**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ**

**УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ**

**УНИВЕРСИТЕТ**

**ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра технологии переработки пластмасс

Н.М. Мухин

**ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ**

**ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛАСТМАСС**

### И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Методические указания по курсовому и дипломному

проектированию для студентов очной и заочной форм

обучения специальности 2506.00 – Технология

переработки пластмасс и эластомеров

Екатеринбург

2005

ВВЕДЕНИЕ

Целями курсового и дипломного проектирования согласно государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки дипломированных специалистов 655100 - *Химическая технология высокомолекулярных соединений и полимерных материалов* специальности 250600 - *Технология переработки пластических масс и эластомеров*, утвержденного 27.03.2000 г., и учебного плана УГЛТУ по специальности 250600 - *Технология переработки пластических масс и эластомеров* по специальности 2506.00 “Технология переработки пластмасс и эластомеров” специализации 2506.01 “Технология изделий из пластмасс и композиционных материалов” являются:

* систематизация, закрепление и расширение теоретических и практических знаний по специальности, применение этих знаний при решении конкретных научных, технических, экономических и производственных задач;
* развитие навыков ведения самостоятельной работы и овладение методиками исследования и экспериментирования, технологических, конструктивных и экономических расчетов при решении прорабатываемых в проекте проблем и вопросов с учетом обеспечения экологической чистоты производства и уровня его механизации и автоматизации.

Перед студентами ставится задача комплексного решения производственных вопросов на основе полученных знаний по дисциплине “Технология и оборудование производства изделий из пластмасс и композиционных материалов” и другим общеинженерным и специальным дисциплинам. Осваиваются также различные методы решения производственных задач; расчетно-графические, аналитические и др.

В настоящих указаниях излагаются общие требования к курсовому и дипломному проектам, последовательность работы над ними, содержание всех частей проекта, перечень необходимых чертежей, оформление пояснительной записки и чертежей проекта, методика выполнения энергетической части дипломного проекта.

1. ТЕМАТИКА КУРСОВОГО И ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Тематика курсового и дипломного проектов должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию и перспективам развития науки и техники. Темы проектов разрабатывают преподаватели кафедры технологии переработки пластмасс совместно с консультантами с предприятий, научно-исследовательских и проектных организаций, где проходят технологическую и преддипломную практики, и выбирают студенты самостоятельно. В соответствии с выбранной темой руководитель проекта выдает студенту задание на курсовой или дипломный проект, утвержденный заведующим кафедрой. Задание выдается по установленной форме перед отъездом на технологическую или преддипломную практику.

2. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО И ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТОВ

Курсовой или дипломный проекты – это перечень текстовых и графических материалов, состоящий из пояснительной записки (ПЗ) и графической части (ГЧ).

ПЗ дипломного проекта содержит следующие исходные документы и основные разделы:

Титульный лист

Паспорт дипломного проекта (работы)

Задание на проектирование (работу)

Ведомость проекта

Реферат (аннотация)

Содержание

Введение

1. Аналитический (литературный) обзор
2. Технико-экономическое обоснование
3. Технологическая часть:
   1. Характеристика готовой продукции
   2. Характеристика исходного сырья и материалов
   3. Описание технологического процесса производства
   4. Технологический контроль производства
   5. Виды брака продукции, его причины и методы устранения
   6. Безопасное ведение процесса
4. Переработка отходов производства и экологическая оценка технологических решений
5. Материальный расчет производства
6. Технологические расчеты, выбор основного и вспомогательного оборудования:
7. Выбор и расчет технологических параметров процесса
8. Выбор и расчет количества основного и вспомогательного оборудования
9. Расчет норм обслуживания оборудования
10. Характеристика, теплового и конструктивного расчета формующей оснастки
11. Компоновка оборудования и организация рабочих мест
12. Энергетическая часть
    1. Автоматизация производственных процессов
    2. Безопасность жизнедеятельности
    3. Экономическая часть
    4. Заключение
    5. Литература (список использованных источников)
    6. Приложения

В ПЗ курсового проекта из вышеуказанных разделов исключаются 7, 8, 9, 10, а разделе 6 исключается подраздел 6.5.

ПЗ дипломной научно-исследовательской работы содержит такие же исходные документы, что и в проекте, но другие основные разделы:

1. Аналитический (литературный) обзор
2. Цель и задачи исследования
3. Характеристика объекта исследования
4. Методики проведения эксперимента
5. Экспериментальная часть
6. Обработка и анализ экспериментальных данных
7. Технологическая часть
8. Материальный и технологические расчеты
9. Безопасность жизнедеятельности
10. Экономическая часть

Содержание и объем разделов 2 – 8 ПЗ дипломной работы определяются руководителем исходя из целей и задачи работы.

Графическая часть дипломного проекта включает следующий основной графический материал.

1. Технологическую схему производства с обозначением контрольно-измерительных приборов, автоматики и точек технологического контроля - 1…2 листа.
2. Схему материальных потоков или таблицу основных технологических и эксплуатационных свойств перерабатываемого сырья, или химизм реакции, протекающей при переработке полимерного сырья – 1 лист (по заданию руководителя).
3. Чертежи вновь применяемого основного или вспомогательного оборудования, формующей оснастки, приспособлений - 2…3 листа (по заданию руководителя).
4. Компоновочный чертеж оборудования – 1…2 листа.
5. Схема автоматического регулирования одного из технологических параметров – 1 лист (по заданию руководителя).
6. Сводную таблицу технико-экономических показателей проектируемого варианта по сравнению с базовым – 1 лист.

Графическая часть курсового проекта включает технологическую схему (без схемы автоматизации), схему материальных потоков или таблицу основных технологических и эксплуатационных свойств перерабатываемого сырья, чертежи вновь применяемого основного или вспомогательного оборудования, формующей оснастки и приспособлений.

Графическая часть проектов оформляется согласно действующим стандартам и правилам черчения по ЕСКД и методических указаний[1-3]. Спецификация к чертежам, как правило, дается в приложении к ПЗ и выполняется на писчей бумаге, как и записка. Небольшую спецификацию допускается помещать на чертеже (формат А4).

Графическая часть дипломной научно-исследовательской работы выполняется на чертежных листах формата 24. Рамка и штамп наносятся на лист со схемой или графиком так же, как и на чертежах дипломного проекта. Число листов определяется характером работы и должно быть в пределах 8…10.

3. ОФОРМЛЕНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Оформленная пояснительная записка (ПЗ) прочно переплетается в жесткую обложку.

Титульный лист курсового или дипломного проекта выполняется на специальном бланке, выдаваемом студенту. Надписи делаются тушью стандартным шрифтом. Название темы дипломного проекта на титульном листе должно в точности соответствовать теме, сформулированной в приказе ректора университета. На листе обязательны подписи студента – автора проекта, руководителя, консультантов, рецензента; завершающая подпись заведующего выпускающей кафедры, утверждающая допуск к защите дипломного проекта или работы. После защиты в титульный лист записывается решение государственной экзаменационной комиссии, подписанное председателем и секретарем комиссии.

Тема курсового проекта утверждается заведующим выпускающей кафедры.

Задание по курсовому и дипломному проектированию, выдаваемое в индивидуальном порядке руководителем проекта на специальном бланке, подшивается в ПЗ после титульного листа без переписывания.

Пояснительную записку необходимо оформлять согласно рекомендациям, изложенным в стандарте УГЛТУ СТП 3-2001[4] и методических указаниях [3, 5]. ПЗ должна в краткой и четкой форме раскрывать творческий замысел проекта, содержать принятые методы расчета и сами расчеты, их анализ и выводы по ним и т.д. Изложение должно сопровождаться иллюстрациями, графиками, эскизами, схемами, таблицами со ссылками на источник и т. п. В тех случаях, когда в проекте содержатся сложные (или большой объем) математические расчеты (база данных, статистическая обработка данных, материальные и тепловые расчеты и т.д.), для их проведения следует применять ПЭВМ. Компьютерная распечатка выполненных расчетов дается в приложениях к ПЗ.

Текст пояснительной записки состоит из разделов, которые располагаются в последовательности, указанной выше. Текст должен быть изложен с соблюдением всех требований [3-5] кратко и четко, литературным языком с применением терминологии и определений, используемых в научно-технической литературе по переработке полимерных материалов. Пояснительная записка должна быть оформлена автором проекта согласно варианта 3 по ГОСТ 2.105-95 [6]: набрана и распечатана на ПЭВМ (“Microsoft Word – Times Roman – 14”). Разделы (части) пояснительной записки разделяются между собой листами из более плотной бумаги, на которых компьютерным набором пишется название раздела (например, “Технологическая часть” и т.д.). Общий объем курсового проекта не должен превышать 60 с., а дипломного – 150 с.

4. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО И ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТОВ

4.1. Ведомость курсового и дипломного проектов выполняется по форме, представленной в [3-5], и включается в ПЗ после задания.

4.2. Реферат. В реферате приводятся название темы проекта, объем РПЗ, количество в ней таблиц, рисунков и других иллюстраций и количество листов графической части, ключевые слова. В краткой форме приводятся основные выводы по проекту и результаты [3-5].

4.3. Содержание ПЗ является заглавным листом ПЗ, поэтому на нем ставится основная надпись [3-5].

4.4. Введение. Во введении дается общая характеристика выпускаемой продукции, показывается общее состояние, история и перспективы развития данного производства в стране и за рубежом. Далее автор ставит цели и задачи проекта и кратко характеризует пути их решения. Объем – 2…3 с.

4.5. Аналитический обзор. Этот раздел является составной частью проекта. Тема обзора должна отражать существо проекта и согласовываться с руководителем. Например, современное состояние и перспективы развития промышленного производства отдельных видов пластмасс и полимерных композитов. В качестве исходных материалов используют научно-техническую литературу, а также материалы научно-технических и проектно-конструкторских организаций. Основными источниками сведений по технологии производства изделий из полимерных материалов являются журналы “Пластические массы”, “Пластикс: индустрия переработки пластмасс”, “Известия вузов. Серия “Химия и химическая технология”, “Механика полимерных композитов”, НТС “Новая техника и технология переработки пластмасс в изделия”, НТРС “Производство и переработка пластмасс и синтетических смол”, РЖ “Химия”, патенты, монографии, сборники научных трудов НИИ и ведущих вузов [РХТУ(МХТИ), МГАТХТ(МИТХТ), СПбГТИ(ТУ)(ЛТИ им. Ленсовета), КГТУ(КХТИ), и др.], справочники и специальная техническая литература. Следует использовать также библиографию, приведенную в отобранной литературе.

Можно рекомендовать следующий порядок работы над составлением обзора. Ознакомление с литературными источниками следует начинать с изучения библиографических изданий. При изучении литературы вначале знакомятся с новыми изданиями, затем переходят к изданиям более ранних лет. Работа над материалами должна сопровождаться записями. Обязательно на каждую выявленную работу заполняют карточку, где записываются данные о книге или журнале, краткое содержание работы. После подбора источников проводится оценка и отсев малоценного материала. Работы, необходимые для обзора, внимательно изучаются, из них отбирается нужный материал для включения в обзор. Завершается работа по изучению материалов составлением обзора. В последнем приводятся различные технические решения, сведения о перерабатываемом материале, его свойствах и областях применения, оборудовании, дается сравнительный анализ и выводы о возможности их использования для решения задач, разрабатываемых в проекте. На основе литературных данных дается выбор технологической схемы производства, применяемого оборудования, материалов и технических решений в проекте. Необходимо отметить, что качество проекта во многом определяется тем, насколько широко, глубоко и квалифицированно собрана и отобрана научно-техническая информация по теме проекта. Никакой ценности для проектирования не представляет простое переписывание общепринятых сведений из учебников. Объем аналитического обзора – 15…20 с.

4.6. Технико-экономическое обоснование проекта (ТЭО). Задача раздела – установление наилучшей технической возможности, экономической целесообразности и экологической безопасности модернизации или расширения, или технического перевооружения, или совершенствования технологии действующего производства, или альтернативного проекта строительства нового цеха.

Работу над ТЭО необходимо начать еще в период прохождения технологической и преддипломной практик на предприятии, во время которой студент должен изучить и собрать фактические технико-экономические показатели работы цеха (производства) за год или не менее чем за два последних квартала:

* производственная структура цеха, схема управления;
* источники снабжения цеха сырьем, полуфабрикатами и энергоресурсами;
* основные потребители продукции;
* объем произведенной продукции в натуральных и условных единицах;
* производительность основных агрегатов цеха в единицу времени (т/г., тыс. шт/г., м3/ч, м2/ч);
* простои оборудования по различным причинам;
* организация обслуживания оборудования;
* штат работников цеха по категориям и профессиям;
* организация труда в цехе;
* расстановка рабочих в цехе, совмещение профессий, организация рабочих мест, многоаппаратурное обслуживание;
* организация заработной платы трудящихся цеха (тарифные ставки и сетки, формы оплаты труда рабочих, система премирования);
* производительность труда рабочих цеха.

В процессе изучения вопросов организации производства необходимо использовать производственный паспорт цеха.

По вопросам экономики производства:

* состав производственных фондов действующего цеха и их стоимость по элементам, нормы амортизационных отчислений;
* калькуляция себестоимости плановая и фактическая на единицу продукции, анализ выполнения плана по себестоимости;
* резервы роста производительности труда.

Обязательным условием выполнения данного раздела является рассмотрение не менее двух вариантов мероприятий – основного и альтернативного. Материалы, собранные студентом на преддипломной практике, будут служить основой технико-экономического обоснования проекта и основой для выполнения экономической части дипломного проекта.

При прохождении технологической практики изучаются технологические и экономические вопросы производства и собирается материал для выполнения курсового проекта по технологии и оборудованию производства изделий из пластмасс и композиционных материалов.

4.6.1. Технико-экономическое обоснование нового производства по переработке пластмасс. На основе общих принципов размещения предприятий промышленности следует рассмотреть и обосновать следующие вопросы:

* оценка потребности в данном виде продукции в экономическом районе;
* определение номенклатуры и производственной программы (мощности) проектируемого цеха (производства), отдельных агрегатов, выбор способа переработки и технологического процесса;
* характеристика района и места организации нового производства;
* обеспечение основными видами сырья, полуфабрикатами, трудовыми и энергоресурсами.

По выбранному пункту должны быть выполнены соответствующие укрупненные расчеты на годовую производственную мощность.

4.6.2. Технико-экономическое обоснование реконструкции, расширения, технического перевооружения, модернизации, совершенствования технологии действующего цеха (производства). Наращивание производственной мощности (объема производства продукции или объема переработки сырья) путем реконструкции, расширения, технического перевооружения, модернизации или совершенствования технологии действующего цеха (производства), направленное на решение технико-экономических задач по повышению качества продукции или экономии сырьевых и энергетических ресурсов, или экологической безопасности, отличается от нового строительства меньшими удельными капитальными затратами, более короткими сроками строительства, меньшим сроком окупаемости дополнительных капитальных вложений. Исходя из этих особенностей, следует выполнить следующее обоснование:

* оценка потребности в данном виде продукции в экономическом регионе;
* определение наращиваемой производственной мощности реконструируемого цеха, производительной мощности отдельных агрегатов, оценка технологического процесса;
* характеристика действующего предприятия, возможности расширения цеха, наличие свободной производственной площади и др.;
* обеспеченность основными видами сырья, трудовыми и энергоресурсами.

По всем перечисленным пунктам должны быть выполнены расчеты по укрупненным показателям и сделан вывод о целесообразности и возможности реконструкции, расширения, технического перевооружения и т.п. конкретного цеха (производства).

4.7. Технологическая часть

4.7.1. Характеристика готовой продукции. Согласно ГОСТ 15467-80 качество продукции – это совокупность свойств продукции, которая обусловливает ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. Важно, чтобы изделие было надежным и долговечным в эксплуатации и отвечало эстетическим требованиям.

Для конструкционных изделий из полимерных материалов при организации выпуска новой продукции в случае необходимости в подразделе 6.4 ПЗ осуществить дизайнерскую и конструктивную проработку изделия [7, 8].

Дается подробная характеристика выпускаемой продукции, химического и физического состава, показателей качества и методов контроля по ГОСТ или ТУ, гарантийных сроков хранения продукции, упаковки и транспортировки ее. Если вводятся новые методы контроля качества, то дается обоснование их применения. Указываются пункты назначения и отправления готовой продукции, ее планируемая стоимость.

4.7.2. Исходное сырье и материалы. При выборе полимерного материала следует исходить из назначения изделия, условий его эксплуатации и метода изготовления. Необходимо стремиться к наиболее полному использованию возможностей материла при его минимальной стоимости и дефицитности. Выбор материала начинают с анализа условий эксплуатации и физико-механических свойств. Сопоставить требуемые эксплуатационные свойства с показателями имеющихся материалов – это значит правильно выбрать марку, гарантирующую работоспособность изделия, а следовательно, и всей конструкции в целом в течение всего периода работы [9-13].

Приводятся подробная характеристика основного сырья, вспомогательных материалов и полуфабрикатов, требования к их качеству согласно показателей ГОСТ или ТУ по химическому и физическому составу и свойствам; показатели, обязательные для входного контроля качества и методы их определения. Если вводятся новые методы входного контроля, то дается обоснование их применения. Обосновывается обеспеченность производства сырьем и приводятся его поставщики, условия транспортировки и хранения, действующие или планируемые цены на сырье и материалы.

4.7.3. Описание технологического процесса. В проекте реконструкции действующего производства используется существующая технологическая схема производства, куда вносятся необходимые изменения и дополнения с учетом мероприятий, разработанных в технико-экономическом обеспечении проекта. В тех случаях, когда технология меняется полностью (проект нового производства), должна быть выбрана наиболее современная схема, разработанная на основе новейших достижений науки и техники.

В ПЗ проекта обязательно приводится технологическая схема производства, аналогичная технологической схеме, выполненной на чертеже. Затем дается краткое и четкое описание технологической схемы в соответствии с графическим изображением и указанием позиций оборудования. При этом приводятся технологические режимы производства, в том числе и режимы вспомогательных операций (подготовка сырья, механическая обработка и т.п.). Кратко описываются и физико-химические процессы, протекающие при переработке полимерного сырья и получении готовой продукции.

4.7.4. Технологический контроль производства. Материал в этом подразделе приводится в виде табл. 4.1.

Таблица 4.1. Технологический контроль производства

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Стадия процесса, контролируемый параметр | Рабочее  значение  параметра | Метод,  приборы  контроля | Точка  отбора  проб | Периодичность  контроля | Кто  контролирует |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

В этой таблице приводятся сведения контроля всех технологических параметров по всей технологической схеме. В разделе приводится лабораторный контроль технологического процесса с описанием методик анализа, приборов со ссылкой на ГОСТ или ТУ.

4.7.5. Виды брака продукции, его причины и методы устранения. Обычно подраздел выполняется в виде табл. 4.2, в которой характеризуются возможные причины брака.

Таблица 4.2. Виды брака продукции, его причины и методы устранения

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Виды брака | Причины брака | Методы устранения |
| 1 | 2 | 3 |

Следует учесть, что мероприятия по устранению брака в проекте должны быть направлены на улучшение качества готовой продукции и технологии ее производства. Следовательно, многие виды брака, существующие в базовом варианте производства, в проекте могут быть устранены. При этом описываются технические решения по устранению существующих причин брака.

4.7.6. Безопасное ведение процесса. Дается анализ возможных неполадок в работе оборудования, которые могут привести к аварийным ситуациям, и меры по их устранению. Данный подраздел также может быть представлен в виде таблицы с соответствующими колонками: возможные неполадки и меры их предотвращения и устранения.

4.7.7. Переработка отходов производства и экологическая оценка технологических решений. В данном подразделе указываются места образования возвратных и безвозвратных отходов в технологическом процессе производства готовой продукции. Предлагаются технические решения по их переработке или утилизации (технология и схема переработки, оборудование и т.д.). Данные технические решения должны быть обоснованы и увязаны с материальными и экономическими расчетами соответствующих разделов проекта.

Следует обратить внимание, что в цехах по переработке пластмасс и полимерных композиционных материалов вопросы охраны окружающей среды имеют большое значение. В разделе должны быть конкретно, применительно к разрабатываемому в проекте производству, освещены следующие вопросы:

* характеристика производства с точки зрения влияния на окружающую среду (потенциальные источники загрязнения атмосферного воздуха и окружающей среды): газовые и пылевые выбросы, ПДК и ПДВ в воздушной среде, отходы производства, места их образования и хранения, состав и характеристика, количество, вредность, сточные воды;
* состояние охраны окружающей среды на действующем предприятии;
* конкретные мероприятия по очистке сточных вод, газовых и пылевых выбросов, утилизация отходов и т.п., разработанные в проекте (дать техническое решение с соответствующими расчетами и подбором оборудования и, если необходимо, с графической частью);
* оценить возможные капитальные затраты на охрану окружающей среды в экономической части дипломного проекта.

Основой для разработки технических решений по охране окружающей среды и вторичному использованию отходов могут служить рекомендации, изложенные в [14,15].

4.8. Материальный расчет производства

Для того, чтобы иметь правильное представление о потоках материалов на разных стадиях производства, о расходах сырья и материалов и их потерях, проводят материальный расчет. Для выполнения материальных расчетов рекомендуется методические указания [16-18]. На основании этого расчета определяются нормы расхода сырья и материалов (удельные, суточные, годовые). Материальный расчет производится в соответствии со схемой технологического процесса. Составляется схема материального потока проектируемого производства на основе норм расхода сырья и материалов, а также по проектируемой мощности производства готовой продукции. При проектировании нового производства в основу материальных расчетов должны быть заложены предельно допустимые нормативные коэффициенты технологических потерь и отходов [16-18].

В проектах по реконструкции, модернизации или совершенствованию производства при наличии конкретной выпускаемой продукции материальный расчет составляется на основании технических условий на продукцию, технологических регламентов базового варианта. Рекомендуется сравнивать расходные коэффициенты, принятые в базовом варианте, с расчетными (нормативными), которые являются показателем эффективности использования сырья. Материальный расчет заканчивается составлением схемы материального потока для каждого вида сырья и оформляется в виде сводной таблицы.

В процессе проектирования необходимо стремиться повышать уровень использования сырья при переработке за счет внедрения прогрессивных организационно-технических мероприятий, а следовательно, снижать коэффициенты расхода сырья по сравнению с базовыми.

Исходные данные для выполнения расчетов являются индивидуальными для каждого производства и готовой продукции.

Рекомендуется материальный расчет выполнить с применением ПЭВМ (“Microsoft Excel”).

4.9. Технологические расчеты, выбор основного и вспомогательного оборудования

4.9.1. Выбор и расчет технологических параметров процесса. Все технологические параметры процесса переработки полимерных материалов (температура, давление, время и др.) тесно взаимосвязаны между собой и, кроме того, зависят от технологических свойств перерабатываемого материала. Технологические параметры выбирают по материалам производственных практик (технических регламентов, технологических карт), справочным данным или рассчитывают с учетом свойств материалов, геометрии изделий, конструкции формующего инструмента [9, 16-28].

Выбор и расчет основных параметров процесса литья под давлением термопластов сводится к определению температуры инжекционного цилиндра литьевой машины по зонам, температуры расплава материала, впрыскиваемого в форму, температуры формы, удельного объема и плотности изделий, давления впрыска, давления в форме, основного времени цикла литья, вспомогательного неперекрываемого времени и нормы штучного времени.

Выбор и расчет основных параметров процесса экструзии термопластов сводится к определению температуры инжекционного цилиндра экструдера по зонам, температуры расплава в формующей головке, давления расплава на входе в формующую головку, производительности экструдера.

Выбор и расчет основных параметров процесса прессования реактопластов (компрессионного или литьевого) сводится к определению навески пресс-материала для формования изделия, температуры и времени предварительного подогрева, температуры прессования, времени выдержки, основного (технологического) времени прессования, вспомогательного неперекрываемого времени и нормы штучного времени, давления прессования и усилия пресса.

4.9.2. Выбор и расчет количества основного и вспомогательного оборудования. При выборе оборудования для проекта нужно исходить из того, что оборудование должно быть современным и высокопроизводительным, а также по возможности отечественного производства. Учитывая, что курсовой и дипломные проекты в основном будут связаны с такими методами переработки пластмасс и полимерных композиционных материалов, как литье под давлением, экструзия и прессование, то основными видами оборудования при получении изделий являются термопластавтоматы (литьевые машины), экструдеры (червячные прессы), гидравлические прессы [8, 9, 14, 29].

Основное оборудование выбирают по следующим параметрам:

* Литьевые машины по:
* расчетному объему впрыска (объему отливки);
* пластикационной производительности литьевой машины;
* давлению впрыска (давление на расплав полимера);
* усилию запирания формы;
* ходу подвижной плиты узла запирания формы;
* наибольшему расстоянию между плитами;
* расстоянию между колоннами.
* Экструзионные установки - по расчетной скорости отвода продукции в зависимости от ее типоразмера и пластикационной производительности экструдера.
* Гидравлические прессы - по расчетному усилию прессования.

Расчет количества основного и вспомогательного оборудования при переработке пластмасс литьем под давлением и прессованием выполняется с учетом трудоемкости изготовления изделий, определяемой продолжительностью цикла (литья или прессования), который складывается из основного (технологического) и вспомогательного неперекрываемого времени.

При наличии конкретной номенклатуры изготовления деталей расчет количества литьевых машин или прессов на выполнение годовой программы определяется исходя из нормы штучного времени и действительного годового фонда времени [16, 18].

Расчет количества литьевых машин или прессов при отсутствии номенклатуры прессуемых изделий выполняют, исходя из средней производительности, определенной при литье под давлением по полистиролу, при прессовании по фенопласту О3-010-02 [16, 18].

Расчет количества технологических линий по производству экструзионных материалов (рукавной и плоской пленок, листов, труб, шлангов, профилей) показан в [17].

Расчет количества вспомогательного оборудования приведен в [16-18].

После выполнения выше проведенных расчетов по каталогам или справочникам [8, 9, 14, 28, 29], рекламным проспектам заводов-изготовителей подбирается соответствующее оборудование. В разделе приводится спецификация основного и вспомогательного оборудования (таблица 4.3).

Таблица 4.3. Спецификация основного и вспомогательного оборудования

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип | Марка | Количест  во | Производительность,  кг/ч  (м3/ч) | Мощно-сть,  кВт | Масса,  кг | Коэффициент использования |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Литьевая машина  “Demag” | D40-151NC111 | 2 | 39,6 | 19 | 2500 | 0,88 |

4.9.3. Расчет норм обслуживания оборудования. Определяющим фактором при проектировании рабочего места литейщика, прессовщика или оператора экструзионных линий, нормировании их труда является норма обслуживания, которая выражается количеством литьевых машин, прессов, технологических линий, обслуживаемых литейщиком, прессовщиком или оператором в одну смену. Методики расчета обслуживания основного технологического оборудования приведены:

* по литьевым машинам в [16],
* по экструзионным установкам в [17],
* по гидравлическим прессам в [18].

4.9.4. Характеристика, тепловой и конструктивный расчеты формующей оснастки. Дается краткая техническая характеристика и принцип работы формующей оснастки (литьевой формы, экструзионной головки, калибрующей насадки, пресс-формы и т.п.), которая представлена в графической части проекта.

Для литьевых форм и калибрующих насадок дается их тепловой расчет и определяется расход охлаждающего агента (в кг/ч). Если данная оснастка обогревается, то рассчитывается расход теплоносителя, необходимый для установившегося режима ее работы. Примеры соответствующих расчетов приведены в [30].

Тепловой расчет пресс-формы при прессовании реактопластов сводится к определению количества тепла, необходимого для поддержания установившегося температурного режима прессования и определению количества тепла и времени разогрева пресс-формы до температуры прессования. Методики теплового расчета пресс-форм приведены в [26, 30].

При выполнении курсового и дипломного проектов конструктивный расчет формующей оснастки сводится к определению:

* возможности изготовления изделия из полимерного материала с заданной точностью;
* точности (точностной расчет), с которой должны быть изготовлены оформляющие детали оснастки, чтобы обеспечить получение изделия необходимой точности;
* возможности выполнения технологического уклона в пределах допуска, заданного на формуемое изделие.

Методики расчета исполнительных размеров формующих элементов оснастки представлены в [26, 30-32].

4.9.5. Компоновка оборудования и организация рабочих мест. Проекты на всех стадиях выполняются в соответствии со строительными нормами и правилами (СНиП), являющимися основными нормативными документами. Они предусматривают необходимые эксплуатационные качества зданий, санитарно-технический режим и пожарную безопасность при максимально возможной экономичности проектных решений.

Основные компоновочные решения производств изделий из пластмасс в дипломном проекте сводятся к определению производственной площади, занятой производственным оборудованием, транспортным оборудованием (контейнерами, рольгангами, пневмотранспортом и др.); тара с заготовками и готовой продукцией, которые находятся возле рабочих мест и оборудования.

Компоновочные решения производств по переработке пластмасс должны соответствовать принятой в технологическом процессе схеме транспортирования сырья и готовой продукции. В производстве литьевых, прессовых и выдувных изделий применяются прямоточные, петлеобразные и комбинированные схемы. В производстве экструзионных изделий всегда применяется прямоточная схема.

За основу компоновочных решений и организации рабочих мест, расчета численности рабочих основного производства берутся материалы преддипломной практики на предприятии, а также методы и подходы, изложенные в [14].

Компоновочные решения представляются в ПЗ и графической части дипломного проекта

* 1. Энергетическая часть

В данном разделе приводится расчет расхода электроэнергии, пара, воды, сжатого воздуха на технологические нужды.

4.10.1. Расчет расхода электроэнергии сводится к определению расхода силовой электроэнергии, потребляемой на технологические нужды основным и вспомогательным оборудованием, и на освещение как производственных, так административно-бытовых помещений.

Расход силовой электроэнергии, потребляемой электродвигателями каждого вида оборудования, рассчитывается по формуле:

, (4.1)



где *Wc*– количество электроэнергии, потребляемое электродвигателями данного вида оборудования, кВт.ч; *Nуст*– установленная мощность одного электродвигателя, кВт; *Ксп*– коэффициент спроса, учитывающий неодновременность работы всех электродвигателей и потери электроэнергии в электродвигателях и сети; *τд* – расчетное время работы электродвигателей в течение года, ч.

При укрупненных расчетах *Ксп*определяют по справочнику. Установленная мощность электродвигателей *Nуст* определяется по паспортным данным применяемого оборудования с учетом количества электродвигателей, установленных на нем.

Расход электроэнергии, потребляемой системой обогрева оборудования (литьевой машины, экструдера, пресс-формы и т.п.), определяется по мощности обогрева (по паспортным данным или на основании теплового расчета) и действительного фонда времени работы оборудования.

Данные расчета годовой потребности в силовой электроэнергии сводятся в таблице 4.4.

Потребность в электроэнергии на освещение определяется по выражению:

, (4.2)



где *Wосв*- годовое потребление электроэнергии на освещение помещением или производственным участком, кВт.ч/год; *Fi* – площадь помещения или участка, м2; *Kсп*- коэффициент спроса, учитывающий неодновременность работы сразу всех светильников; *τр*- продолжительность работы светильников в течение года, ч/год; *Pуд*- удельная мощность освещения, Вт/м2.

Удельная мощность *Pуд* принимается, исходя из норм минимальной освещенности по СНиП 23-05-95 “Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования”.

Время работы светильников на производственных участках рассчитывают исходя из количества рабочих дней и продолжительности работы светильников 8…10 ч/сут. Расчетное количество рабочих дней в коридорах и лабораториях – 335 дней, а для наружного освещения - 365 дней. Средняя продолжительность работы светильников принимается равной 13 ч.

Данные расчета годовой потребности в электроэнергии на освещение сводятся в таблице 4.5.

По таблицам 4.4 и 4.5 определяется общий годовой расход электроэнергии или на выполнение производственной программы.

4.10.2. Расчет годовой потребности в воде выполняется на основании укрупненных удельных норм расхода.

Общая годовая потребность в воде, т/г, составит:

Таблица 4.4. Расход силовой электроэнергии

| Номер по порядку  мерпо | Наименование  оборудования | Количество единиц оборудования | Серия и тип  электродвигателя | Мощность электродвигателя , кВт | Общее количество  электродвигателей | Установленная мощность , кВт | Коэффициент спроса | Расчетная мощность, кВт | Время работы оборудования, ч/год | Годовая потребность в электроэнергии, кВт.ч |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Пресс ДБ2430 | 4 |  | 5,5 | 4 | 12 | 0,9 | 10,8 | 2300 | 24840 |
| n |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Итого |  | | | | | | | | Σ |

Таблица 4.5. Расход электроэнергии на освещение

| Номер по порядку  мерпо | Наименование  помещения | Площадь помещения Fi, м2 | Удельная мощность освещения Pуд , Вт/м2 | Рабочая мощность, кВт | Коэффициент спроса Kсп  (Kсп аварийного освещения=0,1) | Продолжительность работы освещения τр, ч | Продолжительность работы аварийного освещения τа, ч | Годовая потребность в электроэнергии, кВт.ч |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | Производственные |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | Лаборатории |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | Вспомогательные |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | Административные |  |  |  |  |  |  |  |
| n |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Итого |  | | | | | | Σ |

, (4.3)



где *Втех* – расход воды на технологические нужды (охлаждение оборудования, см. п. 4.9.4.) определяется из теплового баланса работы оборудования; *Впож* – расход воды на противопожарные нужды, т/г, определяется по формуле:

, (4.4)



где 52 – количество календарных недель в расчетном году; 5 – время еженедельной проверки работы пожарных гидрантов, мин; *mн* и *mв*– количество наружных и внутренних пожарных гидрантов, один гидрант устанавливается на площадь 300…500 м2; 600 и 300 – норма расхода воды при еженедельных проверках пожарных гидрантов;

*Вбыт*- годовой расход воды на бытовые нужды, т/г, определяется по формуле:

, (4.5)



где 65 – общий расход воды на человека в смену, л (25 л - для хозяйственных целей и 40 л – для душевых установок); *m* – число людей, работающих в наиболее загруженную (дневную) смену; *n* – число смен в сутки; *Тр*– число рабочих дней в году.

4.10.3. Годовой расход пара, Гкал/г, определяется как сумма:

, (4.6)



где *Ртех* – расход пара на технологические нужды (нагрев оборудования, если применяется паровой обогрев) определяется из теплового баланса работы оборудования; *Рот* - годовой расход пара на отопление, Гкал/г, определяется по формуле:

, (4.7)



где *τсут* – число часов работы в сутки отопительной системы *(τсут* = 24 ч); *Тот* – период отопительного сезона данного географического района, дней (принимается по СНиП 2.04.05.91); *Рч*– часовой расход пара на отопление, Гкал/ч, можно определить на основании укрупненных расчетов, исходя из удельных показателей, рассчитанных на 1 т перерабатываемого сырья в год [33, см. Приложение]; *Рбыт*- расход пара на хозяйственно-бытовые нужды, Гкал/г, определяется по формуле:

, (4.8)



где *q* – норма расхода пара на одного человека в смену, (*q* = 0,0013 Гкал/чел, или 2,5 кг/чел); *m* – число людей, работающих в наиболее загруженную (дневную) смену; *n* – число смен в сутки; *Тр*– число рабочих дней в году.

Полученные укрупненные расчеты потребности в электроэнергии, воде, паре используются в экономической части дипломного проекта при расчете себестоимости продукции.

* 1. Автоматизация производственных процессов.

Данный раздел выполняется согласно методическим указаниям кафедры “Автоматизация производственных процессов” [34].

4.12. Безопасность жизнедеятельности

Данный раздел выполняется согласно методическим указаниям кафедры “Охрана труда” [35]. Рекомендуется использовать [36].

4.14. Экономическая часть.

Данный раздел готовится согласно методическим указаниям кафедры “Экономика и организация лесного комплекса ”.

4.15. Заключение.

В этом разделе даются краткие выводы по выполненному проекту или работе. Указывается объем выполненной работы, результаты, что автор внес нового в технологический процесс производства (механизация и автоматизация трудоемких процессов, увеличение мощности производства на существующих площадях с минимальными затратами, интенсификация технологического процесса, улучшение качества готовой продукции, снижение брака и производственных потерь, использование вторичных отходов и др.) полученные технико-экономические показатели производства в сравнении с базовым вариантом.

4.16. Литература (список использованных источников). Библиография в РПЗ указывается согласно ГОСТ 7.032-91 [37].

4.17. Приложения. В приложении обычно даются спецификации к чертежам и схемам, а также распечатка выполненных на ПЭВМ материальных, тепловых или других расчетов.

Основная литература по проектированию

1. Единая система конструкторской документации: Справ. пособие /С.С. Борушек, А.А. Волков, М.М. Ефимов и др. М.: Изд-во стандартов, 1989. 200 с.
2. Ведерникова М.И., Таланкин В.С., Панова Т.М. Общие требования к выполнению и оформлению курсовых и дипломных проектов (работ). Ч. 2. Требования к графической части. Екатеринбург: УГЛТУ, 2002.. 48 с.
3. Ведерникова М.И., Таланкин В.С., Юрьев Ю.Л. Нормоконтроль курсовых и дипломных проектов (работ). Екатеринбург: УГЛТУ, 2004. 35 с
4. СТП. 3-2001. Учебный процесс. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к оформлению текстовых конструктивных документов на изделия машиностроения, приборостроения и строительства в курсовых и дипломных проектах и работах. Введ. 16.04.2001. Екатеринбург: УГЛТА, 2001. 61 с.
5. Ведерникова М.И., Таланкин В.С., Панова Т.М. Общие требования к выполнению и оформлению курсовых и дипломных проектов (работ). Ч. 1. Требования к текстовой части. Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. 56 с
6. ГОСТ 2.105-95. Общие требования к текстовой документации. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1995. 37 с.
7. Бортников В.Г. Производство изделий из пластических масс: Учебное пособие для вузов в трех томах. Том 1. Теоретические основы проектирования изделий, дизайн и расчет на прочность. Казань: Изд-во “Дом Печати”. 2001. 246 с.
8. Справочник по технологии изделий из пластмасс / Г.В.Сагалаев, В.В. Абрамов, В.Н. Кулезнев, С.В. Власов и др. М.: Химия, 2000. 424 с.
9. Шембель А.С., Антипина О.М. Сборник задач и проблемных ситуаций по технологии переработки пластмасс: Учеб. пособие Л.: Химия, 1990. 272 с.
10. Калинчев Э.Л., Саковцева М.Б. Выбор пластмасс для изготовления и эксплуатации изделий: Справ. пособие. Л.: Химия, 1987. 416 с.
11. Каменев Е.И., Мясников Г.Д., Платонов М.П. Применение пластических масс: Справочник. Л.: Химия, 1985. 448 с.
12. Технические свойства полимерных материалов: Уч.-справ. пос. /В.К. Крыжановский, В.В.Бурлов, А.Д. Паниматченко, Ю.В. Крыжановская. – СПб., Изд-во “Профессия”, 2003, - 240 с.
13. Макаров В.Г., Коптенармусов В.Б. Промышленные термопласты: Справочник. М.: АНО “Издательство “Химия”, “Издательство “КолосС”, 2003. 208 с.
14. Оленев Б.А., Мордкович Е.М., Калошин В.Ф. Проектирование производств по переработке пластических масс. М.: Химия, 1982. 256 с.
15. Штарке Л. Использование промышленных и бытовых отходов пластмасс: Пер. с нем. /Под ред. В.А. Брагинского. Л.:Химия, 1987. 176 с.
16. Литвинец Ю.И. Основы материальных расчетов и выбора оборудования для переработки пластических масс литьем под давлением: Метод. указ. к практ. занятиям, курс. и диплом. проектированию. Екатеринбург: УГЛТА, 2001. - 44 с.
17. Литвинец Ю.И. Основы материальных расчетов и выбора оборудования для переработки пластических масс литьем экструзией: Метод. указ. к практ. занятиям, курс. и диплом. проектированию. Екатеринбург: УГЛТА, 2001. - 47 с.
18. Литвинец Ю.И., Мухин Н.М. Основы материальных расчетов и выбора оборудования для переработки пластических масс прессованием: Метод. указ. к практ. занятиям, курс. и диплом. проектированию. Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. - 49 с.
19. Бортников В.Г. Основы технологии переработки пластических масс: Учебное пособие для вузов. Л.: Химия, 1983. 304 с.
20. Бортников В.Г. Производство изделий из пластических масс: Учебное пособие для вузов в трех томах. Том 2. Технология переработки пластических масс. Казань: Изд-во “Дом Печати”. 2002. 399 с.
21. Основы технологии переработки пластмасс: Учебник для вузов /С.В. Власов, Э.Л. Калинчев, Л.Б. Кандырин и др./; Под ред. В.Н. Кулезнева и В.К. Гусева. М.: Химия, 1995. 528 с.
22. Техника переработки пластмасс /Под ред. Н.И. Басова и В. Броя. М.: Химия, 1985. 528 с.
23. Мухин Н.М. Методические указания по расчету времени выдержки при прессовании изделий из композиционных материалов и древесных пластиков. Свердловск, 1983. 31 с.
24. Дедюхин В.Г., Ставров В.П. Прессованные стеклопластики. М.: Химия, 1976. 272 с.
25. Ставров В.П., Дедюхин В.Г., Соколов А.Д. Технологические испытания реактопластов. М.: Химия, 1981. 248 с.
26. Дедюхин В.Г., Мухин Н.М. Методические указания по курсовому и дипломному проектированию для студентов специальности 2603 – специализации “Технология древесных плит и пластиков” /По “Технологии производства и переработки масс древесных прессовочных”. Свердловск, 1991. 43 с.
27. Брацыхин Е.А., Мидлин С.С., Стрельцов К.Н. Переработка пластических масс в изделия: Учеб. пособие для техникумов. М.-Л.: Химия, 1966. 400с.
28. Оборудование для переработки пластмасс: Справ. пособие /Под ред. В.К. Завгороднего. М.: Машиностроение, 1976. 407 с.
29. Рябинин Д.Д., Лукач Ю.Е. Смесительные машины для пластмасс и резиновых смесей. М.: Машиностроение, 1972. 272 с.
30. Пантелеев А.П., Шевцов Ю.М., Горячев И.А. Справочник по проектированию оснастки для переработки пластмасс. М.: Машиностроение, 1986. 400 с.
31. Демин Е. Н. Справочник по пресс-формам. Л.: Лениздат, 1967.. 386 с.
32. Лейкин Н.Н. Конструирование пресс-форм для изделий из пластических масс. М.-Л.: Машиностроение, 1966. 244 с.
33. Вентиляция и отопление цехов переработки пластмасс. / М.И. Гримитлин, Г.А. Смирнов, В.И. Филатов, Е.М. Эльтерман, Л.Е. Эльтерман, Л.М. Браиловский. Л.: Химия, 1983. 134 с.
34. Бабин А.И., Санников С.П. Методические указания по выполнению дипломного и курсового проектирования по курсу “Автоматика и автоматизация производственных процессов” для специальностей 2603 и 3302 очной и заочной форм обучения. Екатеринбург: УГЛТА, 1998. 20 с.
35. Лебедев А.Д. Методические указания к сбору материалов и составлению раздела “Безопасность и экологичность проекта” в дипломных проектах (работах) для студентов специальностей 2903, 3302, 3207. Екатеринбург: УГЛТА, 2000. 12 с.
36. Папаев С.Т. Охрана труда. М.: ИПК “Издательство стандартов”, 2003. 400 с.
37. ГОСТ 7.032-91. Система стандартов на информацию, библиографию и издание документов. Отчет о НИР. Структура и правила оформления. М.: Изд-во стандартов, 1991.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Удельные технико-экономические характеристики систем отопления и вентиляции предприятий по переработке пластмасс, рассчитанных на 1 т перерабатываемого сырья [33]

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Технологический процесс* | *V* | *L* | *Lм* | *N* | *Qв* | *Qо* | *Nгод* | *Qгод* |
| Прессование | 7 | 55 | 45 | 55 | 800 | 45 | 275 | 1690 |
| Литье под давлением | 8 | 45 | 35 | 40 | 600 | 140 | 200 | 1480 |
| Экструзия труб | 3 | 15 | 1 | 20 | 200 | 25 | 100 | 450 |
| Экструзия листа, вакуумформование | 4 | 25 | 15 | 25 | 400 | 45 | 125 | 890 |
| Экструзия пленки | 1,5 | 10 | 0,5 | 10 | 100 | 10 | 50 | 220 |
| Декорирование пленки | 0,3 | 3 | 1 | 3 | 30 | 5 | 15 | 70 |
| Переработка отходов | 0,2 | 0,5 | 0,2 | 2 | 5 | 4 | 10 | 18 |

*V* – удельный объем помещения производства, м3;

*L* - удельный расход приточного воздуха, м3/ч;

*Lм* – удельный расход удаляемого отсосами воздуха, м3/ч;

*N* – удельная установочная мощность вентиляционных агрегатов, Вт;

*Qв* – удельная теплопроизводительность установок вентиляции, Вт;

*Qо* - удельная теплопроизводительность установок отопления, Вт;

*Nгод* – удельный расход электроэнергии, кВт.ч;

*Qгод* - удельный расход тепла, кВт.ч.

При определении удельных годовых расходов продолжительность работы вентиляционных систем принята 6000 ч/год, а продолжительность потребления тепла - 2000 ч/год.