоящими опорами и горизонтальной плоскости, находящейся на высоте 1,0 м над уровнем пола и принимаемой за условную рабочую плоскость помещения.

Для вновь проектируемых и реконструируемых зданий значения (КЕО) в зависимое™ от зрительных условий работы принимают в соответствии с требованиями СНиП. 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение». Требуемые параметры естественной световой среды помещений обеспечиваются светопрозрачными элементами ограждений, причем площадь световых проемов должна быть наименьшей.

Для ориентировочных определений величины естественного освещения через оконные проемы пользуются размерами световой площади цеха (отношение площади световых проемов к площади пола), которая для рабочих помещений цехов принимается равной $1/6$, а для бытовых находится в пределах от $1/11$ до $1/16$.

Глубина освещенности составляет не более двух высот окна от пола при условии, если высота подоконника не превышает 1,2 м.

Искусственное освещение подразделяется на общее и комбинированное, когда к общему освещению добавляют местное освещение (световой поток направлен непосредственно на рабочее место).

Общее освещение подразделяется на общее равномерное (равномерное распределение светового потока без учета расположения оборудования) и общее локализованное освещение (равномерное распределение светового потока с учетом расположения рабочих мест).

Искусственное освещение может быть рабочим и аварийным.

Устройство рабочего освещения обязательно во всех помещениях и на освещаемых территориях для обеспечения нормальной работы во время отсутствия или недостатка естественного освещения.

Источники света по принципу действия разделяют на тепловые (лампы накаливания) и люминесцентные.

По способу распределения светового потока в пространстве светильники делят на три группы: прямого, рассеянного и отраженного света, когда световой поток ламп направляется вначале на потолок или экран, а затем рассеивается по всему помещению.

Высота подвесных светильников зависит от мощности ламп, наличия отражателей, и величины защитного угла, под которым свет падает на рабочее место.

Высота подвеса ламп при наличии отражателей и величине защитного угла 30° должна быть больше 2,0 м (для ламп

мощностью до 200 В), а для ламп мощностью свыше 200 Вт больше 3,0 м.

При отсутствии отражателей высота подвески светильников должна быть более 4,0 м и 6,0 м для ламп мощностью до 200 Вт и свыше 200 Вт соответственно, а расстояние между светильниками в пределах 1,5÷2,5м.

Аварийное освещение предусматривается для продолжения работы (в помещениях или местах производства наружных работ) при временном или внезапном (при аварии) отключении основного рабочего освещения и необходимости эвакуации людей.

Наименьшая освещенность рабочих поверхностей, требующих обслуживания при аварийном режиме; должна составлять 5 % освещенности нормируемой для рабочего освещения, но не менее люкса для площадок предприятий.

Аварийное освещение (для эвакуации людей в помещениях или местах производства наружных, работ) надлежит устраивать:

- в местах, опасных для прохода людей, а также в основных проходах и на лестницах, служащих для эвакуации людей из производственных зданий, где работают или пребывают более 50 человек;

- в производственных помещениях с постоянно работающими в них людьми, где выход людей из помещения при внезапном отключении рабочего освещения (при аварии) связан с опасностью травматизма из-за продолжения работы производственного оборудования, а также в производственных помещениях с числом работающих более 50 человек и в других помещениях, где могут одновременно находиться более 100 человек.

Аварийное освещение для эвакуации должно обеспечивать наименьшую освещенность на полу основных проходов и на ступенях лестниц в помещениях 0,5 люкса, на открытых территориях 0,2 люкса.

Проектирование искусственного освещения должно вестись в соответствии с требованиями СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

Совмещенное освещение (одновременное использование естественного и искусственного освещения в светлое время суток) применяется в тех случаях, когда естественного освещения недостаточно для качественного обслуживания технологического процесса.

Его следует предусматривать для помещений производственных зданий или их отдельных участков лишь в следующих случаях:

- для производств, отдельных цехов и технологических процессов, где это требуется по условиям технологии и выбора рационального объемно-планировочного решений, подтвержденного специальными технико-экономическими обоснованиями в сравнении с вариантами зданий и помещений с естественным освещением, по медико-санитарным условиям;
- для помещений производств, где не требуется пребывания рабочих более 50 % времени в течение рабочего дня;
- для производств, специально оговоренных в рабочих документах.

Совмещенное освещение вспомогательных зданий промышленных предприятий допускается предусматривать для помещений, где это требуется по условиям технологии и выборов рациональных объемно-планировочных решений (вестибюли, гардеробы, лифтовые холлы, буфеты, залы заседаний).

Отопление и вентиляция. Системы отопления и вентиляции зданий проектируют в соответствии с требованиями СНиП 2.04.05-86 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха».

Метеорологические условия наружного воздуха (расчетные температуры в летнее и зимнее время, скорости ветра и относительная влажность воздуха) принимают в соответствии с требованиями СНиП 23-01-99 «Строительная климатология».

Исходя из категорий работ по тяжести (легкие, средней тяжести и тяжелые) и по избыткам явного тепла в теплый, холодный и переходный периоды года, нормируют метеорологические условия в рабочей зоне производственных помещений (температура, относительная влажность и скорость движения воздуха).

В отапливаемых производственных зданиях, а также помещениях со значительным избытком явного тепла при полезной площади $50 \div 100 \text{ м}^2$ на одного работающего, допускается в холодный и переходный периоды года понижение температуры до 12 , 10 и 8°С вне постоянных рабочих мест соответственно при работах легких, средней тяжести и тяжелых.

При площади пола на одного работающего более 100 м^2 метеорологические условия следует обеспечивать только на постоянных рабочих местах.

При средней температуре наружного воздуха в 13^{00} часов самого жаркого месяца более 25°С можно повышать допустимые температуры воздуха в теплый период при сохранении значений относительной влажности:

- в помещениях с незначительными избытками явного тепла на 3°С , но не выше 31°С ;

- в помещениях со значительными избытками явного тепла на 5°С , но не выше 33°С ;

- в помещениях с технологическими требованиями к поддержанию температуры и относительной влажности воздуха независимо от избытков явного тепла на 2°С , но не выше 30°С .

В отапливаемых производственных помещениях в холодный и переходный периоды года температура воздуха в нерабочее время не нормируется.

Если по условиям технологического процесса в производственных помещениях требуется поддержание постоянной температуры или температуры и относительной влажности воздуха, допускается во все периоды года принимать метеорологические условия в пределах оптимальных параметров ($+2^\circ \text{С}$, но не более 25°С) для теплого и холодного периодов года.

Системы отопления во всех зданиях и сооружениях делят на местные и центральные.

Местные системы отопления - это системы с такими устройствами, когда в каждом из них тепловой генератор объединен теплопроводами с нагревательными приборами. К ним относят печное, газовое (при сжигании газа в нагревательных приборах, размещенных в отапливаемых помещениях) и электрическое отопление.

Системы центрального отопления это системы с транспортированием теплоносителя (пар, вода или воздух) от теплового генератора к местам потребления по теплопроводам. Они подразделяются на системы водяного, парового, воздушного отопления и комбинированные,

Системы водяного отопления могут быть с температурой горячей воды ниже 100°C и выше 100°C (системы с перегретой водой),

Системы парового отопления в зависимости от давления пара бывают низкого ($0,005\div 0,07$ МПа) и высокого давления (более $0,07$ МПа).

Воздушные системы отопления в зависимости от вида первичного теплоносителя подразделяются на воздушные, паровоздушные, электро-воздушные и газовоздушные.

Комбинированные системы отопления системы с различными видами теплоносителей (пароводяные системы воздушного отопления) или системы с одним теплоносителем различных параметров (вода-водяные).

Центральные системы водяного и воздушного отопления по способу перемещения теплоносителя делят на системы с естественной циркуляцией (перемещение за счет разности объемных весов нагретого и охлажденного теплоносителя) и системы с механическим побуждением теплоносителя (применение насосов в системах водяного отопления и вентиляторов в системах воздушного отопления).

Системы отопления, вид и параметры теплоносителя, а также типы нагревательных приборов следует принимать в соответствии с характером и назначением зданий и помещений;

Различают естественную и искусственную вентиляцию.

При естественной вентиляции (аэрации) воздухообмен в здании осуществляется за счет разности плотностей наружного и внутреннего воздуха и воздействия ветра, а при искусственной за счет разности давлений, создаваемой вентилятором.

По направлению воздушных потоков системы вентиляции делят на приточную (нагнетание наружного воздуха в помещение), вытяжную (отсасывающую загрязненный воздух из помещения) и приточно-вытяжную.

По принципу организации воздухообмена в помещениях вентиляция может быть обще-обменной, местной и смешанной.

При обще-обменной вентиляции загрязненный воздух помещения разбавляют наружным воздухом, чтобы загрязненный воздух рабочих зон всего помещения не превышал санитарных норм. Ее применяют, когда не удастся ограничить распространение загрязненного воздуха с отдельных участков помещения.

Воздухо-приемное отверстие для забора наружного воздуха располагается там, где воздух на заводской территории меньше всего загрязнен вредными газами. Расстояние между воздухозаборным и выбросным коробами систем вентиляции принимают не менее $10 \div 12$ м по горизонтали, располагая не ниже 2,0 м от поверхности земли.

Температура нагретого воздуха, поступающего в помещение с тепловыделениями, может быть ниже температуры воздуха в цехе до $5 \div 8^{\circ}$ С, т.к. большая разность температур вызывает ощущения холодного дутья.

В помещениях, где нет избытка тепла, температуру приточного воздуха принимают равной температуре помещения.

В тех случаях, когда возможны внезапные поступления в помещения больших количеств токсичных и взрывоопасных веществ, следует предусматривать систему аварийной вытяжной вентиляции.

Местной называют вентиляцию, при которой чистый воздух подают на определенные рабочие места (местная приточная вентиляция) или загрязненный воздух удаляют от мест образования вредных выделений (местная вытяжная вентиляция). К местной приточной вентиляции относят воздушные души и воздушные завесы. Местную вытяжную вентиляцию (местные отсосы) оборудуют в виде вытяжных шкафов, зонтов, бортовых отсосов (у ванн), укрытий в виде кожухов у аппаратов:

При выборе конструкций местных отсосов следует в каждом отдельном случае, учитывать вид оборудования, характер вредных выделений, их количество и направление движения.

Высоту помещения для вентиляционного оборудования следует принимать не менее чем на 0,8 м больше его высоты, но

не менее 1,9 м от пола до низа выступающих конструкций перекрытия в местах прохода обслуживающего персонала.

Водоснабжение и водоотведение. Системы внутреннего водопровода и канализации (водоотведения) зданий проектируются в соответствии с требованиями СНиП 2.04.01 85 «Внутренний водопровод и канализация зданий».

Промышленное предприятие может получать воду для своих нужд из собственного водозабора или от городских водопроводов.

На предприятиях могут проектироваться в зависимости от назначения следующие системы водоснабжения:

- *хозяйственно-питьевые;*
- *производственные (прямоточные, повторные и оборотные);*
- *противопожарные (низкого и высокого давления).*

Системы водоснабжения в зависимости от требований к качеству воды подразделяются на отдельные (самостоятельные) и объединенные (хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения),

При прямоточном водоснабжении, вода после использования по назначению отводится в канализацию.

В системах с повторным водоснабжением вода после использования в одном цикле может подаваться (с частичной очисткой или без нее) на другой производственный цикл.

Оборотные системы водоснабжения характерны для предприятий, использующих воду для охлаждения машин и аппаратов, когда вода не меняет своего состава, а лишь нагревается.

Пожарные гидранты и поливочные краны устанавливают обычно на одной из прямоточных систем в зависимости от разветвленности той или иной разводящей сети.

Для обеспечения санитарно-бытовых нужд во вспомогательных зданиях и помещениях должно быть предусмотрено горячее водоснабжение. Температура потребляемой воды в душевых установках должна быть не ниже 37⁰ С, в групповых умывальниках и загрязненных производствах не ниже 35⁰ С и 25⁰ С при чистых производствах.

В помещениях для переработки фторопластов, производства РТИ и шинных заводах, где готовят резиновые смеси, клей и производят пропитку тканей, должны быть установлены раковины с подводкой к ним горячей и холодной воды.

Отведение сточных вод промышленных предприятий осуществляется по системам хозяйственно-бытовой, производственной и дождевой канализации. Эти системы могут быть отдельные, когда состав стоков не допускает их совместный водоотвод, или объединенные.

По системам хозяйственно-бытовой канализации отводят стоки от душевых, туалетных комнат, столовых; в производственную канализацию отводятся стоки от рабочих мест (производство продукции); в дождевую сеть отводятся дождевые и талые воды с кровель зданий и прилегающих к ним территорий предприятия.

Число сетей производственной канализации принимают в зависимости от систем местной очистки, после чего стоки допускается объединять,

В случае невозможности самотечного отвода стоков предусматривается перекачка их с помощью насосов.

6.7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ВОЛОКНИСТО-АРМИРОВАННЫХ КОМПОЗИТОВ

При переработке пластмасс возможны следующие основные виды травматизма: механические травмы, поражение электрическим током, термические ожоги. Кроме того, вредным воздействием на организм человека обладают газообразные продукты, которые могут выделяться при переработке пластмасс, а также их пыль.

Наиболее тяжелые механические травмы могут иметь место при воздействии движущихся частей оборудования — литьевых машин, гидравлических прессов, дробилок. Поэтому узел смыкания формы на литьевой машине во время работы должен быть закрыт предохранительными щитками, заблокированными с системой управления машиной. Гидравлические прессы должны

иметь аварийные приспособления, заблокированные с механизмами подъема и опускания ползуна. Запрещается производить правку пресс-материала, очистку пресс-форм во время движения плунжера, установку пресс-форм без страховочного упора между подвижной плитой и столом пресса. Измельчающие части дробилок должны быть недоступны для контакта с ними рук рабочего.

Причиной травматизма может быть и падение тяжелых частей форм, поэтому операции съема и установки форм должны быть максимально механизированы, их следует выполнять в строгом соответствии со специальными инструкциями. Поражение электрическим током возможно при неисправности нагревателей и другого электрооборудования. Проверку и ремонт электрооборудования должны проводить только электромонтеры. Трубопроводы пневмотранспорта, машины и другое оборудование должны быть заземлены. На полу перед прессами и литьевыми машинами должны быть уложены резиновые коврики или деревянные решетки.

Термические ожоги могут иметь место при соприкосновении с горячими пресс-формами и нагретыми частями оборудования — инъекционным цилиндром литьевых машин, обогревающими плитами пресса и т. д. Нагретые части машин по возможности должны быть покрыты теплоизоляцией, температура наружного слоя которой не должна превышать 45° С. Общими правилами техники безопасности при работе с оборудованием являются: обязательный инструктаж и периодическая проверка знаний обслуживающего персонала, запрещение работать на другом оборудовании, кроме порученного, запрещение проводить какой-либо ремонт или смазку машин при их работе, обязательная проверка исправности оборудования перед началом работы на нем.

Шум при работе дробилок и литьевых машин не должен превышать 85÷90 дБ, поэтому их следует устанавливать на резиновых, пенопластовых или других амортизаторах.

Изготовление крупногабаритных изделий из стеклопластиков контактным и другими способами связано с возможностью выделения в воздух производственных помещений ток-

сичных мономеров, а также загрязнения рук связующим. Поэтому такие работы необходимо проводить в резиновых или биологических перчатках, обязательно надевать халаты или другую спецодежду, пользоваться предохранительными очками. Рабочее место должно быть оборудовано местной вытяжной вентиляцией, а помещение цеха, кроме того, обще-обменной вентиляцией.

По пожарной опасности помещения отделений прессования, литья под давлением, экструзии и других производств, связанных с применением твердых горючих материалов, относится к категории В, а по правилам установки электрооборудования — к классу П-2-А. Производства, связанные с применением легковоспламеняющихся растворителей, относятся к категориям А и Б.

В изделиях из фенопластов может содержаться некоторое количество свободного фенола. Пыль, получаемая при механической обработке этих изделий, может вызывать дерматиты и заболевания органов дыхания. Поэтому станки для обработки пластмасс должны быть оборудованы местной вытяжной вентиляцией.

6.8. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приводят краткое описание разработанного объекта, делают выводы и перечисляют результаты, полученные в ходе выполнения дипломного проекта.

Указывают, были ли запатентованы какие-либо решения, предполагается ли внедрение данного объекта в производство (где и когда). Если объект внедрен, необходимо приложить справку о внедрении с предприятия.

6.9 ЛИТЕРАТУРА

Приводят список литературных источников, на которые была ссылка в тексте пояснительной записки.

6.10. ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложения могут включать: материалы, дополняющие основную работу; таблицы; протоколы испытаний; тексты программ; карты технологических процессов; спецификации; акты внедрения результатов дипломного проекта; копии патентов и т. д. Следует отметить, что разделы, включающие проектные работы, должны начинаться с подраздела "Постановка задачи", после чего следует раздел "Исходные данные".

Рекомендуемая литература

1. Основы переработки термопластов литьём под давлением. Лапшин В.В. М., Химия, 1974, с. 98-136.
2. Переработка термопластичных материалов. Бернхард Э. Пер. с англ./ Под ред. Г.В. Виноградова. М., Госхимиздат, 1962, с. 349-426.
4. Теоретическая основа переработки полимеров (механика процессов). Торнер Р.В. М., Химия, 1977, с. 422-457.
5. Пневматическая штамповка термопластов. Стрельцов К.Н. Л., Госхимиздат, 1963, с. 5-37.
6. Практикум по технологии переработки пластических масс. Под ред. В.М. Виноградова и Г.С. Головкина. – М.: Химия, 1980. – 240 с., ил.
7. Физикохимия полимеров. Тагер А.А. 3-е изд. М., Химия, 1978, с. 128-157.
8. Справочник по композиционным материалам в двух книгах. Под ред. Дж. Любина.

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре
Набережночелнинского института
Казанского (Приволжского) федерального университета

Подписано в печать 25.04. 2018г.
Формат 60x84/16. Печать ризографическая.
Бумага офсетная. Гарнитура «Times New Roman».
Усл. п. л. 4,9. Уч.-изд. л. 4,9.
Тираж 50 экз. Заказ № 976.

423810, г. Набережные Челны, Новый город, проспект Мира, 68/19
тел./факс (8552) 39-65-99 e-mail: ic-nchi-kpfu@mail.ru