

Министерство образования Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

---

Кафедра «Горные машины»

П.В. Цыбуленко  
Н.И. Березовский

МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ  
ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ  
ПРОИЗВОДСТВ

Учебно-методическое пособие  
по курсовому проектированию для студентов специальностей  
1-36 10 01 «Горные машины и оборудование»  
и 1-36 13 01 «Технология и оборудование торфяного производства»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением  
высших учебных заведений Республики Беларусь по образованию  
в области горнодобывающей промышленности*

Минск  
БНТУ  
2012

УДК 622.73(076.5)  
ББК 34.7я73  
Ц 93

Рецензенты:  
*Г.А. Куптель, В.В. Борисейко*

**Цыбуленко, П.В.**

Ц 93      Машины и оборудование обогатительных и перерабатывающих производств: учебно-методическое пособие по курсовому проектированию для студентов специальностей 1-36 10 01 «Горные машины и оборудование» и 1-36 13 01 «Технология и оборудование торфяного производства» / П.В. Цыбуленко, Н.И. Березовский. – Минск: БНТУ, 2012. – 30 с.

ISBN 978-985-525-782-1.

В учебно-методическом пособии изложены основные требования к структуре, объему, содержанию и оформлению материалов курсового проекта. Приведены информационно-справочные материалы, необходимые для организации самостоятельной работы студентов по проектированию и расчетам машин и оборудования обогатительных и перерабатывающих производств.

УДК 622.73(076.5)  
ББК 34.7я73

ISBN 978-985-525-782-1

© Цыбуленко П.В.,  
Березовский Н.И., 2012  
© БНТУ, 2012

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ .....	5
2. ТЕМАТИКА, СТРУКТУРА И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА .....	5
3. ПРИМЕРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ .....	8
4. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ .....	12
5. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ .....	14
6. МЕТОДИКА И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАСЧЕТОВ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН. . . . .	17
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	21
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	23
Приложение 1. Образец оформления обложки курсового проекта .....	23
Приложение 2. Образец оформления титульного листа курсового проекта .....	24
Приложение 3. Образец оформления первого листа пояснительной записки курсового проекта .....	25
Приложение 4. Образец оформления последующих листов пояснительной записки курсового проекта .....	26
Приложение 5. Характеристика сыпучих грузов .....	27

## ВВЕДЕНИЕ

Обогащение полезных ископаемых представляет собой совокупность операций по первичной переработке руд, угля, торфа и т. д. с целью удаления пустой породы, воды, разделения минералов, что приводит к повышению качественных характеристик обогащаемых материалов. Способы обогащения и переработки полезных ископаемых базируются на разделении горной породы на фракции соответствующих размеров, рассеивании их по крупности или разделении по плотностям, дозировании, смешивании, обезвоживании, уплотнении (прессовании) и других операциях. Обогащение полезных ископаемых производится в специальных цехах и на обогатительных фабриках на машинах и оборудовании, которые соответствуют выбранной технологии.

Применяемые машины и оборудование для обогащения полезных ископаемых подразделяются на:

- машины и оборудование общего назначения (бункеры, бункерные установки, затворы бункеров, питатели, вагонопрокидыватели);
- машины и оборудование подготовительных процессов (грохоты, дозаторы, смесители, классификаторы);
- машины для дробления и измельчения горных пород (щечковые, конусные, молотковые, валковые дробилки, мельницы);
- машины и оборудование для уплотнения горных пород (прессы, грануляторы, формователи);
- машины для обезвоживания сыпучих материалов (центрифуги, гидроциклоны, сгустители, фильтры, сушилки);
- машины по хранению и упаковке готовой продукции.

В учебно-методическом пособии изложены основные требования к структуре, объему, содержанию и оформлению разделов пояснительной записки, методике расчета, а также к графической части курсового проекта по дисциплине «Машины и оборудование обогатительных и перерабатывающих производств».

В приложении приведены примеры оформления обложки, титульного листа курсового проекта, первого и последующих листов пояснительной записки, а также основные сведения по физико-механическим свойствам горных пород.

## **1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Цель курсового проекта – научить студента инженерному проектированию машин и оборудования по переработке и обогащению горных пород. Проект выполняется по индивидуальному заданию. Тематика курсового проекта – разработка новых или модернизация существующих машин или узлов обогатительно-перерабатывающего производства.

Поставленная цель реализуется путем решения следующих учебных задач:

1. Привить студентам навыки углубленного изучения и критического анализа новейших достижений и известных вариантов решения поставленной инженерной задачи, основываясь на обзоре специальной литературы и других современных источниках информации.

2. Научить студентов разбираться в современных тенденциях научно-технического прогресса в области горного машиностроения, использовать многокритериальные оценки качества конструктивных вариантов средств механизации при выборе проектного технического решения, аргументировано обосновывать принятые технические решения.

3. Продолжить развитие у студентов навыков самостоятельной работы с нормативно-справочной литературой и стандартами, типовыми методиками расчета проектных и конструктивных параметров разрабатываемых устройств.

4. Развить у студентов навыки четкого, технически грамотного и последовательного изложения принятых проектных и конструкторских решений в пояснительной записке и графических конструкторских документах с соблюдением при их оформлении требований общегосударственных стандартов единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

## **2. ТЕМАТИКА, СТРУКТУРА И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА**

Курсовой проект выполняется по тематике, соответствующей программе дисциплины «Машины и оборудование обогатительных и перерабатывающих производств».

Темами курсовых проектов могут быть:

- устройства для выгрузки горных пород из транспортных средств;
- питатели и затворы бункеров;
- машины для классификации горных пород (грохоты с плоской, вращающейся и активной просеивающей поверхностью);
- дозаторы;
- смесители;
- машины для дробления горных пород (дробилки щековые, конусные, молотковые, валковые);
- измельчители и мельницы;
- машины и оборудование для уплотнения горных пород (прессы, грануляторы, формователи);
- машины для обезвоживания горных пород (сушилки, сгустители, центрифуги, фильтры);
- машины для упаковки и учета готовой продукции.

Темы курсовых проектов разрабатываются руководителями курсового проектирования и утверждаются на кафедре.

Задание к курсовому проектированию оформляется на специальном бланке, подписанном руководителем, утверждается заведующим кафедрой и выдается индивидуально каждому студенту.

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка содержит 30–40 страниц печатного текста, выполненного на одной стороне листа формата А4.

Графическая часть проекта выполняется в объеме 3–4 листов формата А1 (ГОСТ 2.301–68, СТ СЭВ 1181–78).

В состав курсового проекта также входят спецификации.

Пояснительная записка состоит из следующих разделов:

Введение

1. Информационный обзор

2. Разработка изделия

2.1. Описание конструкции и работы изделия

2.2. Расчеты

2.2.1. Общий расчет изделия

2.2.2. Кинематический или гидравлический расчет изделия

3. Использование изделия в производственных условиях

3.1. Описание установки разработанного изделия в технологической цепи цеха или завода

3.2. Расчет бункера для данного изделия

3.3. Подбор затвора или питателя бункера

3.4. Подбор необходимого внутривозовского транспорта

Заключение

Список использованных источников

Приложения (при необходимости).

Графическая часть курсового проекта должна включать (в листах формата А1):

- сборочный чертеж изделия (2 листа);
- чертеж установки изделия в технологической цепи (1 лист);
- схему кинематическую или гидравлическую (0,5 листа);
- спецификацию к сборочному чертежу изделия;
- спецификацию к чертежу установки изделия в технологической цепи.

Графическая часть курсового проекта может выполняться в карандаше или с помощью компьютера.

После получения задания студент обязан тщательно с ним ознакомиться, уяснить назначение и область применения указанного в задании изделия.

Процесс курсового проектирования содержит все стадии разработки изделия, установленные ГОСТ 2.103–68:

- техническое предложение;
- эскизный проект;
- технический проект;
- рабочая документация.

При работе над техническим предложением студент прорабатывает и анализирует различные варианты конструктивного решения и на основании этой работы уточняет требования к проектируемому изделию. На этом же этапе производится подбор необходимых для дальнейшей работы материалов. Окончательный вариант конструкции изделия согласуется с руководителем проекта.

На стадии «Эскизный проект» осуществляется конструктивная проработка изделия (общий вид рекомендуется выполнять на миллиметровой бумаге в любом масштабе), производится расчет основных параметров машины и на его основе уточняется компоновка изделия.

На стадии «Технический проект» разрабатываются окончательные конструктивные решения изделия. Выполняется кинематический расчет и кинематическая схема изделия. Составляется описание конструкции изделия и его техническая характеристика.

На стадии разработки рабочей документации осуществляется расчет сборочной единицы, разрабатываются сборочные чертежи и выполняются спецификации.

Пояснительная записка в соответствии с требованиями СТП БНТУ 3.01–2003 должна состоять из следующих структурных элементов:

- обложка (приложение 1);
- титульный лист (приложение 2);
- задание к курсовому проекту;
- содержание;
- разделы пояснительной записки;
- заключение;
- список использованных источников.

### **3. ПРИМЕРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ**

#### **Введение**

Во введении отражается состояние и перспективы развития машин и оборудования по переработке горных пород. Здесь дается характеристика современного состояния технической проблемы, которой посвящена работа, ее значение для отрасли. Далее отражается новизна и актуальность разработки соответствующего изделия (машины, установки и т. п.), обосновывается ее целесообразность. В конце формулируется цель работы.

#### **Информационный обзор**

В этом разделе на основании имеющихся источников дается подробный анализ существующих конструкций машин, механизмов, рабочих органов для выполнения производственных целей, аналогичных проектируемым, выявляются их преимущества и недостатки. Рассматриваются варианты разработки данной темы, намечаются пути решения задач, которым посвящен курсовой проект.



Приводится краткое описание и анализ нескольких вариантов разрабатываемой конструкции, ее составных частей; доказываются преимущества выбранного варианта по сравнению с другими возможными. Выбор направления проектирования и принятого варианта не должен обосновываться ссылками на соответствующие пункты задания к курсовому проекту.

## Разработка изделия

### *Описание конструкции и работы изделия*

Подраздел содержит подробное описание конструкции проектируемого изделия, всех входящих в его состав сборочных единиц. При этом указывается назначение, устройство и принцип действия изделия. Описывается работа отдельных сборочных единиц, их конструкция и взаимосвязь при выполнении различных операций. Приводятся иллюстрации, поясняющие излагаемый в тексте материал.

Описание конструкции дается как при статическом положении изделия, так и при его работе.

Здесь же приводится краткая техническая характеристика, содержащая следующие пункты:

1. Назначение изделия.
2. Тип изделия.
3. Производительность.
4. Параметры рабочего органа.
5. Параметры привода.
6. Характеристика электро- или гидродвигателя.
7. Характеристика перерабатываемого сырья.
8. Габаритные размеры изделия.
9. Масса.

### *Пример технической характеристики шлюзового питателя*

#### Техническая характеристика

1	Назначение	выдача торфа из бункера
2	Тип	ячейковый
3	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	80
4	Диаметр ротора, мм	500

5	Частота вращения ротора, с <sup>-1</sup>	4,9
6	Количество ячеек, шт.	12
7	Емкость одной ячейки, м <sup>3</sup>	0,008
8	Привод ротора	электромеханический
9	Электродвигатель: – тип – мощность, кВт – частота вращения, с <sup>-1</sup>	4А100S4У3 3 15,9
10	Редуктор	цилиндрический, двухступенчатый
11	Передаточное число	31,5
12	Габаритные размеры, мм: – длина – ширина – высота	1870 710 615
13	Масса, кг	1200

### **Расчеты**

«Расчеты» обычно содержат следующие основные подразделы – «Общий расчет изделия», «Кинематический расчет», «Гидравлический расчет».

Общий расчет машины начинают с определения ее производительности (при заданной мощности) или требуемой мощности (при заданной производительности).

При наличии в проектируемой машине механических передач разрабатывается кинематическая схема и производится кинематический расчет.

Передача крутящего момента от вала двигателя к рабочим органам осуществляется с помощью элементов трансмиссии: валов, муфт, редукторов, цепных передач и т. п.

Общее передаточное число трансмиссии определяется как отношение номинальной частоты вращения вала двигателя к частоте вращения рабочего органа. Общее передаточное число разбивается по отдельным звеньям трансмиссии, количество которых выбирает-

ся в зависимости от конструктивных особенностей проектируемой машины. По возможности не следует брать наибольшие значения передаточных чисел, приведенные в дисциплинах по деталям машин, справочниках и других источниках, так как габариты передач получаются при этом весьма большими.

При расчетах должны быть определены: модуль шестерен или шаг звездочек, межосевые расстояния, диаметры начальных окружностей, частота вращения валов.

В подразделе «Гидравлический расчет» определяются характеристики гидродвигателя и гидронасоса, параметры гидроприводов, подбираются исполнительные гидравлические рабочие органы.

### **Использование изделия в производственных условиях**

Данный раздел содержит:

1. Описание установки разработанного изделия в технологической цепи цеха или завода и его связь с внутривзаводским транспортным оборудованием.

2. Расчет бункера для заданного изделия, где определяются необходимые размеры бункера, давления на стенки и толщина листов стенки бункера.

3. Подбор затвора или питателя бункера, где по требуемой производительности по истечению материала из бункера подбирается тип питателя или затвора и его основные размеры.

4. Подбор необходимого внутривзаводского транспорта, где рассматриваются вопросы подачи материала в перерабатывающую машину или изделие и отвод от нее переработанного материала. Определяется тип конвейера и основные параметры рабочего органа.

### **Заключение**

В этом разделе необходимо отразить новшества проекта, преимущество разработанной конструкции перед существующими, отметить ожидаемый эффект от применения спроектированной машины.

#### 4. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Пояснительная записка относится к текстовым документам, содержащим, в основном, сплошной текст, и должна соответствовать ГОСТ 2.105–95 и ГОСТ 2.106–96.

Пояснительная записка оформляется от руки чернилами или печатается на ПЭВМ. Титульный лист пояснительной записки оформляется в соответствии с приложением 2, а первая и последующие страницы в соответствии с приложениями 3 и 4.

Расчетно-пояснительная записка должна быть написана на одной стороне листа писчей бумаги формата А4.

Необходимо соблюдать следующие размеры полей: левое – не менее 20 мм, правое – не менее 5 мм, верхнее – не менее 10 мм, нижнее – не менее 15 мм. Текст расчетно-пояснительной записки делят на разделы, подразделы, пункты. Заголовки разделов размещают симметрично тексту и записывают прописными буквами. Заголовки подразделов записывают с абзаца (15–17 мм) строчными буквами (кроме первой прописной). Переносы слов в заголовках не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Если заголовок состоит из нескольких предложений, их разделяют точками.

Каждый раздел следует начинать с новой страницы.

Страницы записки нумеруются арабскими цифрами. Титульный лист включают в общую нумерацию записки. На титульном листе номер не ставят, на последующих страницах номер проставляют в нижнем углу.

Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всей расчетно-пояснительной записки и обозначаться арабскими цифрами с точкой в конце. Введение, заключение и список использованных источников не нумеруются.

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и порядкового номера подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела ставится точка, например, «1.3.» (третий подраздел первого раздела).

Текст пояснительной записки должен быть кратким, четким и не допускать различных толкований.

При изложении обязательных требований в тексте применяют слова «должен», «следует», «необходимо» и производные от них.

В документе должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими стандартами, а при отсутствии стандартов – общепринятые в научно-технической литературе.

В «*Расчетах*» приводят иллюстрации – эскизы или схемы рассчитываемых изделий. Все иллюстрации, если их более одной, нумеруют арабскими цифрами в пределах всего документа. Ссылки на иллюстрации дают по типу «рис. 1». Ссылки на ранее упомянутые иллюстрации дают с сокращенным словом «смотри», например, «см. рис. 2».

Иллюстрации должны иметь название и при необходимости поясняющие данные (подрисовочный текст).

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц.

Таблица может иметь заголовок, который выполняют строчными буквами (кроме первой прописной) и помещают над таблицей посередине. Заголовок должен быть кратким и полностью отражать содержание таблицы.

Уравнения и формулы выделяют из текста свободными строками.

Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в какой они даны в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента следует давать с новой строки. Первую строку пояснения начинают со слова «где» без двоеточия. В конце строк ставят точку с запятой.

Все формулы в расчетно-пояснительной записке нумеруются арабскими цифрами. Номер указывают с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках.

Формулы, входящие в состав «*Расчетов*», должны иметь сквозную нумерацию в пределах этого документа.

*Пример.*

Силу давления материала на дно бункера  $F$ , Н, вычисляют по формуле

$$F = \rho \cdot S_i \cdot H, \quad (1)$$

где  $\rho$  – давление на дно бункера, Па;  
 $S$  – площадь дна бункера, м<sup>2</sup>.

Список использованных источников должен содержать перечень литературных и других источников, которые были использованы при выполнении курсового проекта. Источники следует располагать в порядке появления ссылок в тексте расчетно-пояснительной записки.

## 5. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Графическая часть курсового проекта оформляется с учетом требований ЕСКД.

Все чертежи при курсовом проектировании выполняются на листах, форматы которых определены ГОСТ 2.301–68.

Обозначения и размеры основных форматов:

- формат А0 (841×1189 мм),
- формат А1 (594×841 мм),
- формат А2 (420×594 мм),
- формат А3 (297×420 мм),
- формат А4 (210×297 мм).

Основная надпись на чертежах выполняется по ГОСТ 2.104–68.

Масштабы изображений на чертежах выбираются и обозначаются в соответствии с ГОСТ 2.302–68.

Рекомендуемые масштабы изображений: 1 : 1; 1 : 2; 1 : 2,5; 1 : 5; 1 : 10; 1 : 15; 1 : 25; 1 : 50 и 1 : 100.

Надписи на чертежах должны выполняться чертежным шрифтом.

Сборочный чертеж разрабатываемого изделия выполняется, как правило, на двух листах. На первом листе помещают главный вид, дающий наиболее полное представление о форме, конструкции и размерах изделия.

Над основной надписью на первом листе помещают текстовую часть. Между текстовой частью и основной надписью не допускается помещать изображения, таблицы и т. п.

Непосредственно над основной надписью, под заголовком «Технические требования», излагаются технические требования, относящиеся к размерам, предельным отклонениям размеров, качеству

поверхностей и их отделке, зазорам, расположению отдельных элементов конструкции, а также включающие требования, предъявляемые к настройке, регулированию, бесшумности, виброустойчивости, условиям и методам испытаний изделия, транспортированию, особым условиям эксплуатации и т. п. Пункты технических требований имеют сквозную нумерацию. В случае, если особые требования к изделию отсутствуют, а все размеры на чертеже справочные, под заголовком «Технические требования» пишут: «Размеры для справок».

Под заголовком «Техническая характеристика» с самостоятельной нумерацией пунктов указывают техническую характеристику изделия.

Чертеж сборочной единицы должен содержать:

- изображение сборочной единицы, которое дает представление о расположении и взаимной связи составных частей;
- номера позиций составных частей, входящих в изделие;
- габаритные размеры изделия;
- установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры;
- техническую характеристику изделия и технические требования.

Сборочные чертежи выполняются, как правило, с упрощениями, соответствующими требованиям стандартов ЕСКД.

На сборочных чертежах допускается не показывать фаски, скругления, проточки, углубления, выступы, накатки, насечки и другие мелкие элементы.

**Спецификацию** составляют на отдельных листах на каждую сборочную единицу, комплекс и комплект по формам 1 (заглавный лист) и 1а (последующие).

Спецификация определяет состав сборочной единицы, комплекса или комплекта. Она необходима для изготовления, комплектования конструкторской документации (КД), а также планирования запуска в производство указанных изделий.

В спецификацию вносят составные части, входящие в данное специфицируемое изделие, а также конструкторские документы, относящиеся к этому изделию и к его неспецифицируемым составным частям.

Спецификация в общем случае состоит из восьми разделов, которые располагаются в следующей последовательности:

1. Документация.
2. Комплексы.
3. Сборочные единицы.
4. Детали.
5. Стандартные изделия.
6. Прочие изделия.
7. Материалы.
8. Комплекты.

Наименования разделов указывают в графе «Название» и подчеркивают.

В раздел *«Документация»* вносят документы, составляющие основной комплект КД специфицируемого изделия (ВО или СБ, КЗ, ГЗ, РР или ПЗ).

В разделы *«Комплексы»*, *«Сборочные единицы»* и *«Детали»* вносят комплексы, сборочные единицы и детали, непосредственно входящие в специфицируемое изделие. Запись рекомендуется производить в алфавитном порядке.

В разделе *«Стандартные изделия»* записывают изделия, изготовленные по государственным, республиканским и отраслевым стандартам; для изделий вспомогательного производства – по стандартам предприятий. В пределах каждой категории стандартов запись рекомендуется производить по группам изделий, объединенных по их функциональному назначению (например, крепежные изделия, подшипники, уплотнения, электротехнические изделия, гидроаппаратура и т. п.); в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименований изделий; в пределах каждого наименования – по возрастанию обозначений стандартов; в пределах каждого обозначения стандарта – по возрастанию основных размеров.

В раздел *«Прочие изделия»* вносят изделия, примененные не по основным конструкторским документам, за исключением стандартных изделий (например, КПП или ЗВМ серийного трактора). Запись изделий производят по однородным группам; в пределах каждой группы – в алфавитном порядке.

В раздел *«Материалы»* вносят все материалы, непосредственно входящие в специфицируемое изделие. Их записывают по видам в



следующем порядке: черные, ферромагнитные, цветные металлы; кабели, провода, шнуры; пластмассы; бумажные и текстильные; лесоматериалы; резиновые и кожевенные; минеральные, керамические и стеклянные материалы; лаки, краски, нефтепродукты и химикаты; прочие материалы.

После каждого раздела спецификации необходимо оставлять несколько свободных строк и резервировать номера позиций для дополнительных записей.

Допускается совмещение спецификации со сборочным чертежом при условии их размещения на листе формата А4. При этом ее располагают над основной надписью и заполняют в том же порядке и по той же форме, что и спецификацию, выполненную на отдельных листах.

## **6. МЕТОДИКА И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАСЧЕТОВ ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН**

В курсовом проекте в разделе «*Расчеты*» студенты выполняют общий расчет изделия в соответствующей последовательности:

- 1) определяют режим и условия работы изделия;
- 2) принимают и задают необходимые исходные данные по физико-механическим свойствам перерабатываемого материала;
- 3) из литературных источников и аналогов существующих машин и оборудования по близкой к проектируемому изделию производительности выбирают необходимые параметры рабочего органа;
- 4) по заданной производительности проектируемого изделия и ее теоретической зависимости, взятой из литературных источников, уточняют размеры рабочего органа или определяют его основной кинематический параметр (угловую скорость или частоту вращения).

*Пример для молотковой дробилки*

Исходные данные:

- производительность дробилки,  $Q$ , т/ч – 20;
- вид материала – фрезерный торф;
- насыпная плотность дробимого материала,  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup> – 350;
- максимальный размер частиц до дробления,  $D_{max}$ , мм – 100;

- средний размер частиц до дробления,  $d_{cp}$ , мм – 25;
- максимальный размер частиц после дробления,  $d$ , мм – 8.

Расчет молотковой дробилки выполнен по методике и рекомендациям источника [1].

Примем конструкцию ротора дробилки по аналогии дробилки МД-900 [2] с шестью подвешенными на осях в дисках ротора молотками.

Диаметр ротора рекомендуется принимать

$$D_p = 3D_{max} + 0,55, \text{ м.} \quad (1)$$

Тогда

$$D_p = 3 \cdot 0,1 + 0,55 = 0,85 \text{ м.}$$

Длину ротора рекомендуется принимать

$$L_p = (0,8-1,2) D_p. \quad (2)$$

Примем

$$L_p = 1,1 D_p = 1,1 \cdot 0,85 = 0,94 \text{ м.} \quad (3)$$

Степень измельчения материала будет равна

$$i = \frac{d_{cp}}{d} = \frac{25}{8} = 3,13. \quad (4)$$

Теоретическая производительность дробилки равна

$$Q = 10^{-3} k_d \cdot L_p \cdot D_p^2 \cdot n^2 \cdot \rho / (i-1), \text{ т/ч,} \quad (5)$$

где  $k_d$  – коэффициент дробления, зависящий от прочности дробимого материала;

$n$  – частота вращения ротора,  $\text{с}^{-1}$ ;  
 $\rho$  – насыпная плотность материала,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  
 $i$  – степень измельчения.

Из выражения (5) определим частоту вращения

$$n = \sqrt{\frac{10^3 \cdot Q(i-1)}{k_d \cdot L_p \cdot D_p^2 \cdot \rho}}, \text{с}^{-1}.$$

Приняв по указаниям источника [1] для слабopочных материалов  $k_d = 0,3$ , получим

$$n = \sqrt{\frac{10^3 \cdot 20(3,13-1)}{0,3 \cdot 0,94 \cdot 0,85^2 \cdot 350}} = 24,44 \text{ с}^{-1}.$$

Необходимая на привод машины мощность может быть определена по суммированию затрат мощности на дробление, трение о стенки, придание кинетической энергии, в подшипниках и т. д. или через удельные затраты мощности  $q$ ,  $\text{кВт} \cdot \text{ч}/\text{т}$ , для данного типа машин

$$N = Q \cdot q, \text{кВт}.$$

Значения  $q$  выбираются из справочного материала.

По необходимой мощности рабочего органа из каталогов выбираем электродвигатель или мотор-редуктор, соответствующий условиям работы машины (взрывобезопасный, пылезащищенный и т. д.). При этом частота вращения выходного вала двигателя должна быть близкой к частоте вращения вала рабочего органа.

Общее передаточное отношение от электродвигателя к приводному валу машины определяем

$$U_{\text{общ}} = \frac{n_{\text{дв}}}{n},$$

где  $n_{\text{дв}}$  – частота вращения двигателя.

Далее составляем кинематическую схему привода с выбранными типами передач или механизмов.

Передаточное отношение каждой передачи или механизма определяем из условия

$$U_{\text{общ}} = U_1 \cdot U_2 \cdot \dots \cdot U_i,$$

где  $U_i$  – передаточное отношение каждой передачи.

Из литературных источников подбираем по кинематическим и мощностным параметрам типовые или стандартные передаточные механизмы (редукторы, вариаторы, гидромашины и т. д.) или производим общий расчет передач (зубчатой, ременной, червячной и т. д.).

Затем аналитически проводим приближенный расчет валов рабочего органа и механических передач. И в конце осуществляем расчет и определение конструктивных параметров элементов рабочего органа машины.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Спиваковский, А.О. Транспортирующие машины: учебное пособие для вузов / А.О. Спиваковский, В.К. Дьячков. – 3-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1983. – 487 с.
2. Зенков, Р.Л. Машины непрерывного транспорта / Р.Л. Зенков, И.И. Ивашков, Л.Н. Колобов. – М.: Машиностроение, 1980. – 304 с.
3. Александров, М.П. Подъемно-транспортные машины. Атлас конструкций: учебное пособие для вузов / М.П. Александров [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1987. – 122 с.: ил.
4. Спиваковский, А.О. Транспортирующие машины. Атлас конструкций: учебное пособие для вузов / А.О. Спиваковский [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1971. – 155 с.: ил.
5. Вайнсон, А.А. Подъемно-транспортные машины строительной промышленности. Атлас конструкций: учебное пособие для вузов / А.А. Вайнсон. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1976. – 152 с.: ил.
6. Желтонога, А.И. Краны и подъемники. Атлас конструкций: учебное пособие для вузов: в 2 ч. / А.И. Желтонога, И.В. Кучерин, А.И. Ковальчук. – Минск.: Вышэйшая школа, 1974. – Ч. 1. – 116 с.; Ч. 2. – 95 с.: ил.
7. Зенков, Р.Л. Бункерные устройства / Р.Л. Зенков, Г.П. Гриневич, В.С. Исаев. – М.: Машиностроение, 1977. – 224 с.
8. Кузьмин, А.В. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин / А.В. Кузьмин, Ф.Л. Марон. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск.: Вышэйшая школа, 1983. – 350 с.: ил.
9. Александров, М.П. Подъемно-транспортные машины: учебник для вузов / М.П. Александров. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1985. – 520 с.
10. Кислов, Н.В. Разработка графической части курсовых и дипломных проектов: методическое пособие / Н.В. Кислов, В.В. Шавель. – Минск: БПИ, 1983. – 52 с.
11. Горбутович, В.Г. Методические указания по оформлению текстовой части курсовых и дипломных проектов: учебное издание / В.Г. Горбутович, Н.А. Темирова. – Минск: БГПА, 2001. – 19 с.

12. Копчинов, И.П. Справочник по электрическим машинам: в 2 т. / И.П. Копчинов, Б.К. Клоков. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – Т. 1. – 456 с.
13. Редукторы и мотор-редукторы: каталог: в 4 ч. – М.: Информационно-коммерческая фирма «Каталог», 1994. – Ч. 1. – 73 с.
14. Казак, С.А. Курсовое проектирование грузоподъемных машин: учебное пособие для вузов / С.А. Казак, В.Е. Руссов, Е.С. Кузнецов. – М.: Высшая школа, 1989. – 319 с.
15. Дунаев, П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин: учебное пособие для вузов / П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов. – 7 изд., испр. – М.: Высшая школа, 2001. – 447 с.: ил.
16. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. / В.И. Анурьев. – 8-е изд. – М.: Машиностроение, 1999.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Образец оформления обложки курсового проекта

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ  
БЕЛАРУСЬ**

**БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Факультет горного дела и инженерной экологии

Кафедра «Горные машины»

### **КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

по дисциплине **«Машины и оборудование обогатительных  
и перерабатывающих производств»**

Тема: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Исполнитель: студент \_\_\_\_\_  
(факультет, курс, группа)

\_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель проекта: \_\_\_\_\_  
(ученое звание, ученая степень, должность)

\_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество)

Минск 20 \_\_\_\_

Образец оформления титульного листа курсового проекта

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ  
БЕЛАРУСЬ**

**БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Факультет горного дела и инженерной экологии

Кафедра «Горные машины»

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**  
к курсовому проекту

по дисциплине **«Машины и оборудование обогатительных  
и перерабатывающих производств»**

Тема: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Исполнитель: \_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество)  
студент \_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ группы

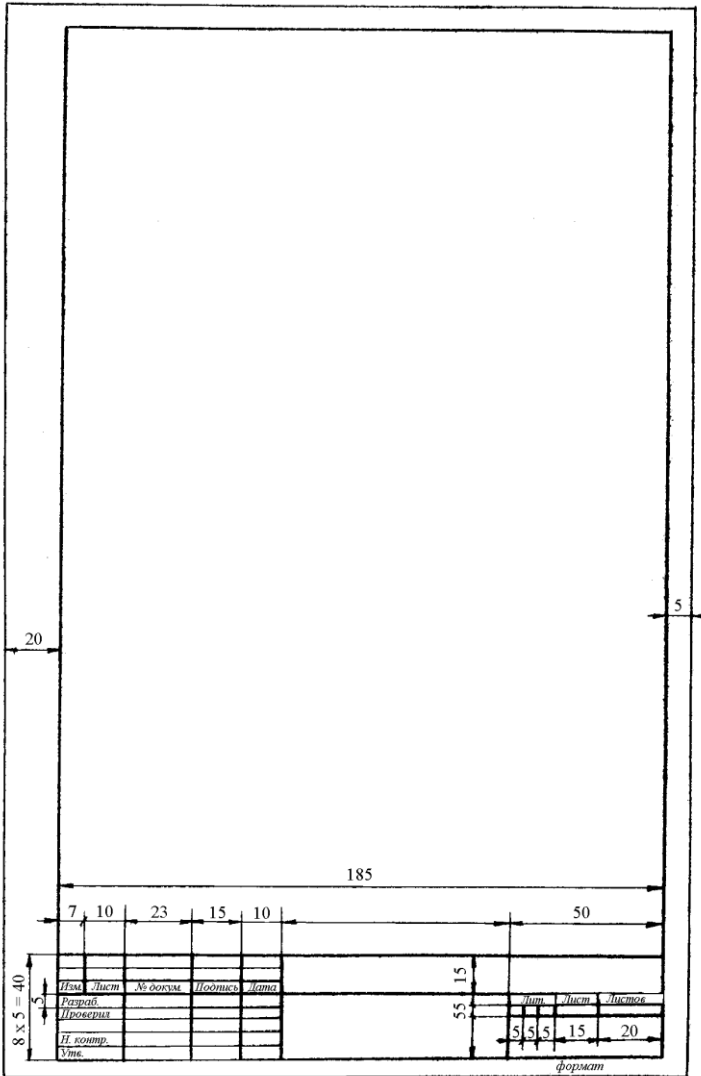
Руководитель проекта: \_\_\_\_\_  
(ученое звание, ученая степень, должность, фамилия, имя, отчество)

Минск 20\_\_\_\_



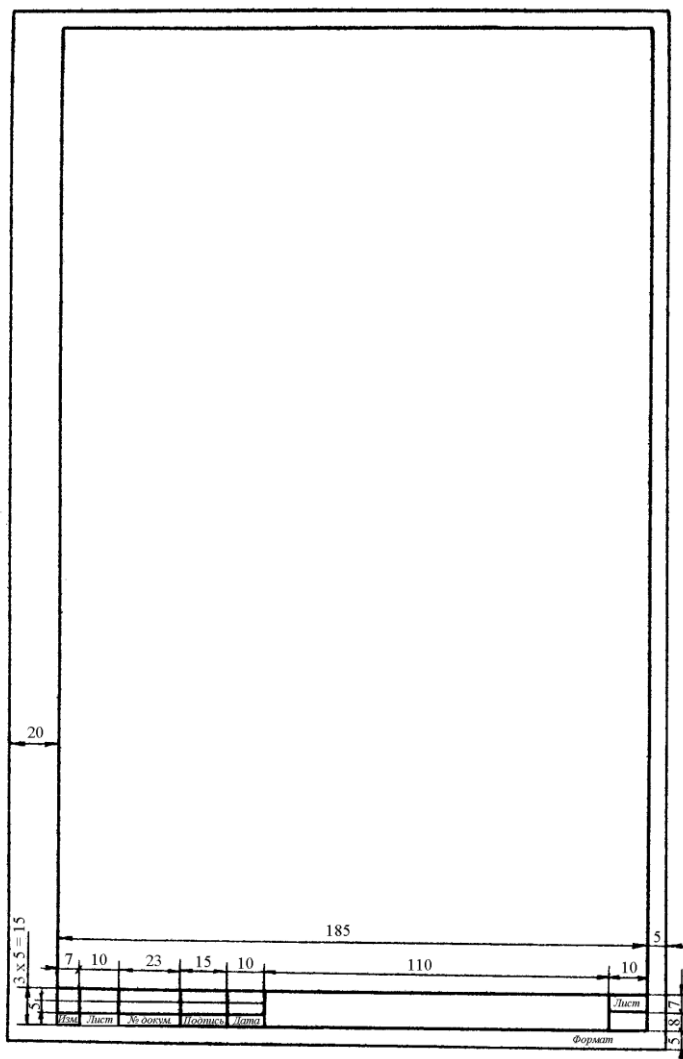
# ПРИЛОЖЕНИЕ 3

## Образец оформления первого листа пояснительной записки курсового проекта



## ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Образец оформления последующих листов пояснительной записки  
курсового проекта



Характеристика сыпучих грузов

Наименование материала	Насыпная плотность $\rho$ , т/м <sup>3</sup>	Группа абразивности	Угол естественного откоса в покое $\phi$ , градус
1	2	3	4
Агломерат: железной руды, 0–150 свинцовой руды	1,7–2,0 2,5–3,5	Д Д	45 40–50
Антрацит: рядовой мелкий сухой асбест	0,8–1,0 0,8–0,95 0,4–0,7	С С С	40–45 35–45 45–50
Брикеты: бурого угля угольные сухие	0,7–1,0 1,0–1,1	В, С В, С	35–40 35–40
Боксит: дробленый, 0–60 дробленый, 0–350 бурый железняк галька круглая сухая	1,4–2,0 1,5–2,2 1,8–2,1 1,5–1,8	С, Д С, Д Д В	30–40 35–45 35–45 30
Гипс: порошкообразный мелкокусковой	0,6–0,95 1,2–1,35	А А	40 40
Глина: мелкокусковая сухая крупнокусковая влажная глинозем порошкообразный сухой	0,9–1,6 1,4–1,6 0,8–1,2	В В Д	35 45–50 25–30
Гравий: влажный мытый несортированный сортированный сухой керамзитовый гранит, 0–80	1,8–1,9 1,3–1,5 1,2–1,45 0,6–0,8 1,5	С С В А Д	40–50 35–40 30–35 30–40 35–45
Доломит: сырой необожженный, 50–80	1,5–1,6 1,6–1,7	С С	40 35

1	2	3	4
<b>Земля:</b>			
грунтовая влажная	1,6–2,0	С	35–45
грунтовая сухая	1,1–1,6	С	30–45
зола сухая	0,6–0,9	Д	45–50
<b>Известняк:</b>			
мелкокусковой	1,4–1,5	В	35–40
средне- и крупнокусковой	1,5–1,7	В	40–45
флюсовый	1,6	В	40
дробленный	1,4–1,7	В	40–45
<b>Известь:</b>			
негашеная средне- и крупнокусковая	1,65–1,75	С	40–50
порошкообразная сухая	0,5–0,9	В	40–50
гашеная	0,4–0,8	В	40–45
хлорная воздушно-сухая	0,6–0,8	В	45–50
камень мелко- и среднекусковой			
рядовой	1,3–1,5	Д	35–40
кокс металлургический	0,45–0,5	Д	30–40
коксик и коксовая мелочь	0,6–0,9	Д	35–45
<b>Колчедан:</b>			
серный рядовой	1,25–2,5	С	45
флотационный	1,8	С	38–40
<b>Концентрат:</b>			
апатитовый	1,3–1,7	С	30–40
железный влажный, 0–0,1	3,0–5,0	Д	30–50
железных и полиметаллических руд			
сухой, 0–1	2,8–3,0	Д	30–50
марганцевых руд, 0–3	1,5–1,8	Д	30–50
медный	2,0–2,2	Д	30–50
нефелиновый	1,3–1,7	А	25–35
никелевый	2,2–2,3	Д	40–50
цинковый	1,8–2,1	Д	40–50
мел мелкокусковой	1,2–1,4	В	40
огарок колчеданный охлажденный	1,4–1,8	С	35
окатыши железорудные	1,8–2,5	С	30–35
<b>Песок:</b>			
природный и дробленный при			
влажности до 5 %	1,5–1,65	Д	35–45
природный и дробленный при			
влажности до 20 %	1,5–1,65	Д	25–30
чистый формовочный сухой	1,4–1,5	Д	35–40
песчано-гравийная смесь природная			
при влажности до 5 %	1,5–2,0	Д	40–45
порода грунтовая (вскрыша)	1,6–1,7	С	45–50

1	2	3	4
<b>Руда:</b>			
асбестовая	1,6–1,8	<b>В</b>	35–40
вольфрамо-молибденовая	1,9–2,0	<b>Д</b>	35–40
железная крупнокусковая, 0–350	2,2–3,6	<b>Д</b>	35–45
марганцевая, 0–25	1,7–1,9	<b>Д</b>	35–45
медная	1,7–1,8	<b>Д</b>	35–45
никелевая	2,0–2,5	<b>Д</b>	35–45
полиметаллическая, 0–120	2,0–4,5	<b>Д</b>	35–45
свинцово-цинковая	2,0–2,4	<b>Д</b>	40–45
сера гранулированная	1,4	<b>Д</b>	45
сода двууглекислая порошкообразная	1,0	<b>С</b>	44
<b>Соль:</b>			
калийная	1,1	<b>С</b>	45
каменная пусковая	0,8–1,8	<b>С</b>	35–40
суперфосфат из апатита гранулированный	1,0	<b>С</b>	45
<b>Уголь:</b>			
бурый сухой	0,6–0,9	<b>В</b>	35–45
бурый влажный	0,8–1,0	<b>В</b>	40–50
каменный рядовой	0,8–1,1	<b>В</b>	30–45
<b>Формовочная смесь:</b>			
выбитая (горелая)	1,2–1,3	<b>С</b>	30–45
готовая	1,6	<b>С</b>	40–45
цемент воздушно-сухой	1,0–1,5	<b>Д</b>	30–40
<b>Шлак:</b>			
каменноугольный	0,6–0,9	<b>Д</b>	35–50
гранулированный	0,6–1,0	–	45–55
штыб сухой	0,9	<b>С</b>	30–45
<b>Щебень:</b>			
гранитный сухой	1,35–1,8	<b>Д</b>	35–45
известняковый доломитовый	1,25–1,35	<b>В</b>	35–45

Учебное издание

ЦЫБУЛЕНКО Петр Васильевич  
БЕРЕЗОВСКИЙ Николай Иванович

МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ  
ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ

Учебно-методическое пособие  
по курсовому проектированию для студентов специальностей  
1-36 10 01 «Горные машины и оборудование»  
и 1-36 13 01 «Технология и оборудование торфяного производства»

Редактор В.О. Кутас  
Компьютерная верстка А.Г. Занкевич

---

Подписано в печать 01.03.2012.

Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 1,74. Уч.-изд. л. 1,36. Тираж 100. Заказ 1091.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.

Проспект Независимости, 65. 220013. Минск.