



Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Машины и технология литейного производства»

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ОСНАСТКИ И ОБОРУДОВАНИЯ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к курсовой работе для студентов
специальности 1-36 02 01 «Машины
и технология литейного производства»
заочной формы обучения**

Электронный аналог печатного издания

Гомель 2007

УДК 658.512.011.56(075.8)
ББК 32.965я73
С40

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
заочного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 5 от 28.03.2006 г.)*

Автор-составитель: *А. В. Ткаченко*

Рецензент: канд. физ.-мат. наук, доц. каф. «Обработка материалов давлением»
ГГТУ им. П. О. Сухого *О. М. Остриков*

С40 **Системы** автоматизированного проектирования технологических процессов, оснастки и оборудования : метод. указания к курсовой работе для студентов специальности 1-36 02 01 «Машины и технология литейного производства» заоч. формы обучения / авт.-сост. А. В. Ткаченко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2007. – 26 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц; 32 Mb RAM; свободное место на HDD 16 Mb; Windows 98 и выше; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://gstu.local/lib>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-420-596-0.

Содержат основные требования, предъявляемые к структуре, содержанию, оформлению курсовой работы в соответствии с ГОСТ, ЕСКД.

Для студентов специальности 1-36 02 01 «Машины и технология литейного производства» заочной формы обучения.

УДК 658.512.011.56(075.8)
ББК 32.965я73

ISBN 978-985-420-596-0

© Ткаченко А. В., составление, 2007
© Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», 2007

ВВЕДЕНИЕ

При современном уровне развития техники машины являются неотъемлемой частью любого вида производства. Повышая производительность труда и качество выпускаемой продукции, машины обеспечивают высокие темпы развития всех отраслей народного хозяйства.

Литейное производство является одной из важнейших отраслей машиностроения. В различных конструкциях современных машин и приборов около 60–80 % по массе деталей представляют собой отливки из стали, чугуна, медных, алюминиевых, магниевых и других сплавов. Особенно большое место занимают отливки в конструкциях металлургического оборудования, турбин, кузнечно-прессовых машин, металлорежущих станков. В такой отрасли, как станкостроение, литые детали составляют до 90 % общей массы заготовок. Широкому распространению литейное производство обязано своими преимуществами по сравнению с другими способами изготовления заготовок. С помощью различных методов литья можно из любых металлов и их сплавов получать изделия сложной конфигурации, большинство из которых невозможно получить, например, штамповкой, ковкой или механической обработкой.

Масса отливок может изменяться в значительных пределах – от нескольких граммов до десятков и даже сотен тонн. Стоимость литой заготовки или детали, как правило, меньше, чем изготовленные другими методами. Отливка может представлять собой вполне законченную деталь или заготовку, подвергаемую затем механической обработке.

К основным направлениям формирования конкурентно-способной производственной структуры в мировой практике относят компьютеризацию подготовки производства машиностроительных отраслей и внедрение в производство систем компьютерного проектирования технологической оснастки и моделирования технологических процессов.

Это особенно важно для литейного производства, когда необходимо в кратчайшие сроки осваивать большую номенклатуру отливок.

Стратегическим направлением внедрения современных компьютерных технологий в машиностроении стала реализация сквозных цепочек проектирования и подготовки производства по наиболее распространенным технологическим процессам (например, сквозной процесс для литейных изделий – от концептуальной разработки детали до программ для изготовления оснастки и от моделированного на компьютере технологического процесса литья). Как показывает миро-

вой опыт, создание и развитие на предприятиях интегрированных систем является долговременной стратегией промышленно развитых государств, направленной на повышение эффективности производства. Основные преимущества интегрированных систем:

- быстрое освоение производством высокоэкономичных, экологически чистых образцов новой техники и новых технологий;
- повышение качества выпускаемой продукции;
- снижение материальных и финансовых затрат в производстве;
- повышение производительности труда.

Системы автоматизированного проектирования и технологической подготовки производства являются главной составной наукоемкой частью любой интегрированной производственной среды. Создание и внедрение на предприятиях Республики Беларусь интегрированных систем автоматизированного проектирования является одним из наиболее важных факторов эффективной работы промышленных предприятий.

Основная функция САПР – осуществление автоматизированного проектирования на всех или отдельных стадиях проектирования объектов и их составных частей на основе применения математических и других моделей, автоматизированных проектных процедур и средств вычислительной техники.

Автоматизированное проектирование заключается в том, что отдельные преобразования описаний на различных языках осуществляются путем взаимодействия человека и ЭВМ. В САПР могут осуществляться процедуры автоматического проектирования, при которых преобразование и представление описаний объекта проектирования выполняются без участия человека. Функционирование САПР должно обеспечивать получение проектных решений, то есть промежуточных или конечных описаний объекта проектирования, достаточных для дальнейшего рассмотрения или окончания процесса. Результатом проектирования в САПР является совокупность законченных проектных решений, удовлетворяющая заданным требованиям, необходимым для создания объекта проектирования. Функционирование САПР должно обеспечивать получение проектных документов, выполненных в заданной форме и содержащих проектные решения или результаты проектирования.

Составными структурными частями САПР являются подсистемы, обладающие всеми свойствами системы и создаваемые как самостоятельные системы (ГОСТ 234501.0–79). По назначению подсистемы САПР разделяют на два вида: проектирующие и обслуживающие.

Проектирующие подсистемы выполняют проектные процедуры и операции, например: подсистема проектирования деталей и сборочных единиц; подсистема технологического проектирования; подсистема проектирования частей зданий и сооружений.

Обслуживающие подсистемы предназначены для поддержания работоспособности проектирующих подсистем, например: подсистема документирования, подсистема информационного поиска.

В зависимости от отношения к объекту проектирования различают два вида проектирующих подсистем: объектно-ориентированные (объектные) и объектно-независимые (инвариантные).

Объектные подсистемы выполняют одну или несколько проектных процедур или операций, непосредственно зависящих от конкретного объекта проектирования.

Инвариантные подсистемы выполняют унифицированные проектные процедуры и операции.

При выполнении курсовой работы применяются следующие программы: Excel, MathCAD, AutoCAD.

MathCAD. Системы MathCAD традиционно занимают особое место среди множества таких систем (Eureka, Mercury, MatLAB, Mathematica 2 и 3, Maple V R3 и R4 и др.) и по праву могут называться самыми современными, универсальными и массовыми математическими системами. Они позволяют выполнять как численные, так и аналитические (символьные) вычисления, имеют чрезвычайно удобный математико-ориентированный интерфейс и прекрасные средства графики. Системы, начиная с версии 3.9, работают под управлением графических операционных систем Windows 3.1/3.11, а новая версия MathCAD 7.0 – под Windows 95/NT.

Системы класса MathCAD предоставляют уже привычные, мощные, удобные и наглядные средства описания алгоритмов решения математических задач. Новейшая система MathCAD PLUS 7.0 PRO настолько гибка и универсальна, что может оказать неоценимую помощь в решении математических задач как школьнику, постигающему азы математики, так и академику, работающему со сложнейшими научными проблемами. Система имеет достаточные возможности для выполнения наиболее массовых символьных (аналитических) вычислений и преобразований.

Более 600 000 только зарегистрированных пользователей владеют ранними версиями системы MathCAD во всем мире, а с выходом новых версий системы это число заметно увеличится. Незарегистри-

рованных пользователей, пожалуй, еще больше. О системе с такой вычислительной мощностью, как у MathCAD 6.0/7.0 PRO, еще пару десятков лет назад не могли мечтать даже разработчики уникальной научной и космической аппаратуры. Но эта мощь не затрудняет удивительно простое и интуитивно предсказуемое общение с системой на общепринятом языке математических формул и графиков.

Велика роль систем класса MathCAD в образовании. Облегчая решение сложных математических задач, система снимает психологический барьер при изучении математики, делая его интересным и достаточно простым. Грамотное применение систем в учебном процессе обеспечивает повышение фундаментальности математического и технического образования, содействует подлинной интеграции процесса образования в нашей стране и наиболее развитых западных странах, где подобные системы применяют уже давно. Новые версии MathCAD позволяют готовить электронные уроки и книги с использованием новейших средств мультимедиа, включая гипертекстовые и гипермедиа-ссылки, изысканные графики (в том числе анимационные), фрагменты видеофильмов и звуковое сопровождение.

AutoCAD. Система AutoCAD разработана американской фирмой Autodesk в начале 80-х годов и была ориентирована на существовавшие в то время персональные компьютеры (PC XT, PC AT без сопроцессора и т. д.). Уже эти, по современным меркам, слабые версии вызывали интерес у конструкторов и чертежников, желавших автоматизировать свой труд хотя бы в части рисования на листе бумаги.

Широкое распространение системы в России началось с десятой версии, которая работала в операционной системе MS DOS, существовала как в английском, так и русском вариантах (как, впрочем, и в других национальных модификациях). Эта версия была уже достаточно развита, поскольку команды можно было вводить из командной строки или экранных, падающих и графических меню.

Одиннадцатая версия прошла сравнительно незаметно. Следующей популярной в России версией стала двенадцатая, которая обладала диалоговыми окнами даже в варианте для MS DOS (вариант для Windows 3.1 и Windows 95 тоже существовал, но не переводился на русский язык). В ней было появившееся еще в одиннадцатой версии «пространство листа», окончательно утвердившее AutoCAD как пространственную графическую систему, в которой, построив трехмерный объект, можно было вывести его виды (проекции) в расположенные на поле листа окна (видовые экраны) в необходимом масштабе.

Тринадцатая версия существовала сразу в двух вариантах (для MS DOS и Windows 95), причем на стадии инсталляции (установки на компьютер) можно было выбрать один вариант системы или установить сразу оба.

Четырнадцатая версия, вобрав в себя новшества тринадцатой, была сделана более компактной и быстрой, чем предыдущая. Она была рассчитана только на операционную систему Windows, поскольку эта система де-факто уже стала общеиспользуемой и устанавливалась на все новые персональные компьютеры.

Выполнение курсовой работы является необходимым этапом подготовки и обучения студентов, становления их как высококвалифицированных специалистов и играет важную роль в формировании самостоятельного творческого мышления студента. Курсовая работа представляет собой комплексную работу студента, которая выполняется на основе теоретических и практических знаний, накопленных в процессе обучения дисциплине «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, оснастки и оборудования». Она является многоцелевым элементом учебного процесса и позволяет привить студентам навыки и умения в решении конкретной прикладной задачи с применением обоснованно выбранной компьютерной системы.

1. ЦЕЛИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа по дисциплине «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, оснастки и оборудования» призвана реализовать несколько целей, основными из них являются следующие:

- углубление и расширение теоретических знаний в данной предметной области;
- овладение навыками самостоятельного решения прикладной инженерной задачи с использованием компьютерных систем;
- получение навыков разработки конструкторской документации с использованием компьютерных систем в соответствии с требованиями ГОСТ, ЕСКД.

2. ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Курсовая работа должна иметь следующую структуру:

- титульный лист;
- задание по курсовой работе;
- содержание;

- основная часть;
- список использованной литературы;
- приложения (при необходимости).

Стандартный вид титульного листа для расчетно-пояснительной записки к курсовой работе приведен в Приложении 1. В Приложении 2 представлен пример заполненного листа задания по курсовому проектированию.

Содержание включает наименование всех разделов и подразделов с указанием номеров начальных страниц, на которых размещаются эти наименования.

Основная часть содержит шесть разделов.

В *первом разделе* приводится технико-экономическое обоснование выбора технологического процесса изготовления отливки. Исходя из заданной в задании серийности изготовления отливки, производится выбор плавильного и формовочного оборудования, обосновывается целесообразность их выбора и применения.

Во *втором разделе* излагается анализ технологичности конструкции отливки. Анализируются геометрические характеристики детали и материал отливки. На основе анализа геометрии выбирается плоскость разъема отливки и количество стержней, необходимых для оформления внутренней поверхности (отверстий). Учитывая класс точности, предъявляемый к отливке, уточняется плоскость разъема, выбираются припуски на механическую обработку, уклоны, литейные радиусы, а также тип литниковой системы.

В *третьем разделе* проводится расчет металлической шихты для получения требуемого химического состава жидкого металла с учетом угара и пригара элементов при плавке. Угар и пригар зависят от выбора плавильного оборудования, проведенного в первом разделе. Расчет шихты проводится с применением программы Excel.

В *четвертом разделе* проводится выбор и расчет литниковой системы с применением системы MathCAD. Исходя из серийности отливки, точности изготовления, габаритных размеров опоки для выбранного способа формовки проводится расчет питателей, шлакоуловителей, стояка и чаши-воронки.

В *пятом разделе* на основе данных о металлоемкости формы, площади литниковой системы проводится расчет веса груза, необходимого для нагружения верхней полуформы. Расчет веса груза выполняется с применением системы MathCAD.

В шестом разделе на основании данных об объеме отливки, теплофизических свойствах металла и формы проводится расчет продолжительности затвердевания и охлаждения отливки. Расчет выполняется с применением системы MathCAD.

Список использованной литературы составляется в порядке ссылки на источники в тексте пояснительной записки и оформляется согласно требованиям ГОСТ 7.1–2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

Приложение содержит спецификации к чертежам и технологическую карту изготовления отливки.

3. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

3.1. Требования к оформлению текстового документа

Текстовый материал пояснительной записки к курсовой работе должен быть оформлен в соответствии с действующим стандартом на оформление текстовых документов ГОСТ 2.105–95. Пояснительная записка должна быть написана с помощью компьютерных средств.

Текст пояснительной записки должен отвечать следующим требованиям:

- при оформлении пояснительной записки с применением текстовых редакторов, печатающих и графических устройств вывода ПЭВМ рекомендуется использовать шрифт *Times New Roman Cyr* размером 14 пунктов, отступ для первой строки 15–17 мм, междустрочный интервал – одинарный;

- для акцентирования внимания на определенных терминах, формулах разрешается использование компьютерных шрифтов разной гарнитуры в соответствии с ГОСТ 7.32–2001;

- опечатки, опiski и графические неточности, обнаруженные в процессе написания работы, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста.

3.2. Нумерация страниц, рубрикация текста

Страницы, разделы, подразделы, пункты, рисунки, таблицы, формулы нумеруются арабскими цифрами без знака №.

Первой страницей работы является титульный лист, который включают в общую нумерацию страниц курсовой работы. На титуль-

ном листе номер страницы не ставят, на последующих листах номер проставляют в нижнем углу рамки без точки в конце.

4. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ЧЕРТЕЖЕЙ

К чертежам предъявляются следующие требования:

- чертежи должны быть выполнены на листе формата А1 или А2 с применением пакетов программ «AutoCAD» или «Компас»;
- чертежи должны содержать необходимое количество видов, сечений, разрезов, позволяющих получить полное представление об отливке, монтаже моделей и литниковой системы, стержневом ящике;
- чертежи должны быть выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ, ЕСКД [1]–[6].

Пример выполнения чертежей приведен в Приложениях 3, 4, 5.

5. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

5.1. Техническо-экономическое обоснование выбора технологического процесса

Для разработки технологического процесса был получен чертёж детали «Корпус».

Основными процессами литейного производства являются: плавка сплава, изготовление форм, заливка сплава в формы, охлаждение, выбивка, очистка, обрубка отливок, термическая обработка и контроль качества.

Чугун плавят в вагранке, электрических и пламенных печах. Плавильные печи должны обеспечивать: получение металла требуемого химического состава, низкий удельный расход топлива и электроэнергии, заданную температуру, минимальное насыщение металла вредными газами и примесями. Высокопрочный чугун ВЧ45 для отливки «Корпус» получают из серого чугуна модифицированием. Серый чугун плавят в индукционной печи. В настоящее время индукционные печи находят широкое применение в металлургии и машиностроении. Плавка в индукционных печах характеризуется небольшим угаром легирующих элементов, высоким электрическим КПД, точным регулированием температуры металла. Недостатком печей является холодный, плохо перемешиваемый шлак, что не позволяет проводить процессы рафинирования. Стойкость футеровки в печах невысокая.

Для изготовления форм под отливку применяют автоматическую линию импульсной формовки (АЛИФ).

В условиях массового производства автоматические линии обладают высокой производительностью, практически полностью устраняют ручной труд, позволяют получить отливки высокого качества.

Основной способ изготовления отливок – литьё в песчано-глинистые формы, в которых получают около 80 % общего количества отливок.

5.2. Анализ технологичности конструкции отливки

У отливки «Корпус Т00.02.01.015» плоскость разъема проходит по оси симметрии и делит отливку на две симметричные части. Отливка имеет один стержень, выполненный из горячетвердеющей смеси. Она состоит из пересечения прямоугольников и цилиндра, тем самым, представляя сложное геометрическое тело с разными размерами.

Данная отливка изготавливается из высокопрочного чугуна ВЧ45. Высокопрочный чугун с шаровидной формой графита широко распространён как материал для получения самых разнообразных отливок. Основными потребителями его являются различные отрасли машиностроения (автомобильная, тракторная, станкостроительная и др.).

Литейные свойства высокопрочного чугуна значительно лучше, чем других сплавов. Это позволяет применять его для тонкостенных отливок и определяет сравнительную простоту технологических процессов и высокий коэффициент выхода годного сплава.

У высокопрочного чугуна небольшая усадка по сравнению со сталью, что уменьшает возникновение напряжений в отливке. Наличие кремния и марганца повышает механические и литейные свойства чугуна.

Присутствие серы снижает литейные свойства чугуна, делает его вязким, плохо заполняющим форму, увеличивает твёрдость и хрупкость.

Фосфор снижает сопротивление отливок ударным нагрузкам, но он повышает литейные свойства, улучшает жидкотекучесть.

Данная отливка относится к III группе сложности.

Отливки III группы сложности – отливки средней сложности. Они имеют коробчатую, цилиндрическую или смешанную форму. Наружные поверхности прямолинейные или криволинейные с наличием рёбер, муфт, фланцев с отверстиями и углублениями сравнительно сложной конфигурации.

Поверхности механически обрабатываются с двух-трех прилегающих одна к другой сторон.

Требования к отливке «Корпус Т00.02.01.015» высокие. Не допускаются раковины, трещины, вмятины, заусенцы и другие поверхностные дефекты.

Для питания массивной части устанавливаются питающие бобышки.

Анализируя данную отливку, можно сделать заключение, что она достаточно технологична.

5.3. Расчет шихты

Для обеспечения заданного химического состава и качества выплавляемого чугуна следует рассчитать шихту по принятому химическому составу жидкого чугуна с учетом угара элементов при плавке.

Шихту рассчитывают на 100 кг металлической завалки. Масса металлической шихты или завалки на данную программу складывается из масс:

- годных отливок, необходимых по программе на месяц, квартал, год или плавку;
- бракованных отливок – брака внутреннего или внешнего, т. е. обнаруженного в литейном и механическом цехах;
- литников, выпоров, прибылей;
- угара и механических потерь металла при разливке.

Угар примесей в чугуне зависит от абсолютного содержания их в шихте и от режима плавки.

Серый чугун, используемый для получения высокопрочного чугуна, должен иметь определенный состав (табл. 5.1).

Таблица 5.1

C, %	Si, %	Mn, %	P, ≤	S, ≤	Cr
3,6–3,8	2,0–2,2	0,7–0,9	0,2	0,02	до 1,5

Угар элементов при плавке в индукционной печи: 10 % Si; 20 % Mn; 30 % S; 5 % C; 30 % Cr.

Рассчитаем состав шихты, т. е. определим процентное содержание компонентов в шихте. В соответствии с заданием шихту составляем из компонентов с учетом имеющихся шихтовых материалов и химического состава, подбираем массу отдельных компонентов.

Содержание элементов проверяем расчетом (табл. 5.2).

Таблица 5.2

Расчет шихты

Наименование материала	Марка	Расход материала, %	Содержание элементов											
			C		Si		Mn		S		P			
			материал	шихта	материал	шихта	материал	шихта	материал	шихта	материал	шихта		
Чугун перелдильный	ПЛ1	30	4	1,2	1,2	0,36	0,6	0,18	0,01	0,003	0,08	0,024		
Лом стальной	A1	13	0,5	0,065	0,4	0,052	0,55	0,0715	0,01	0,0013	0,02	0,0026		
Лом чугунный	17A	25	3,3	0,825	2,2	0,55	1,45	0,3625	0,04	0,01	0,1	0,025		
Чугун литейный	Л-2	32	3,9	1,248	3,2	1,024	0,5	0,16	0,02	0,0064	0,08	0,0256		
<i>Итого в металле</i>		100	-	3,338	-	1,986	-	0,774	-	0,0207	-	0,0772		
Ферросилиций	ФС-75	0,35	0,1	0,00035	75	0,2625	0,4	0,0014	0,03	0,000105	0,05	0,000175		
Силикомарганец	СМн-45	0,5	7	0,035	2	0,01	45	0,225	0,01	0,00005	0,06	0,0003		
<i>Итого в шихте</i>			-	3,37335	-	2,2585	-	1,0004	-	0,020855	-	0,077675		
Угар/пригар (+/-)			-	0,32	-	-0,1	-	-0,2	-	0,01	-	0		
<i>Итого в шихте с ферросилицием</i>			-	3,69335	-	2,1585	-	0,8004	-	0,030855	-	0,077675		
Требуемый химический состав			-	3,6-3,8	-	2,0-2,2	-	0,7-0,9	-	до 0,02	-	до 0,2		

Содержание в чугуна основных элементов в % выражается следующими уравнениями:

$$C = (1,3 + 0,00238 \cdot t_{me} + 0,027 \cdot Mn_{me} - 0,317 \cdot Si_{me} - 0,33 \cdot P_{me} - 0,365 \cdot S_{me}) \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \gamma; \quad (5.1)$$

$$Si = 0,24 + 1,093 \cdot Si_{ш} - 0,08 \cdot CaCO_3 - 0,064 \cdot FeO; \quad (5.2)$$

$$Mn = -0,013 + 0,852 \cdot Mn_{ш} + 0,006 \cdot CaCO_3 - 0,002 \cdot FeO; \quad (5.3)$$

$$S = -0,008 + 1,349 \cdot S_{ш} + 0,018 \cdot CaCO_3 - 0,003 \cdot FeO. \quad (5.4)$$

Реализация данного расчета с применением программы Excel приведена на рис. 5.1.

№ п/п	Наименование материала	Марка	Расход материала в %	Содержание элементов									
				C		Si		Mn		S		P	
				мат	ших	мат	ших	мат	ших	мат	ших	мат	ших
1	Чугун перелыйный	ПЛ1	30	4	1,2	1,2	0,36	0,6	0,18	0,01	0,003	0,08	0,024
2	Лом стальной	A1	13	0,5	0,065	0,4	0,052	0,55	0,0715	0,01	0,0013	0,02	0,0026
3	Лом чугуный	17A	25	3,3	0,825	2,2	0,55	1,45	0,3625	0,04	0,01	0,1	0,025
5	Чугун литейный	Л-2	32	3,9	1,248	3,2	1,024	0,5	0,16	0,02	0,0064	0,08	0,0256
Итого в металле:					3,338		1,986		0,774		0,0207		0,0772
6	Ферросилиций	ФС-75	0,35	0,1	0,00035	75	0,2625	0,4	0,0014	0,03	0,000105	0,05	0,000175
7	Силикомарганец	СМн-45	0,5	7	0,035	2	0,01	45	0,225	0,01	0,00005	0,06	0,0003
Итого в шихте:					3,37335		2,2585		1,0004		0,020855		0,077675
Угар/пригар(+/-)					0,32		-0,1		-0,2		0,01		0
Итого в шихте с ферросилицием:					3,69335		2,1585		0,8004		0,030855		0,077675
Требуемый хим. Состав					3,6-3,8		2,0-2,2		0,7-0,9		до 0,02		до 0,2

Рис. 5.1. Расчет шихты

5.4. Выбор и расчет литниковой системы

Одним из важнейших условий получения качественной отливки является правильное устройство литниковой системы. Литниковая система служит для плавного подвода расплава в полость литниковой формы и питания отливок в процессе затвердевания.

Правильно построенная литниковая система должна обеспечивать хорошее заполнение формы расплавом и питание отливки в процессе ее затвердевания; способствовать получению отливки с точными размерами, без поверхностных дефектов (засоров, ужимин, шлаковых включений и др.) и направленному затвердеванию отливки, расход металла на литниковую систему должен быть минимальным.

Литниковые системы с подводом расплава по плоскости разъема наиболее просты, их широко применяют для большинства отливок. При использовании этой литниковой системы следует учитывать массу расплава и его давление на стенки формы, которое зависит от стояка.

Расчет литниковой системы по способу Озанна–Диттерта. Находим сечение питателя, а затем размеры остальных элементов литниковой системы: стояка и шлакоуловителя.

Сечение питателя находим по формуле

$$F_n = \frac{G}{\rho \cdot t \cdot \mu \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_p}}, \quad (5.5)$$

где G – масса отливки, г; ρ – плотность расплава, г/см³ (для чугуна $\rho = 7$ г/см³); t – продолжительность заливки, с; μ – коэффициент расхода; g – ускорение свободного падения, $g = 981$ см/с²; H_p – расчетный статический напор, см.

Неизвестными в формуле являются H_p , μ и t .

Расчетный статический напор зависит от размера отливки, который определяют из соотношения

$$H_p = H - \frac{P^2}{2 \cdot C}, \quad (5.6)$$

где H – высота стояка от места подвода расплава в форму, см; C – высота отливки, см; P – высота отливки от места подвода расплава в форму, см.

$$H_p = 30 - \frac{(8,8)^2}{2 \cdot 4,4} = 21,2 \text{ см.} \quad (5.7)$$

Продолжительность заливки тонкостенных отливок массой до 400 кг:

$$t = S \cdot \sqrt[3]{G_1 \cdot \delta}, \quad (5.8)$$

где S – коэффициент, учитывающий толщину стенок отливки; $G_1 = 1,2$; $G_{отл} = 1, 2, 5 = 6$ кг – масса отливки с литниковой системой; $G_1 = 1,2 \cdot G_{отл} = 1,2 \cdot 5 = 6$ кг; δ – толщина стенки отливки, мм.

$$t = 1,5 \cdot \sqrt[3]{6 \cdot 28,63} = 8,34 \text{ с.} \quad (5.9)$$

Коэффициент расхода, характеризующий общее гидравлическое сопротивление формы движущемуся расплаву:

$$\mu = \mu_1 \cdot \mu_2, \quad (5.10)$$

где μ_1 – коэффициент расхода литниковой системы ($\mu_1 = 0,75-0,85$); μ_2 – коэффициент расхода литниковой системы ($\mu_2 = 0,40-0,55$).

$$\mu = 0,8 \cdot 0,5 = 0,4. \quad (5.11)$$

Подставляя значения H_p , μ , t , ρ в формулу, получим

$$F_n = \frac{5000}{7 \cdot 8,34 \cdot 0,4 \cdot \sqrt{2 \cdot 981 \cdot 21,2}} = 1,05 \text{ см}^2. \quad (5.12)$$

Так как в форме семь питателей, то их суммарная площадь составляет:

$$\sum F_n = 7 \cdot F_n = 7,35 \text{ см}^2. \quad (5.13)$$

По найденной суммарной площади поперечного сечения питателей F_n находим суммарную площадь шлакоуловителей $F_{шл}$ и площадь стояка $F_{ст}$ для средних и крупных отливок:

$$\sum F_n \div F_{шл} \div F_{ст} = 1 \div 1,15 \div 1,2. \quad (5.14)$$

Площадь шлакоуловителя:

$$F_{шл} = 1,15 \cdot \sum F_n; \quad (5.15)$$

$$F_{шл} = 1,15 \cdot 7,35 = 8,45 \text{ см}^2. \quad (5.16)$$

Площадь стояка:

$$F_{ст} = 1,2 \cdot \sum F_n; \quad (5.17)$$

$$F_{ст} = 1,2 \cdot 7,35 = 8,82 \text{ см}^2. \quad (5.18)$$

Диаметр верхнего сечения стояка рассчитывается по следующим формулам:

$$F_{\text{ст}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{\pi \cdot F_{\text{ст}}}{4}}; \quad (5.19)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 8,82}{3,14}} = 3,35 \text{ см.} \quad (5.20)$$

Расчет чаши-воронки произведем по формуле

$$D_{\text{в}} = H_{\text{в}} = 2,7 \cdot d, \quad (5.21)$$

где $D_{\text{в}}$ – верхний диаметр чаши-воронки, см; $H_{\text{в}}$ – высота чаши-воронки, см.

$$D_{\text{в}} = H_{\text{в}} = 2,7 \cdot 3,35 = 9,05 \text{ см.} \quad (5.22)$$

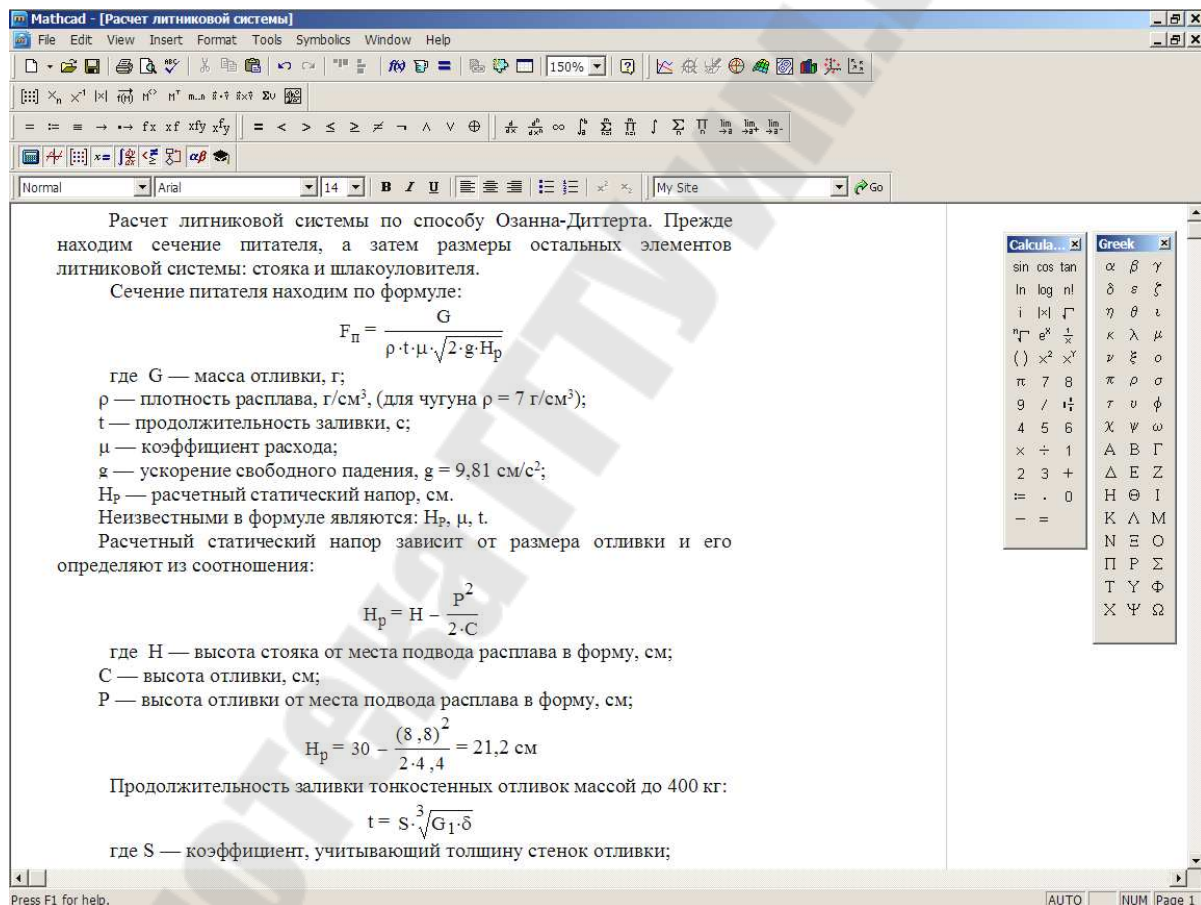


Рис. 5.2. Расчет литниковой системы

Реализация данного расчета с применением системы MathCAD приведена на рис. 5.2.

5.5. Расчет веса груза

При заполнении формы расплав создает давление на стенки формы, пропорциональное плотности и высоте его столба. Это может привести к тому, что под давлением расплава верхняя опока приподнимется, в результате между верхней и нижней полуформами образуется щель, через которую расплав может вытечь.

Силу действия на верхнюю опоку определим как:

$$n = k \cdot [H \cdot (F_{\text{отл}} + F_{\text{лит}}) \rho_{\text{м}} + (\rho_{\text{м}} - \rho_{\text{ст}}) W_{\text{ст}} - m], \quad (5.23)$$

где $\rho_{\text{ст}}$ — плотность стержневой смеси ($\rho_{\text{ст}} = 1,5 \text{ кг/дм}^2$); k — коэффициент, учитывающий гидравлический удар ($k = 3$); H — высота верхней полуформы, дм (высота верхней полуформы для линии АЛИФ $H = 3 \text{ дм}$); $\rho_{\text{м}}$ — плотность жидкого металла (для чугуна $\rho_{\text{м}} = 7 \text{ г/см}^3$); $W_{\text{ст}}$ — объем стержня без знака, дм³:

$$W_{\text{ст}} = 0,18 \text{ дм}^3.$$

$F_{\text{отл}}$ — площадь отливки горизонтально плоскости разъема, дм³:

$$F_{\text{отл}} = 0,94 \text{ дм}^2.$$

Так как отливок семь, то

$$F_{\text{отл}} = 7 \cdot 0,94 = 6,58 \text{ дм}^2. \quad (5.24)$$

$F_{\text{лит}}$ — площадь литниковой системы горизонтально плоскости разъема, дм³:

$$F_{\text{лит}} = 45,5 \text{ дм}^2.$$

m — масса опоки + масса смеси, кг:

$$m = 304 + 291 = 595 \text{ кг}; \quad (5.25)$$

$$n = 3 \cdot [3(6,58 + 24,62) 7 + (7 - 1,5) 0,18 - 595] = 183,57 \text{ кгс}. \quad (5.26)$$

Так как масса опоки плюс масса смеси больше силы действия металла на верхнюю полуформу ($m > n$), то груз не требуется.

ЛИТЕРАТУРА

1. Полещук, Н. И. AutoCAD 2005 в подлиннике / Н. И. Полещук. – Москва : ВHV, 2005. – 944 с.
2. Кришнан, Г. AutoCAD 2005. Официальный учебный курс / Г. Кришнан, Т. Стелман. – Москва : Триумф, 2005. – 560 с.
3. Алямовский, А. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А. Алямовский, А. Собачкин. – Москва : ВHV, 2005. – 800 с.
4. ГОСТ 7.1–2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления : межгос. стандарт. – Взамен ГОСТ 7.1–84 ; введ. 2004–11–01. – Минск : Госстандарт Респ. Беларусь, 2004. – 81 с.
5. ГОСТ 2.105–95. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам. – Москва : Изд-во стандартов, 1995. – 36 с.
6. ГОСТ 2.309–95. Единая система конструкторской документации. Обозначение шероховатости поверхностей. – Москва : Изд-во стандартов, 1995. – 11 с.
7. Грачёв, В. А. Современные методы плавки чугуна / В. А. Грачев, А. А. Чёрный. – Саратов, 1973.
8. Дмитриевич, А. М. Справочник литейщика / А. М. Дмитриевич. – Минск : Выш. шк., 1989.
9. Сосненко, М. Н. Современные литейные формы / М. Н. Сосненко. – Москва : Машиностроение, 1967.
10. Справочник по чугунному литью / под ред. Н. Г. Гиршовича. – 3-е изд. – Ленинград : Машиностроение, 1978.
11. Титов, Н. Д. Технология литейного производства / Н. Д. Титов, Ю. А. Степанов. – Москва : Машиностроение, 1985.

Пример оформления титульного листа

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П. О. СУХОГО»**

Кафедра «Машины и технология литейного производства»

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине «САПР технологических процессов, оснастки
и оборудования»

на тему «Автоматизация разработки технологии производства
отливки “Корпус Т00.02.01.015”»

Исполнитель: студент гр. ЗЛО-51
И.И. Иванов

Руководитель: доцент
П.П. Петров

Дата проверки: _____

Дата допуска к защите: _____

Дата защиты: _____

Оценка работы: _____

Гомель 2007

Приложение 2

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени П. О. Сухого

Наименование факультета _____

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой _____
(подпись)

« ____ » _____ 200 ____ г.

ЗАДАНИЕ

по курсовому проектированию

Студенту Иванову Ивану Ивановичу

1. Тема проекта Автоматизация разработки технологии производства
отливки

2. Сроки сдачи студентом законченного проекта 28.04.2005 г.

3. Исходные данные к проекту _____

1. Чертеж детали.

2. Серийность отливки –тыс. шт/год.

3. Заводские инструкции.

4. ГОСТы.

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

1. Техническо-экономическое обоснование выбора технологического процесса.

2. Анализ технологичности конструкции отливки.

3. Расчет шихты с применением Excel.

4. Выбор и расчет литниковой системы с применением MathCAD.

5. Расчет веса груза.

6. Расчет продолжительности затвердевания и охлаждения отливки с применением MathCAD.

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей и графиков)

1. Чертеж литейно-модельных указаний (отливка).

2. Монтаж моделей верха/низа.

3. Чертеж стержневого ящика.

6. Консультанты по проекту (с указанием разделов проекта) доцент П.П. Петров

7. Дата выдачи задания 20.01.2005 г.

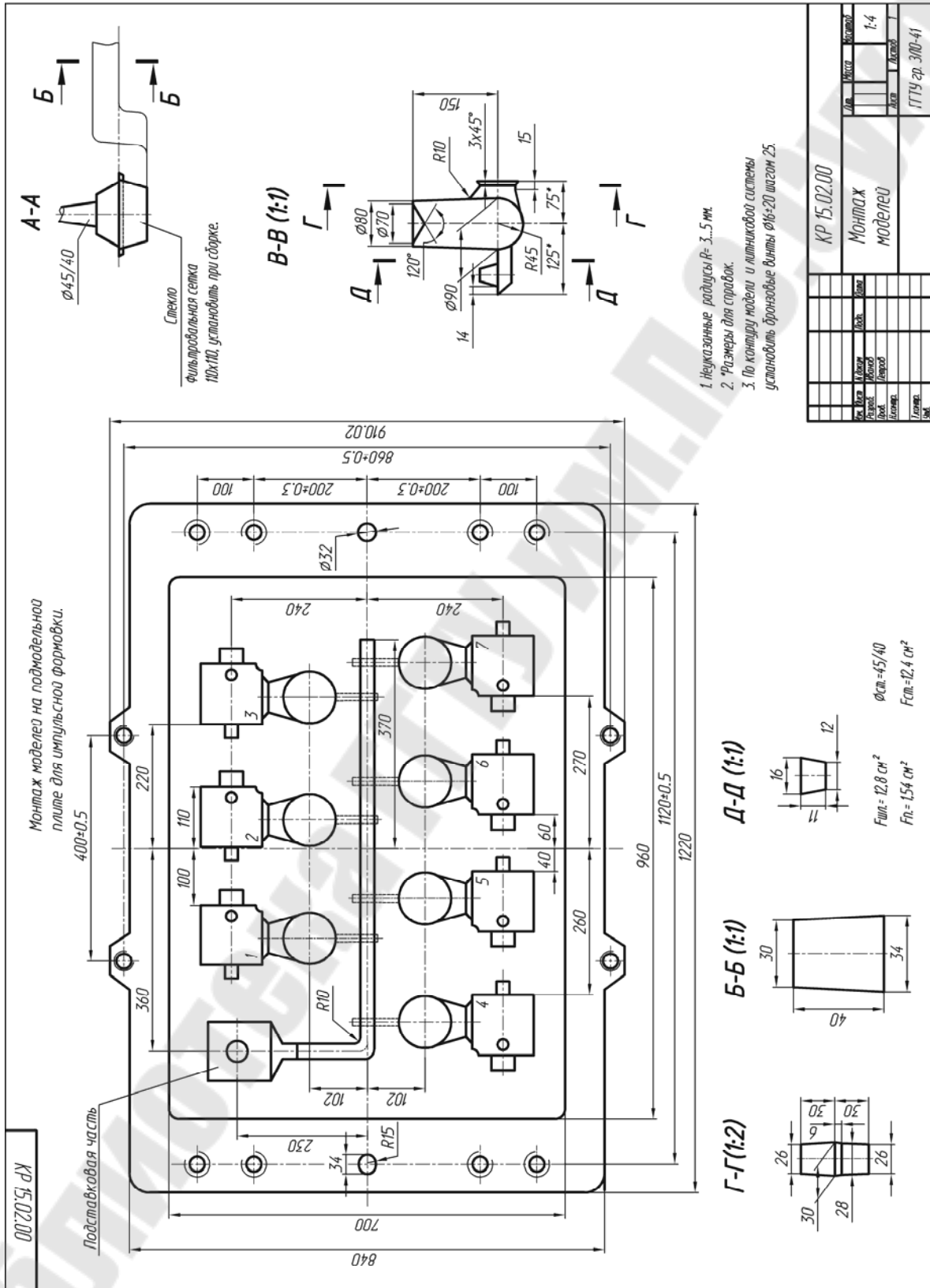
8. Календарный график работы над проектом на весь период проектирования (с указанием сроков выполнения и трудоемкости отдельных этапов)

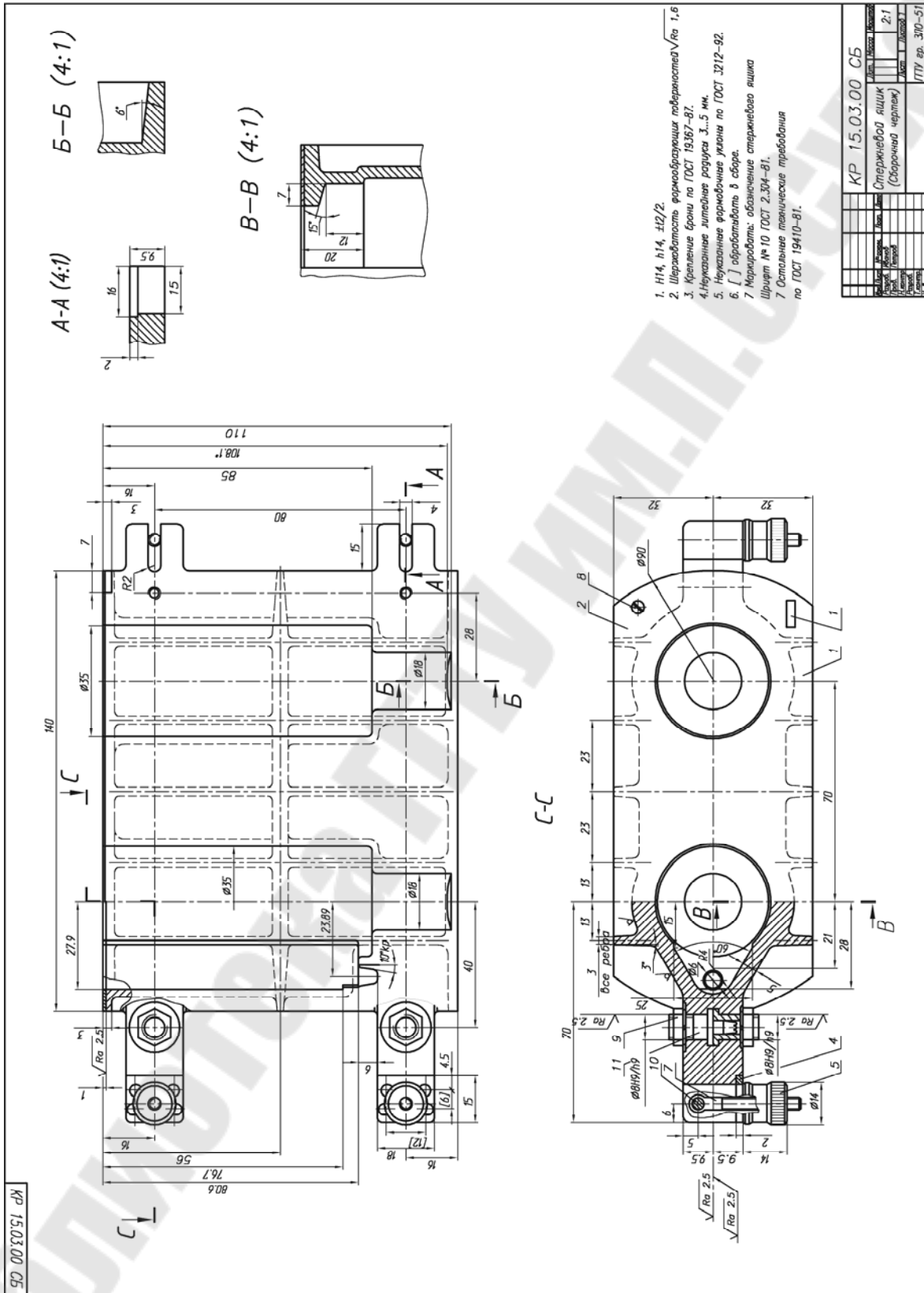
1. Подбор литературы и технологические расчеты	20 % – 21.02.05
2. Чертеж отливки	15 % – 14.03.05
3. Монтаж моделей верха/низа	10 % – 22.03.05
4. Чертеж стержневого ящика	15 % – 31.03.05
5. Расчет шихты с применением Excel	5 % – 5.04.05
6. Расчет литниковой системы с применением MathCAD	10 % – 13.04.05
7. Расчет веса груза	5 % – 18.04.05
8. Расчет продолжительности затвердевания и охлаждения отливки с применением MathCAD	10 % – 25.04.05
9. Оформление пояснительной записки	10 % – 28.04.05

Руководитель _____
(подпись)

Задание принял к исполнению _____
(дата и подпись студента)

Приложение 4





Содержание

Введение	3
1. Цели курсовой работы	7
2. Требования к структуре пояснительной записки к курсовой работе.....	7
3. Требования к оформлению пояснительной записки	9
3.1. Требования к оформлению текстового документа.....	9
3.2 Нумерация страниц, рубрикация текста.....	9
4. Требования к оформлению чертежей.....	10
5. Пример выполнения курсовой работы.....	10
5.1. Техническо-экономическое обоснование выбора технологического процесса.....	10
5.2. Анализ технологичности конструкции отливки.....	11
5.3. Расчет шихты.....	12
5.4. Выбор и расчет литниковой системы.....	14
5.5. Расчет веса груза	17
Литература	19
Приложения	20

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ОСНАСТКИ И ОБОРУДОВАНИЯ

**Методические указания
к курсовой работе для студентов
специальности 1-36 02 01 «Машины
и технология литейного производства»
заочной формы обучения**

Электронный аналог печатного издания

Автор-составитель: **Ткаченко** Александр Владимирович

Редактор *Н. Г. Мансурова*
Компьютерная верстка *Н. Б. Козловская*

Подписано в печать 30.07.07.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Цифровая печать. Усл. печ. л. 1,63. Уч.-изд. л. 1,47.

Изд. № 84.

E-mail: ic@gstu.gomel.by
<http://www.gstu.gomel.by>

Издатель и полиграфическое исполнение:
Издательский центр учреждения образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого».

ЛИ № 02330/0131916 от 30.04.2004 г.
246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.