



**Донецкий
национальный
технический
университет**

***В.Г. Самойлик
Н.А. Звягинцева
В.Г. Науменко***

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
В ОБОГАЩЕНИИ
МИНЕРАЛЬНЫХ
РЕСУРСОВ**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

В.Г. Самойлик, Н.А. Звягинцева, В.Г. Науменко

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В
ОБОГАЩЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ**

Учебно-практическое издание
для обучающихся образовательных учреждений
высшего профессионального образования

Донецк
2021

УДК 004:622.7(075.8)

ББК 32.973:33.4я73

С17

Рекомендовано Учёным советом
ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»
в качестве учебно-практического издания для обучающихся образовательных
учреждений высшего профессионального образования
(Протокол № 2 от 26.03.2021 г.)

Рецензенты:

Константин Николаевич Лабинский – доктор технических наук, профессор кафедры «Строительство зданий, подземных сооружений и геомеханики» ГОУВПО «ДОННТУ».

Геннадий Петрович Стариков – доктор технических наук, профессор, директор Государственного учреждения «Институт физики горных процессов» МОН ДНР

Авторы:

Самойлик В.Г., кандидат технических наук, профессор кафедры «Обогащение полезных ископаемых» ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет» (г. Донецк);

Звягинцева Н.А., старший преподаватель кафедры «Обогащение полезных ископаемых» ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет» (г. Донецк);

Науменко В.Г., кандидат технических наук, доцент кафедры «Обогащение полезных ископаемых» ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет» (г. Донецк).

С17 Самойлик, В.Г.

Компьютерные технологии в обогащении минеральных ресурсов : учеб.-практ. изд. для обучающихся образоват. учреждений высш. проф. образования / В. Г. Самойлик, Н. А. Звягинцева, В. Г. Науменко ; ГОУВПО «ДОННТУ». – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана.

Учебно-практическое издание разработано с целью оказания помощи обучающимся в усвоении теоретического материала и получении практических навыков по дисциплине «Компьютерные технологии в обогащении минеральных ресурсов». Определены цель, содержание и порядок проведения практических работ, направленных на освоение методов построения технологических схем обогащения, выполнения компоновочных чертежей обогатительного оборудования.

Учебно-практическое издание предназначено для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело» специализации «Обогащение полезных ископаемых» всех формы обучения.

УДК 004:622.7(075.8)

ББК 32.973:33.4я73

© В.Г. Самойлик, Н.А. Звягинцева, В.Г. Науменко, 2021

© ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», 2021

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	4
1.	Практическая работа № 1. Создание изображений с помощью Office Word.....	5
2.	Практическая работа № 2. Составление технологической схемы обогащения.....	13
3.	Практическая работа № 3. Построение схемы цепей аппаратов.....	16
4.	Практическая работа № 4. Составление таблицы гранулометрического состава углей двух шахт.....	18
5.	Практическая работа № 5. Построение характеристик крупности машинных классов углей.....	22
6.	Практическая работа № 6. Составление таблиц фракционного состава углей.....	27
7.	Практическая работа № 7. Построение кривых обогатимости углей и составление теоретического баланса продуктов обогащения.....	31
8.	Практическая работа № 8. Компоновка оборудования главного корпуса обогатительной фабрики.....	40
	Список литературы к практическим работам.....	45
	Приложение А	46
	Приложение Б	47
	Приложение В.....	50

Введение

Дисциплина «Компьютерные технологии в обогащении минеральных ресурсов» изучается в соответствии с рабочей программой подготовки специалистов специальности 21.05.04 «Горное дело» специализации «Обогащение полезных ископаемых».

Цель изучения дисциплины. В результате изучения курса «Компьютерные технологии в обогащении минеральных ресурсов» студент должен овладеть знаниями построения технологических схем обогащения, уметь читать и составлять графическую и текстовую часть курсовых проектов в соответствии с требованиями стандартов, уметь на практике применять полученные знания и навыки. Знания, умения и навыки, приобретенные в курсе «Компьютерные технологии в обогащении минеральных ресурсов», необходимы для изучения общеинженерных и специальных технических дисциплин, а также в последующей инженерной деятельности.

В результате изучения дисциплины студент должен **знать** принципы построения отдельных узлов в технологических схемах обогащения полезных ископаемых и схемах оборудования; основы составления компоновочных чертежей оборудования на разрезах и планах здания обогатительной фабрики.

Изучение дисциплины обуславливает приобретение **умений**, необходимых для: выполнения курсовых проектов по дисциплинам «Подготовительные процессы обогащения», «Гравитационные методы обогащения», «Флотация»; составления качественно-количественных схем обогащения.

Для качественного проведения практических работ необходима тщательная самоподготовка студентов, включающая:

- предварительное изучение соответствующих инструкций по правилам техники безопасности и неукоснительное их соблюдение в процессе выполнения практических работ;
- освоение теоретического материала по рекомендуемой литературе;
- изучение методических указаний к конкретной практической работе, уяснение цели, задачи и методики выполнения работы;
- ознакомление с требованиями, предъявляемыми к отчету по практической работе и подготовка необходимых таблиц для записи результатов исследований.

Работы выполняются индивидуально или группами по 2-3 человека. В начале занятий преподаватель контролирует готовность студентов к проведению текущей практической работы и принимает отчеты по предыдущей.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

СОЗДАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ OFFICE
WORD1. Общие положения

Для удобства работы предварительно настроим панели инструментов приложения Word в следующей последовательности.

1. Войти в Word. Перейти на закладку **Вставка**. Активизируем панель **Рисование** нажатием на иконку **Фигуры**. Появится выпадающее меню (рис. 1.1).

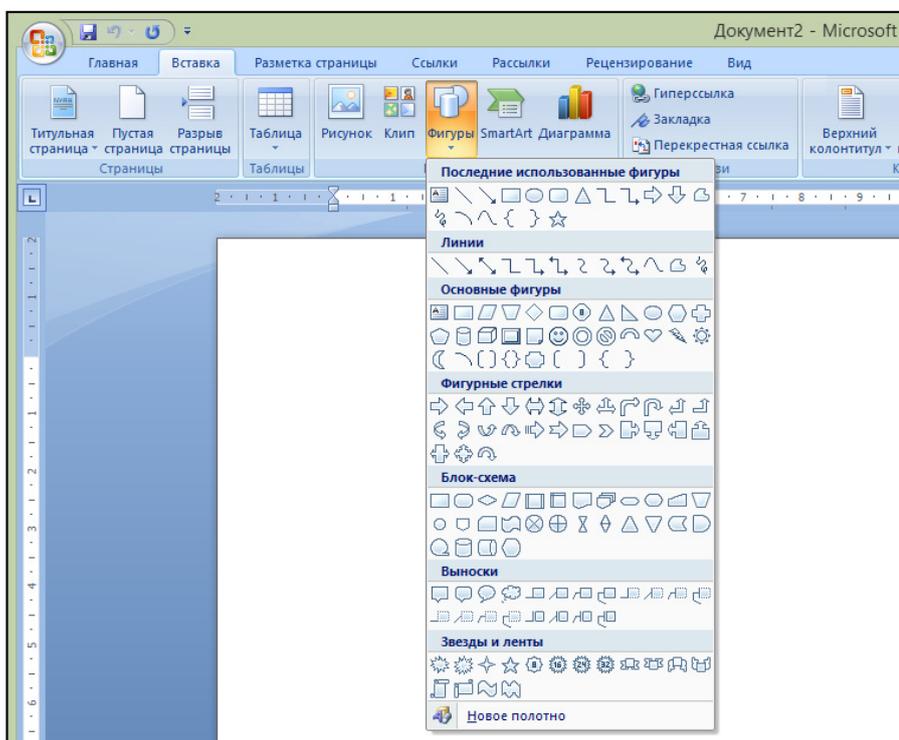


Рис. 1.1 – Активизация панели Рисование

Обычно панель **Рисование** «укомплектована» стандартными инструментами (по умолчанию). Она разделена на несколько областей. В первых расположены инструменты рисования линий, стрелок, основных фигур. Ниже расположены блок-схемы, выноски, звёзды и ленты, иконка **Новое полотно**.

2. Начало работы с панелью **Рисование** начинается с нажатия иконки **Новое полотно**. В Документе Word появляется поле, в котором будет создаваться нужный рисунок.

При выборе любой опции меню указатель мыши превращается в большой знак «плюс», перетаскивание которого мышкой в созданное поле сопровождается появлением выбранной фигуры (рис. 1.2).

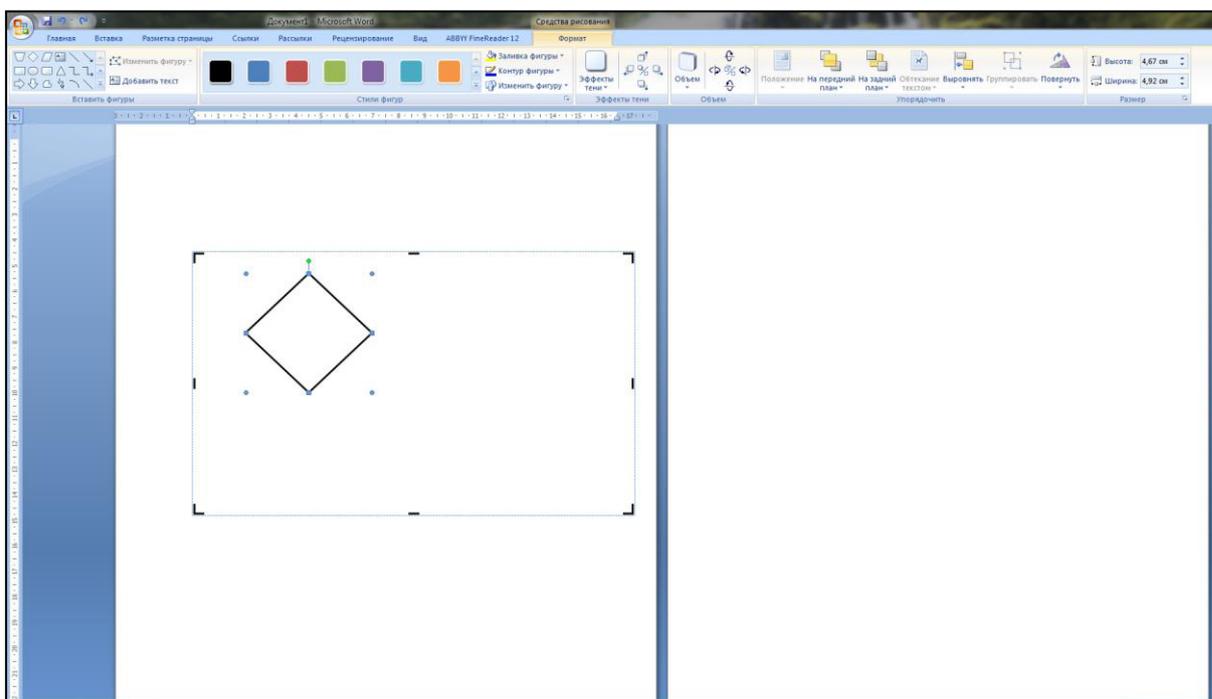


Рис. 1.2 – Вставка фигуры в Документ

Одновременно с появлением выбранной фигуры на панели инструментов появляются **Средства рисования**, которые дают возможность сформировать необходимый контур фигуры, изменить цвет её заливки и пр.

В том случае, когда в **панели Рисования** нет требуемой фигуры, её можно создать из существующих элементов (рис. 1.3).

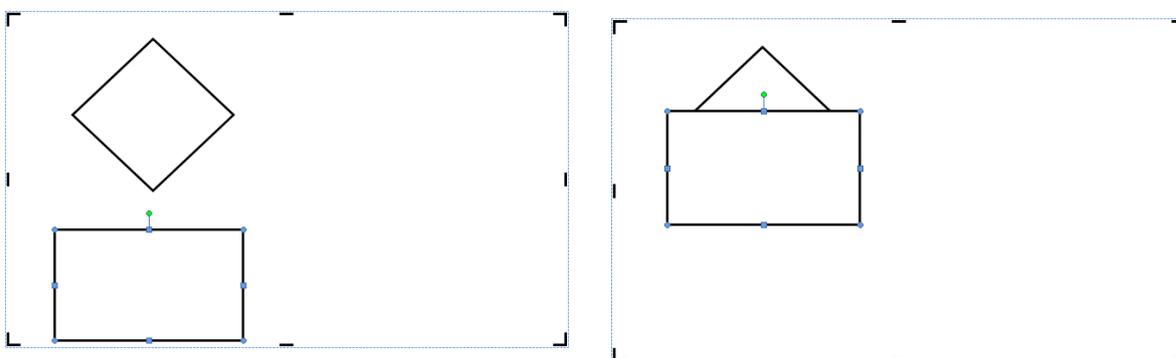


Рис. 1.3 – Создание фигуры из существующих элементов

Придвигая выбранный прямоугольник к ромбу, мы создаём новую фигуру. При этом, прямоугольник по отношению к ромбу находится в положении «На передний план», закрывая собой нижнюю часть ромба. При использовании опции «На задний план» на изображении будет виден ромб, «погруженный» в прямоугольник.

Для формирования окончательного вида полученной фигуры необходимо курсором обвести всё область, в которой находится фигура. После выделения фигуры, подвести к ней курсор и после появления маленького знака «плюс» нажать правую кнопку мыши.

В выпадающем меню перейти на опцию **Группировка** и далее – на опцию **Группировать** (рис. 1.4).

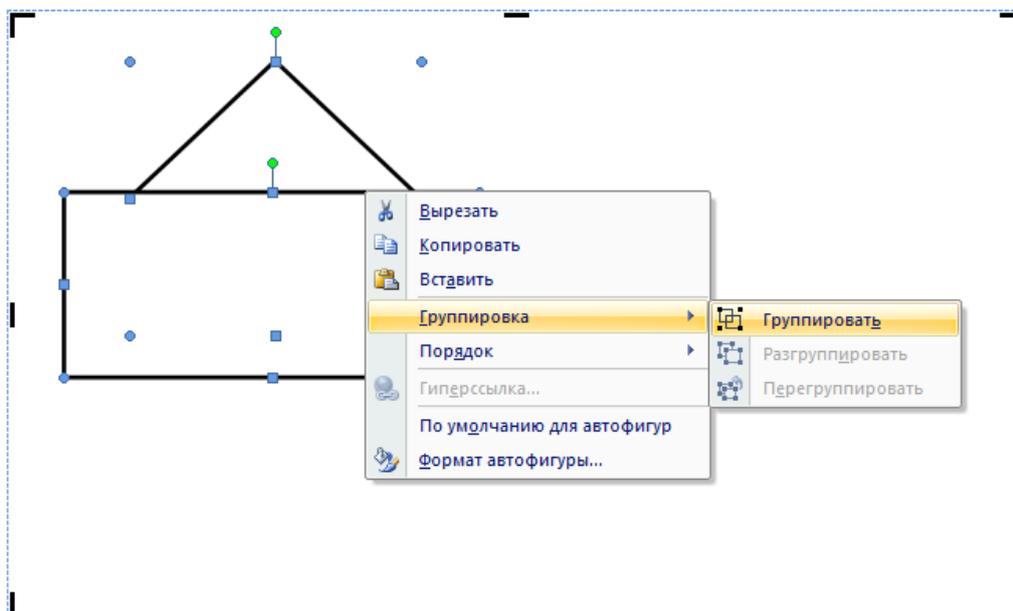


Рис. 1.4 – Группирование фигуры

Полученная фигура теперь может перемещаться по полотну, изменять свои габариты, сохраняться в каталоге в формате Документа Word.

3. Различные изображения, с которыми предполагается работать, необходимо расположить в одной папке. Для вставки изображения в Документ существует несколько способов. Будем рассматривать наиболее простые и быстрые.

Предположим необходимо вставить в Документ изображение «ГК6-2», расположенное в папке «Шаблоны». Переходим на закладку **Вставка**, нажимаем кнопку **Рисунок**, находим папку «Шаблоны», активизируем нужное изображение левой кнопкой

мышью, и нажимаем кнопку **Вставить** (рис. 1.5). В Документе появляется выбранное изображение (рис. 1.6).

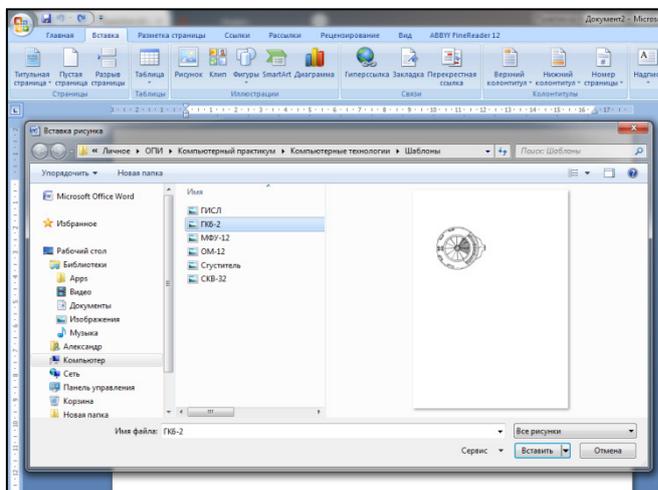


Рис. 1.5 – Выбор изображения

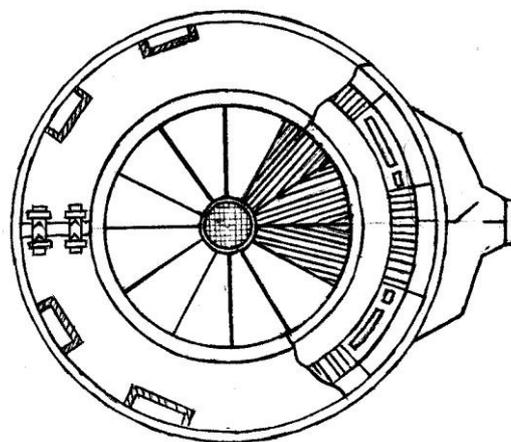


Рис. 1.6 – Вид изображения

Рассмотрим возможные операции над данным изображением.

Изменение размеров изображения.

При выделении рисунка на его границах отображается **восемь маркеров** (по одному в центре каждой стороны и в углах). Эти маркеры активно используются для управления изображением (рис. 1.7).

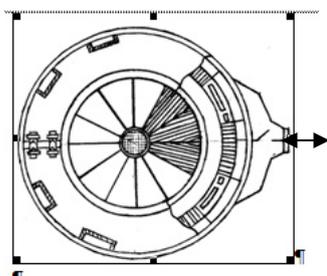


Рис. 1.7

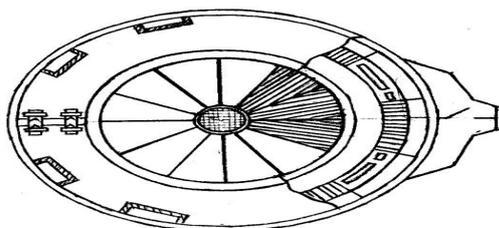


Рис. 1.8

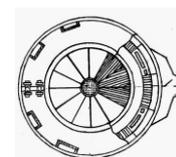


Рис. 1.9

Чтобы изменить размер изображения, выделите его и потяните за один из восьми маркеров. На рис. 1.8 показано, как изображение вытягивается вправо. Чтобы увеличить или уменьшить рисунок по высоте, воспользуйтесь верхним маркером. Чтобы увеличить или уменьшить рисунок по ширине, используйте боковой маркер. Перетаскивая угловые маркеры (по диагонали), можно одновременно изменять размеры рисунка по ширине и по высоте, не поворачивая и не искажая его, т.е. изменяется масштаб изображения (рис. 1.9). Изменять масштаб удобнее при нажатой клавише Shift, это обеспечит пропорциональное изменение размеров.

Обрезка изображения.

Говоря об обрезке, мы имеем в виду такое изменение размера рисунка, при котором размеры изображения не меняются. Представьте, что вы решили вставить в рамочку фотографию, которая для этой рамочки великовата. Вы берете ножницы и... Это и есть обрезка. Обрезать рисунок можно только в горизонтальном и вертикальном направлениях.

При ***редактировании графики*** вам пригодится панель инструментов **Работа с рисунками**. Она появляется автоматически при выделении рисунка (рис. 1.10).

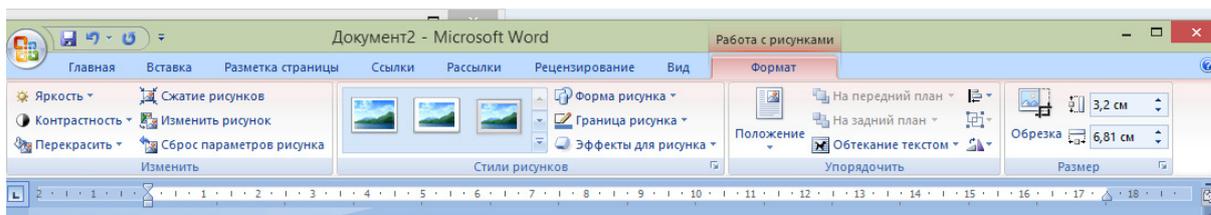


Рис. 1.10 – Панель Работа с рисунками

Для обрезки используют команду на панели изображения, обозначенную значком , она становится активной при выделении изображения щелчком мыши. Последовательность обрезки: выделяем рисунок, щелкаем на кнопке обрезки, подводим курсор (с ним будет перемещаться и значок) к нужному маркеру рисунка и смещаем его к центру.

После того, как вы обрежете лишнюю часть изображения, щелкните на кнопке "Обрезка" еще раз, чтобы отключить режим обрезки.

Если результат обрезки вас не радует, верните все, как было, с помощью щелчка на кнопке "Возврат" в главной панели.

Перемещение рисунка.

Рисунок легко перемещать по странице с помощью мыши. Установите указатель мыши в центр изображения и тащите. Word обращается с изображением точно так же, как с буквой. Выделенный графический объект, по сути, ведет себя подобно любому символу документа. Если вам необходимо отцентрировать картинку (переместить по горизонтали), расположите её в отдельной строке (сделайте абзацем), а затем отцентрируйте всю строку.

Если необходимо, чтобы картинка «плавала», как остров, в море текста, нужно использовать меню – «Обтекание текстом», кнопка  на панели инструментов **Работа с рисунками**.

Появится раскрывающееся меню с несколькими параметрами обтекания текстом, как показано на рис. 1.11.

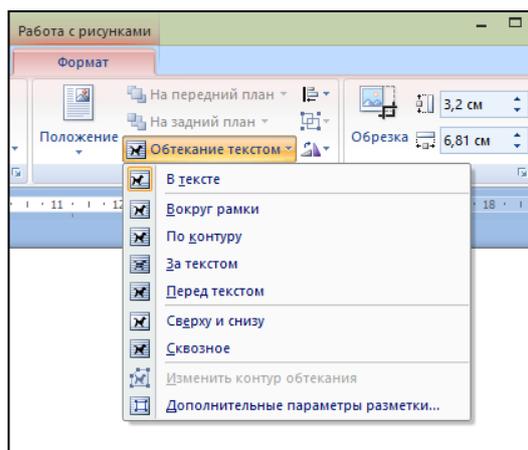


Рис. 1.11 – Параметры обтекания изображения текстом

Характеристика некоторых видов обтеканий.

В тексте – это привычный способ размещения изображения в тексте, т.е. когда рисунок не обтекается текстом. В этом случае рисунок размещается словно гигантский символ в одной строке с текстом.

За текстом – помещает текст на фоне «плавающего» рисунка.

Перед текстом – рисунок, «плавающий» на фоне текста. Когда рисунок размещается за текстом, это выглядит так, словно текст был напечатан не на чистом листе, а на листе с рисунком. Если же рисунок размещается «плавающим» на тексте, то это подобно фотографии, напечатанной на листе с текстом. В обоих случаях рисунок может быть свободно перемещен с помощью мыши в любую часть страницы.

Вокруг рамки – строки текста располагаются вокруг рамки изображения, как, например, текст этой станицы обтекает рис. 1.11.

По контуру – размещает каждую строку текста вплотную к изображению.

Назначение других команд панели **Работа с рисунками** ясно из вида значков, их активизирующих. Например, чтобы повернуть изображение, нужно щелкнуть мышкой на рисунке (активизировать его) и щелкать мышкой по значку **Повернуть**, а затем при помощи выпадающего меню установить заданный угол и направление поворота.

2. Цель работы

Отработка методики создания изображения обогатительного оборудования с помощью Office Word.

3. Содержание работы

В качестве примера, используем панель Рисование, разработаем изображение отсадочной машины, как элемента схемы оборудования (схема цепи аппаратов). Внешний вид обозначения отсадочной машины для схем оборудования приведен в Приложении А данных рекомендаций. На рис. 1.12 показано обозначение отсадочной машин с тремя отделениями, которое необходимо получить.

Разобьем условно данное изображение на простые составляющие и «нарисуем» их отдельными блоками. Например, получим изображение нижней части отсадочной машины (выделено на рис. 1.12).

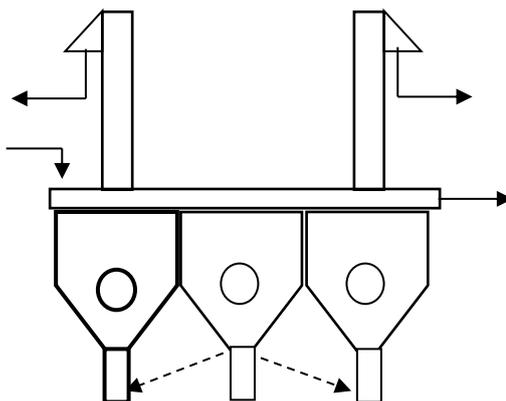


Рис. 1.12 – Вид ОМ

Просматривая готовые фигуры из **панели Рисование**, определяем, что изображение нижнего корпуса машины можно получить на основании изображения Пятиугольника (выделено на рис. 1.13). Щелкаем мышью по данному изображению и, перемещая курсор по документу, получаем требуемое изображение, но в горизонтальной ориентации (рис. 1.14, а). Активизируем рисунок и с помощью маркера **Свободное вращение** поворачиваем фигуру до вертикального положения (рис. 1.14, б)

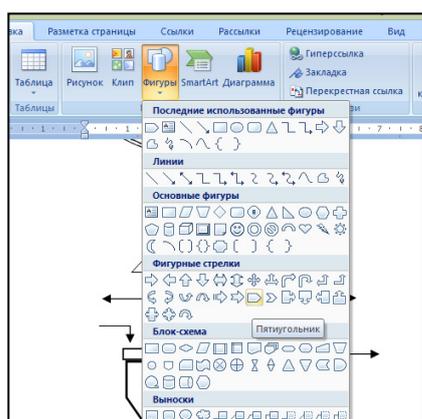


Рис. 1.13 – Выбор исходной фигуры



а - горизонтальное б - вертикальное

Рис. 1.14 – Изменение ориентации фигуры

Нужные пропорции изображения получаем с помощью перемещения его маркеров.

Аналогично последовательно извлекаем в Документ необходимые исходные фигуры – окружность, прямоугольники, треугольник и сопрягаем их между собой. Сопряжение состоит в подгонке соотношения размеров элементов, установки положения элемента рисунка (за-перед-переместить назад-...). Например, для того, чтобы закрыть нижнюю часть основной фигуры прямоугольником, следует использовать опцию положения фигуры (прямоугольника) «На передний план» или «Поместить перед текстом».

Конечная операция – группирование изображения. Её можно осуществлять последовательно, выделяя элементы группировки при нажатой клавише Shift, после чего дать команду из панели Рисование **Группировать**. Группировку всего изображения проще осуществлять выделением всего рисунка стрелкой **Выбор объектов** и командой Группировать.

Из полученной «сборочной единицы» легко собрать нижнюю часть всей отсадочной машины. Достаточно размножить полученный узел до 3-х и сгруппировать их в единый рисунок. Наиболее простое копирование рисунка – перетащить его с нажатой клавишей Ctrl.

В результате получим вид, показанный на рис. 1.15.

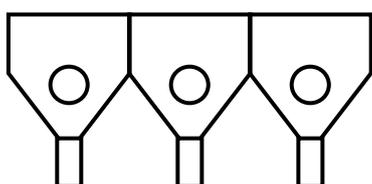


Рис. 1.15 – "Сборка" машины

При формировании изображения элеваторов следует помнить, что можно изменить положение изображения путем команды «Отразить слева направо». Таким образом, собрав фрагмент с левой разгрузкой, можно получить его копию с правой разгрузкой продукта.

Дополнив полученный модуль корпуса машины замыкающим сверху прямоугольником, элеваторами и необходимыми стрелками, после группирования всех элементов получил требуемое изображение (рис. 1.12).

4. Задание для работы

Студентам выдаётся по три изображения из Приложения А для отработки методики создания изображения обогатительного оборудования с помощью Office Word.

5. Содержание отчета

- описание методики создания изображения обогатительного оборудования с помощью Office Word;
- изображения отдельных единиц обогатительного оборудования.

Контрольные вопросы

1. Как можно сохранить изображение, полученное с помощью панели Рисование?

2. Как создать изображение при помощи панели Автофигуры?
3. Как добиться нужных пропорций изображения?
4. Опишите последовательность операций группировки объекта.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

СОСТАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ
ОБОГАЩЕНИЯ1. Общие положения

Технологические схемы в упрощенном виде и качественно-количественные схемы легко составляются средствами Word. Основной используемый элемент – **Надпись** , значок которого расположен на, и простейшие инструменты – линия и стрелка.

Предварительно следует установить нужные свойства Надписи. Вставляем поле надписи в Документ, выделяем его и правой кнопкой мыши открываем контекстное меню (рис. 2.1).

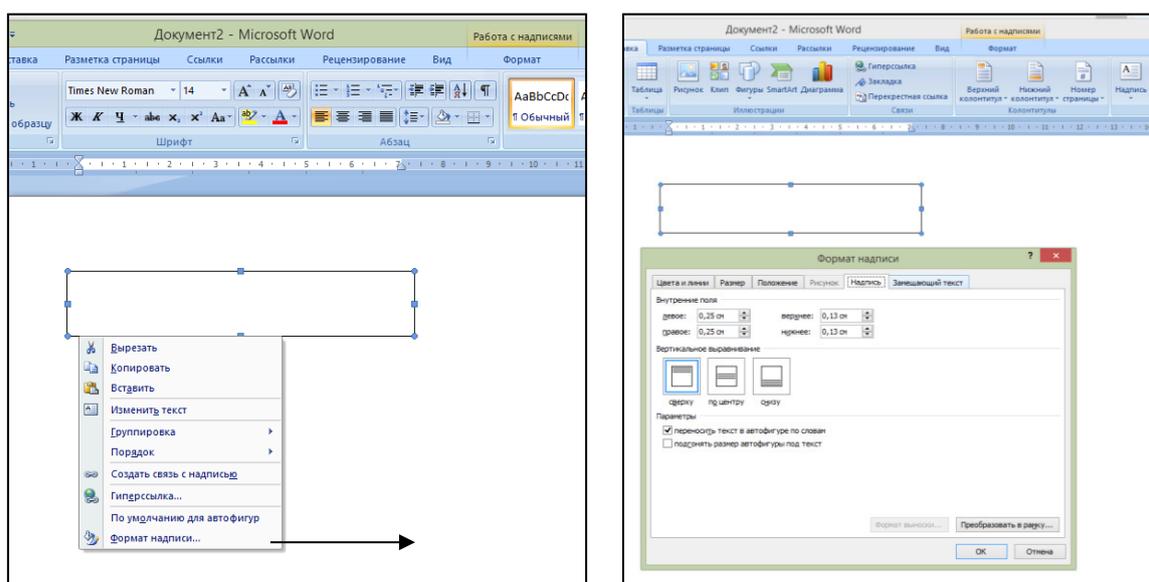


Рис. 2.1 – Открытие меню "Формат надписи"

В меню убираем цвет линии и открываем панель **Надпись**. Здесь обнуляем все внутренние поля и устанавливаем опцию «Переносить текст в автофигуре по словам» и «Подгонять размер автофигуры под текст» (не обязательно). В таком поле Надписи полно используется его площадь под текст.

Полученную заготовку используем в качестве шаблона для любых надписей, необходимых при изображении заданной схемы.

Для обозначения операции разделения удобно использовать тип двойной линии.

После расположения полей Надписи на схеме произведем группирование рисунка. Полученный фрагмент схемы (рис. 2.2) можно использовать при изображении любых разделительных процессов. Текст в полях Надпись легко заменяется обычным вводом новых символов. Последующие операции могут дополняться с помощью второго блока (рис. 2.2, справа).

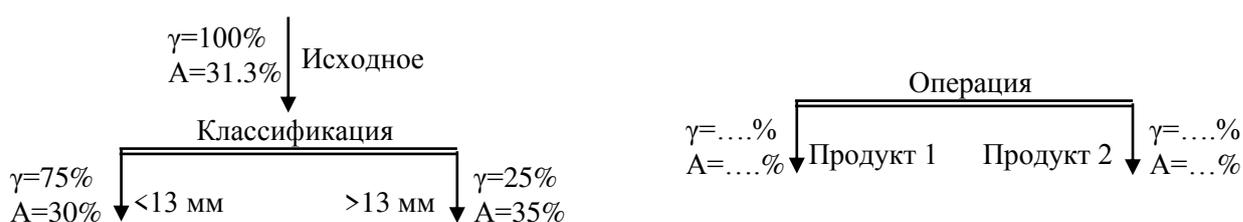


Рис. 2.2 – Исходные блоки качественно-количественной схемы

Таким образом, технологическая схема любой сложности может быть составлена (склеена) из разработанных блоков путем их

копирования и замены текстового материала в полях надписи (рис. 2.3).



Рис. 2.3 – Фрагмент качественно-количественной схемы

Более полный вид качественно-количественной схемы показан на рис. 2.4. Характеристики продуктов здесь можно формировать либо группированием отдельных ячеек в формате **Надпись**, либо с помощью таблиц со свойствами обтекания текстом вокруг.

2. Цель работы

Составление качественно-количественной схемы обогащения с помощью Office Word.

3. Содержание работы

На первом этапе работы студенты создают фрагменты технологической схемы.

После отработки этого элемента студентам выдаётся печатный вариант технологической схемы отделения обогащения, который они должны изобразить при помощи Office Word.

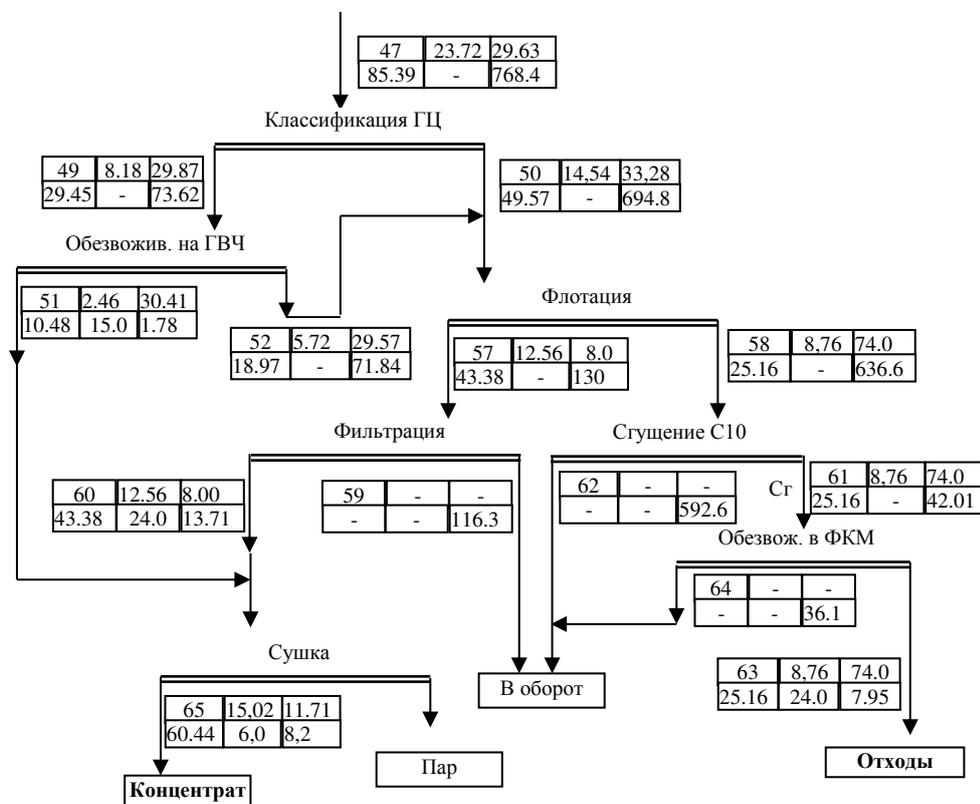


Рис. 2.4 – Вид технологической схемы обогащения

4. Задание для работы

Преподаватель выдаёт каждому студенту печатный вариант технологической схемы отделения обогащения, который они должны изобразить при помощи Office Word.

5. Содержание отчета

- Описание методики составления качественно-количественной схемы обогащения;

- изображения отдельных фрагментов технологической схемы;
- изображение технологической схемы отделения обогащения.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные элементы, используемые при составлении технологической схемы обогащения.
2. Как изображаются отдельные технологические операции на схеме?
3. Как создать фрагмент технологической схемы?
4. Каким образом отображаются на схеме характеристики продуктов обогащения?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

ПОСТРОЕНИЕ СХЕМЫ ЦЕПЕЙ АППАРАТОВ

1. Общие положения

Для разработки схем цепей аппаратов можно подготовить изображения отдельных видов оборудования или использовать шаблоны готовых изображений (Библиотека), полученные во время выполнения практической работы № 1. Виды оборудования могут быть представлены в двух форматах- doc и jpg.

Представленные в папках (jpg) файлы имеют формат растровой графики (jpg, tif). Файлы могут быть вставлены в Документ Word и выполнять функции сборочных единиц сложных схем. При необходимости данные файлы могут быть изменены, «почищены», т.е. «приспособлены» к конкретному компоновочному решению. Это осуществляется в любом графическом редакторе или программе, предпочтительнее использовать Photoshop.

2. Цель работы

Отработка методики построения схемы цепи аппаратов.

3. Содержание работы

Суть работы заключается в создании в Документе Word схемы цепи аппаратов с использованием уже имеющихся шаблонов технологического оборудования.

Каждому студенту выдаётся описание последовательности технологического процесса обогащения с указанием вида и числа необходимого оборудования. При помощи **панели Рисование** и шаблонов оборудования составляется схема цепи аппаратов (рис. 3.1).

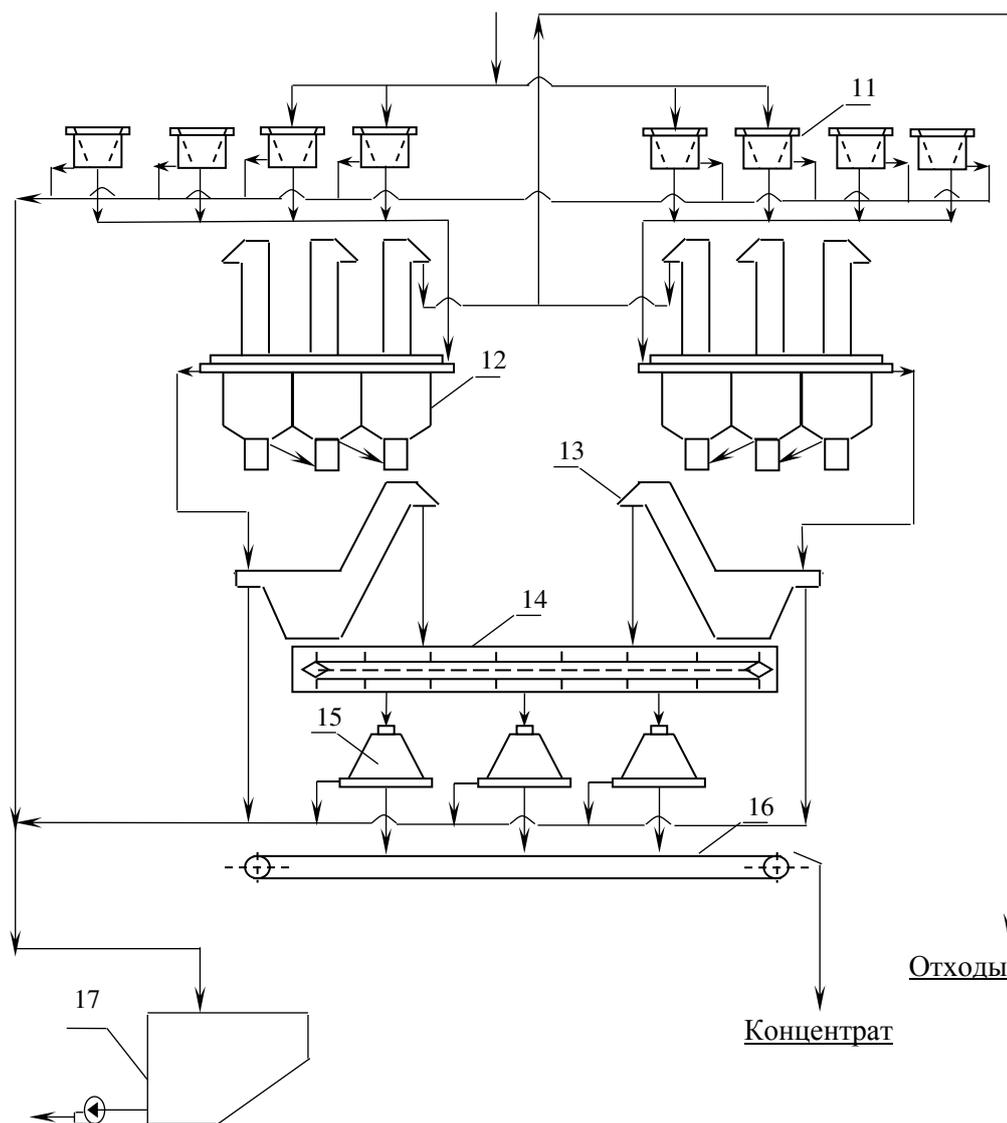


Рис. 3.1 – Схема цепи аппаратов отделения отсадки мелкого угля

При составлении схемы студенту необходимо обращать особое внимание на последовательность проведения обогатительных

операций, наличие циклических процессов, выделение конечных продуктов обогащения.

Общий вид отдельного фрагмента схемы цепи аппаратов представлен на рис. 3.1.

4. Задание для работы

Каждому студенту выдаётся описание последовательности технологического процесса обогащения с указанием вида и числа необходимого оборудования.

По этим данным необходимо изобразить схему цепи аппаратов.

5. Содержание отчета

- описание последовательности составления схемы цепи аппаратов;
- изображение схемы цепи аппаратов.

Контрольные вопросы

1. Какие основные элементы используются при составлении схемы оборудования?
2. Как создать изображение при помощи панели Рисование?
3. Как добиться нужных пропорций изображения?
4. Опишите последовательность операций группировки объекта.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

СОСТАВЛЕНИЕ ТАБЛИЦЫ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА УГЛЕЙ ДВУХ ШАХТ

1. Общие положения

Полезные ископаемые после добычи или дробления представляют собой смесь кусков или зерен разной крупности – от частиц микрона до сотен миллиметров. Соотношение массовых количеств зерен разной крупности, входящих в состав полезного ископаемого, называется гранулометрическим составом или гранулометрической характеристикой. Гранулометрический состав материала дает возможность определить нагрузку на обогатительные машины, эффективность работы грохотов, классификаторов и дробилок, необходимую степень измельчения для раскрытия зерен полезных минералов и т.д. Определение гранулометрического состава состоит в разделении массы полезного ископаемого на классы, ограниченные верхним и нижним предельными размерами.

Для определения гранулометрического состава чаще всего применяют ситовый анализ.

Разделение пробы на классы производится тщательным просеиванием сквозь набор сит с определенными размерами отверстий. Ситовый анализ применяется для исследования материалов

крупностью от 150-200 мм до 0,074 (0,043) мм. Для ситового анализа применяются контрольные сита из металлических или синтетических сеток с квадратными отверстиями. Набор сит для отсева руд включает сита с размерами отверстий 60; 40; 30; 20; 10; 5; 2,5; 1 мм; для отсева угля – 150; 100; 50; 25; 13; 6; 3; 1; 0,5 мм.

Достоверность характеристики материала по крупности зависит от массы пробы, способа её отбора и точности ситового анализа. Ситовый анализ крупных материалов производится на грохотах лабораторного типа. Отсев мелких классов (крупностью до 6 мм) осуществляется на встряхивателях разных конструкций.

Отсев считается законченным, если при контрольном просеивании на протяжении 1 мин масса материала, прошедшего сквозь сито, не будет превышать 1% массы материала, оставшегося на сите.

Все классы взвешивают и определяют их выход в процентах. Потери при отсеве, не превышающие 1% массы исходной пробы, распределяют пропорционально к выходам каждого класса. Потери более 1% не допускаются. Данные отсева пробы и химического анализа отдельных классов оформляют в виде табл. 4.1. Кроме данных по выходу и качеству отдельных классов крупности в таблице ситового состава вычисляются значения суммарных выходов по «плюсу» и по «минусу».

Таблица 4.1 – Результаты ситового анализа

Класс крупности, мм	Выход, %	Содержание компонента, %	Суммарный выход, %	
			по «+d»	по «-d»
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
+ d ₁	γ ₁	β ₁	γ ₁	100,0
- d ₁ + d ₂	γ ₂	β ₂	γ ₁ + γ ₂	γ ₅ + γ ₄ + γ ₃ + γ ₂
- d ₂ + d ₃	γ ₃	β ₃	γ ₁ + γ ₂ + γ ₃	γ ₅ + γ ₄ + γ ₃
- d ₃ + d ₄	γ ₄	β ₄	γ ₁ + γ ₂ + γ ₃ + γ ₄	γ ₅ + γ ₄
- d ₄ + d ₅	γ ₅	β ₅	100,0	γ ₅
Вместе	100,0	β _{ср}	-	-

Как видно из табл. 4.1, расчёт суммарного выхода по «+d» выполняется последовательным суммированием выходов классов сверху вниз, а расчёт суммарного выхода по «-d» – последовательным суммированием выходов классов снизу вверх.

2. Цель работы

Отработка методики составления таблицы гранулометрического состава шихты двух шахт.

3. Содержание работы

По исходным данным каждый студент заполняет две таблицы результатов ситового анализа углей различных шахт в файле формата Excel. Для определения выходов отдельных классов к шихте

делается пересчёт значений в соответствии с долевым участием отдельных шахт. Для этого формируется дополнительный столбец, в каждую ячейку которого вводится формула пересчёта:

$$\gamma_{iш} = \gamma_i \cdot C / 100,$$

где $\gamma_{iш}$ – выход i -того класса в шихте, %;

γ_i – выход i -того класса в шахте, %;

C – долевое участие данной шахты в шихте, %.

После оформления таблиц ситового состава для двух отдельных шахт составляется общая таблица для их шихты.

Суммарный выход отдельных классов в шихте определяется по формуле:

$$\gamma_{iш} = \gamma_{iш1} + \gamma_{iш2}.$$

Суммарная зольность отдельных классов в шихте определяется по формуле:

$$A_{iш} = (A_{iш1} \cdot \gamma_{iш1} + A_{iш2} \cdot \gamma_{iш2}) / (\gamma_{iш1} + \gamma_{iш2}).$$

Эти формулы заносятся в соответствующие ячейки таблицы.

Конечный вид таблицы приведен ниже (табл. 4.2).

Таблица 4.2 – Гранулометрический состава шихты двух шахт

Класс, мм	шахта 1		шахта 2		шихта	
	$\gamma, \%$	$A^d, \%$	$\gamma, \%$	$A^d, \%$	$\gamma, \%$	$A^d, \%$
более 100	2,51	46,30	3,07	35,60	5,58	40,42
50-100	4,77	34,80	5,83	37,90	10,60	36,51
25-50	5,58	37,70	6,82	45,90	12,40	42,21
13-25	9,86	23,50	12,05	34,80	21,91	29,72
6-13	6,53	35,80	7,98	38,90	14,51	37,51
3-6	5,76	24,85	7,04	33,20	12,80	29,44
0,5-3	2,88	36,70	3,52	38,50	6,40	37,69
0-0,5	7,11	40,20	8,69	41,80	15,80	41,08
Итого	45,00	33,18	55,00	39,12	100,00	36,45

4. Задание для расчёта

По данным ситового анализа углей двух шахт составить таблицу гранулометрического состава их шихты.

Исходные данные для расчёта приведены в табл. 4.3 и 4.4.

Таблица 4.3 – Результаты ситового анализа углей

Класс, мм	шахта 1		шахта 2	
	$\gamma, \%$	$A^d, \%$	$\gamma, \%$	$A^d, \%$
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
более 100	1,20	25,60	5,60	46,30
50-100	5,80	37,98	10,60	34,80
25-50	12,4	42,34	12,4	37,70

Окончание таблицы 4.3

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
13-25	11,5	39,87	21,9	23,50
6-13	10,8	38,92	14,5	35,80
3-6	16,7	43,24	12,8	24,85
0,5-3	19,5	44,56	6,4	36,70
0-0,5	22,1	45,69	15,8	40,20
Итого	100,00	42,56	100,00	33,18

Таблица 4.4 – Долевое участие шахт в шихте, %

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
шахта 1	30	35	40	45	50	20	10	70	65	75
шахта 2	70	65	60	55	50	80	90	30	35	25

5. Содержание отчета

- описание методики проведения ситового анализа;
- таблица гранулометрического состава шихты углей.

Контрольные вопросы

1. Что характеризует гранулометрический состав?
2. Каким образом выполняется ситовый анализ?
3. При каких условиях рассев материала считается законченным?
4. Как определяется зольность отдельных классов в шихте?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

ПОСТРОЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КРУПНОСТИ МАШИННЫХ КЛАССОВ УГЛЕЙ

1. Общие положения

Для представления результатов ситового анализа, кроме табличного способа (практическая работа № 4), широко используется графический способ.

Графически результаты ситового анализа оформляют в виде суммарной характеристики крупности по «+d» (суммарный остаток материала на ситах) или по «-d» (суммарное количество просеянного материала). Чаще всего применяются суммарные характеристики крупности по «+d». Суммарная характеристика крупности по «+d» строится по данным колонок 1 и 5 табл. 4.1.

Для построения характеристик крупности (рис. 5.1) на оси ординат откладывают суммарный выход, а на оси абсцисс – размер отверстий сит или диаметр зёрен в миллиметрах.

По характеристике крупности, построенной по «+d», можно определить содержание любого класса в исследуемом материале, размер среднего и максимального зёрен.

Вид суммарной характеристики крупности указывает на преобладание тех или других классов в исследуемом материале. Волгнутая кривая 1 указывает на преобладание в смеси мелких зёрен,

выпуклая кривая 3 – на преобладание крупных зёрен, прямолинейная зависимость 2 – на равномерное распределение классов крупности.

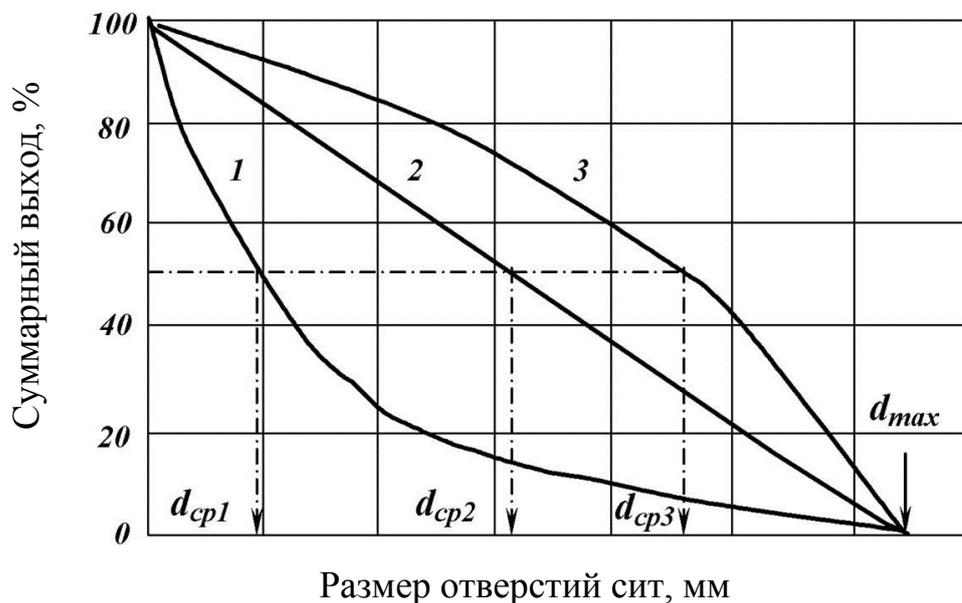


Рис. 5.1 – Суммарные характеристики крупности

2. Цель работы

Отработка методики построения характеристики крупности сыпучего материала.

3. Содержание работы

По данным таблиц гранулометрического состава шихты двух шахт, полученным в предыдущей практической работе, в файле формата Excel составляется дополнительная таблица, предназначенная для построения характеристики крупности (табл. 5.1).

Таблица 5.1 – Данные для построения характеристики крупности

Класс, мм	d_{\max} , мм	Выход, %	Золь- ность, %	Суммарный выход, %	
				по «+d»	по «+d»
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
	150			0	
более 100	100	5,38	46,30	5,38	100,00
50-100	50	6,38	34,80	11,76	94,62
25-50	25	8,40	37,70	20,16	88,24
13-25	13	15,45	23,50	35,61	79,84
6-13	6	17,13	35,80	52,74	64,39
3-6	3	22,40	24,85	75,14	47,26
0,5-3	0,5	12,32	36,70	87,46	24,86
0-0,5	0	12,54	40,20	100,00	12,54
Итого		100,00	32,77		0

В эту таблицу вводятся дополнительные ячейки с нулевыми значениями выхода класса, необходимые для построения характеристики крупности.

Для построения характеристики крупности нажимаем закладку **Вставка** и на панели **Диаграммы** левой кнопкой мыши раскрываем **Графики** (рис. 5.2). После этого открываем **Все типы диаграмм** и выбираем шаблон **точечной диаграммы** (рис. 5.3).

Нажимаем кнопку ОК и на Документе Excel появляются контуры диаграммы.

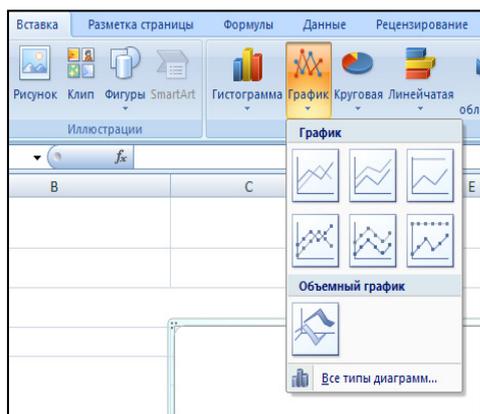


Рис. 5.2

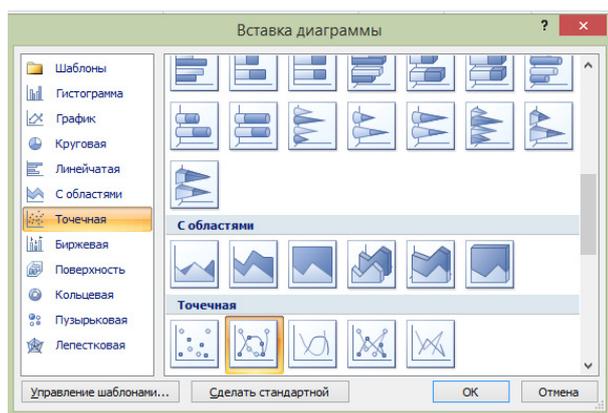


Рис. 5.3

Для дальнейшей работы с точечной диаграммой необходимо внести в неё данные из таблицы 5.1.

Активировав диаграмму, правой кнопкой мыши вызываем выпадающее меню и нажимаем задачу **Выбрать данные**. Появляется окно задач **Выбор источника данных** (рис. 5.4). После нажатия на кнопку **Добавить** появляется таблица **Изменение ряда** (рис. 5.5), куда последовательно вводятся данные.

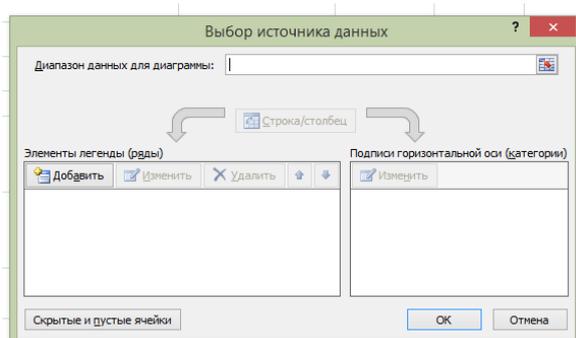


Рис. 5.4

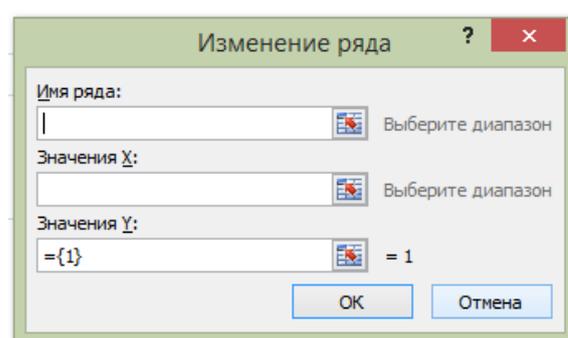


Рис. 5.5

Имя ряда: Выход сверху.

Значения X: выделяются в табл. 5.1 данные столбца 2.

Значения Y: выделяются в табл. 5.1 данные столбца 5.

После ввода данных на диаграмме появляется характеристика крупности по «+d» (рис. 5.6).

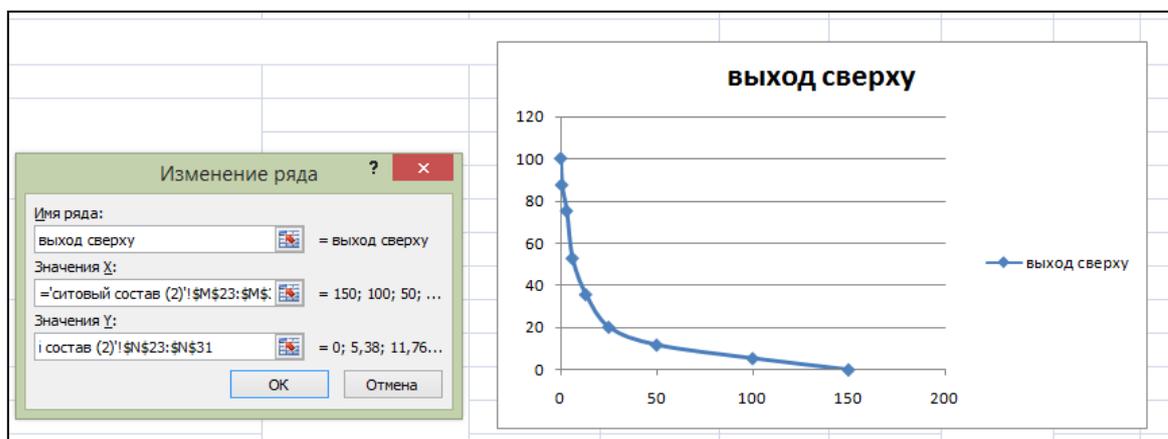


Рис. 5.6

При помощи кнопки **Добавить** вводится новый ряд **Выход снизу** и данные из столбцов 2 и 6. После нажатия кнопки **ОК** получаем два графика ситового состава углей «сверху» и «снизу».

Для обозначения осей диаграммы подводим мышку к вертикальной оси (рис. 5.7), правой кнопкой вызываем выпадающее меню и активируем задачу **Формат оси**. Выставляем максимальное значение выхода классов 100 с промежутком между делениями в 10 пунктов. Аналогичные операции проводим и с нижней шкалой.

Щёлкнув правой кнопки мыши по наименованию рядов, активируем задачу **Формат легенды** и проводим с надписями необходимые операции. Результаты форматирования диаграммы приведены на рис. 5.8.

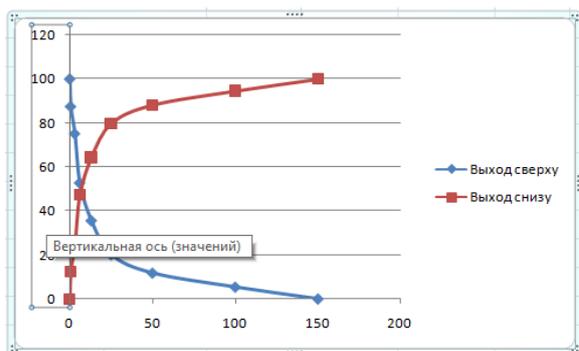


Рис. 5.7

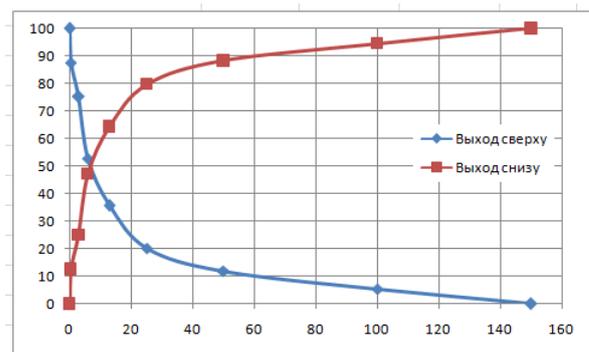


Рис. 5.8

Нажатием правой кнопки мыши вызываем выпадающее меню и активируем задачу **Формат области диаграммы**. Выбираем опцию **Цвет границ** и нажимаем кнопку **Нет линий**.

Скопировав диаграмму в Документе Excel, вставляем её в Документ в формате Word, в котором оформляется отчет по работе (рис. 5.9).

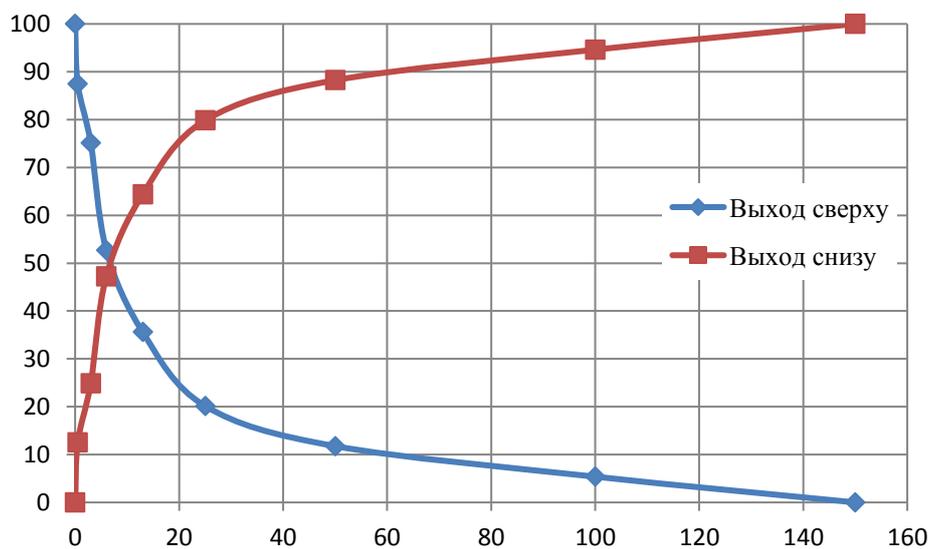


Рис. 5.9 – Характеристики крупности по «+d» и «-d»

4. Задание для расчёта

По данным таблиц гранулометрического состава шихты двух шахт, полученным в предыдущей практической работе, построить характеристики крупности по «+d» и «-d».

5. Содержание отчета

- исходные данные для расчёта;
- описание последовательности построения характеристики крупности;
- характеристики крупности по «+d» и «-d».

Контрольные вопросы

1. Что такое характеристика крупности?
2. На что указывает вид характеристики крупности?
3. По каким исходным данным строятся характеристики крупности по «+d»?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

СОСТАВЛЕНИЕ ТАБЛИЦ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА УГЛЕЙ

1. Общие положения

Фракционный состав представляет собой количественную оценку возможности разделения свободных минеральных зёрен и сростков по фракциям разной плотности и крупности. Метод фракционного анализа основан на разделении смеси минеральных зёрен в тяжёлых жидкостях разной плотности. Фракционный анализ проводят с целью выделения мономинеральных фракций, исследования вещественного состава сложных для минералогического исследования объектов, определения теоретически возможных показателей при гравитационном обогащении, количественной оценки раскрытия минералов при измельчении, оценки эффективности примененных технологических процессов и обогатимости полезного ископаемого.

Расслоение проб топлива с размером зёрен свыше 1 мм после обесшламливания и обеспыливания выполняют в статических условиях. Расслоения начинают с жидкости наименьшей или наибольшей плотности. Плотность жидкости проверяют перед каждой операцией расслоения (денсиметром). Для расслоения топлива с размером зёрен более 1 мм применяют растворы хлористого

цинка плотностью 1100-2000 кг/м³ и органические жидкости плотностью 2000-2600 кг/м³. Топливо с размером зёрен меньше 1 мм расслаивают в органических жидкостях плотностью 1300-2600 кг/м³ с помощью лабораторных центрифуг стаканного типа с частотой вращения 2000 мин⁻¹. Бурый уголь расслаивают в тяжёлых жидкостях плотностью от 1200 до 2000 кг/м³, горючие сланцы – от 1100 до 2100 кг/м³, каменный уголь – от 1300 до 2600 кг/м³, антрациты – от 1500 до 2600 кг/м³ с интервалом плотности 100 кг/м³.

2. Цель работы

Отработка методики составления таблиц фракционного состава ископаемых углей.

3. Содержание работы

При обогащении полезных ископаемых стремятся получить максимальный выход концентрата при заданной его зольности. Для этого стараются подбирать режимы разделения различных машинных классов так, чтобы они соответствовали принятой зольности разделения для исходного угля.

Обычно на угольных обогатительных фабриках обогащение угля гравитационной крупности проводится по двум машинным классам. Поэтому, для определения общей зольности разделения необходимо составить таблицу фракционного состава класса 0,5-100 мм. Исходными данными для расчетов являются данные фракционного анализа машинных классов (табл. 6.1).

Таблица 6.1 – Фракционный состав углей по классам крупности

Плотность фракций, кг/м ³	Класс 13-100 мм		Класс 0, 5-13 мм	
	$\gamma_{\text{кл}}, \%$	$A^d, \%$	$\gamma_{\text{кл}}, \%$	$A^d, \%$
<1300	18,40	2,63	21,13	4,34
1300-1400	11,08	9,90	12,94	10,32
1400-1500	9,88	25,48	9,88	23,54
1500-1600	10,30	36,76	7,32	37,12
1600-1700	7,20	41,03	9,34	42,59
1700-1800	6,32	45,07	6,93	46,35
>1800	36,82	89,04	32,46	88,23
Итого:	100,00	46,47	100,00	43,12

С учётом содержания каждого машинного класса в исходном угле студент заполняет две таблицы результатов фракционного анализа углей различных классов в файле формата Excel.

Для определения выходов отдельных фракций к шихте делается пересчёт значений в соответствии с долевым участием машинных классов. Для этого формируется дополнительный столбец, в каждую ячейку которого вводится формула пересчёта с функцией округления до второго знака после запятой:

$$\gamma_{iш} = \text{ОКРУГЛ}(\gamma_i \cdot C / 100; 2),$$

где $\gamma_{iш}$ – выход i -той фракции в шихте, %;

γ_i – выход i -той фракции в машинном классе, %;

C – доленое участие данного машинного класса в шихте, %.

После оформления таблиц фракционного состава для двух машинных классов составляется общая таблица для их шихты (табл. 6.2).

Суммарный выход отдельных фракций в шихте определяется по формуле:

$$\gamma_{ш} = \gamma_{ш1} + \gamma_{ш2}.$$

Суммарная зольность отдельных фракций в шихте определяется по формуле:

$$A_{ш} = \text{ОКРУГЛ}((A_{ш1} \cdot \gamma_{ш1} + A_{ш2} \cdot \gamma_{ш2}) / (\gamma_{ш1} + \gamma_{ш2}); 2).$$

Эти формулы заносятся в соответствующие ячейки таблицы.

Таблица 6.2 – Фракционный состав углей крупностью 0,5-100 мм

Плотность фракций, кг/м ³	Класс 13-100 мм		Класс 0, 5-13 мм		Класс 0,5-100 мм	
	$\gamma_{ш}, \%$	$A^d, \%$	$\gamma_{ш}, \%$	$A^d, \%$	$\gamma_{ш}, \%$	$A^d, \%$
<1300	7,36	2,63	12,68	2,63	20,04	3,71
1300-1400	4,43	9,90	7,76	9,90	12,19	10,17
1400-1500	3,95	25,48	5,93	25,48	9,88	24,32
1500-1600	4,12	36,76	4,39	36,76	8,51	36,95
1600-1700	2,88	41,03	5,60	41,03	8,48	42,06
1700-1800	2,53	45,07	4,16	45,07	6,69	45,87
>1800	14,73	89,04	19,48	89,04	34,21	88,58
Итого:	40,00	46,47	60,00	42,90	100,00	44,46

Таблицы фракционного состава углей используются для построения кривых обогатимости, по которым можно определить теоретические результаты разделения и плотность разделения.

Для этого таблицы фракционного состава дополняются пятью столбцами (табл. 6.3), в которых указываются средние значения плотности фракций, выхода и зольности для всплывших и потонувших фракций.

Таблица 6.3 – Данные для построения кривых обогатимости

Плотность фракций, кг/м ³	Средняя плотность фракций, кг/м ³	Класс 0,5-100 мм		Всплывшие фракции		Потонувшие фракции	
		$\gamma_{ш}, \%$	$A^d, \%$	$\Sigma\gamma, \%$	$\Sigma A^d, \%$	$\Sigma\gamma, \%$	$\Sigma A^d, \%$
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
<1300	1250	20,04	3,71	20,04	3,71	100,00	44,47
1300-1400	1350	12,19	10,17	32,23	6,15	79,96	54,68
1400-1500	1450	9,88	24,32	42,11	10,42	67,77	62,69
1500-1600	1550	8,51	36,95	50,62	14,88	57,89	69,24
1600-1700	1650	8,48	42,06	59,10	18,78	49,38	74,81
1700-1800	1750	6,69	45,87	65,79	21,53	40,90	81,60
>1800	2000	34,21	88,58	100,00	44,47	34,21	88,58
Итого:	-	100,00	44,47	-	-	-	-

Значения в ячейках выходов всплывших фракций рассчитываются по формуле:

$$\gamma_{i\phi} = \text{СУММ}(\gamma_{\phi 1} : \gamma_{\phi n}),$$

где $\gamma_{i\phi}$ – выход i -той фракции, %;

$\gamma_{\phi 1}$ – выход первой фракции во всплывшем продукте (плотностью $<1300 \text{ кг/м}^3$), %;

$\gamma_{\phi n}$ – выход n -ой фракции во всплывшем продукте (фракции из столбца 3 суммируются сверху вниз – от меньшей плотности к большей), %.

Аналогично рассчитываются выходы потонувших фракций, только отсчёт начинается от фракции с максимальной плотностью.

Значения в ячейках зольности всплывших фракций рассчитываются по формуле:

$$A_{i\phi} = \text{СУММПРОИЗВ}(\gamma_{\phi 1} : \gamma_{\phi n}; A_{\phi 1} : A_{i\phi n}) / (\text{СУММ}(\gamma_{\phi 1} : \gamma_{\phi n})),$$

где $A_{i\phi}$ – зольность i -той фракции, %;

$A_{\phi 1}$ – зольность первой фракции во всплывшем продукте (плотностью $<1300 \text{ кг/м}^3$), %;

$A_{\phi n}$ – зольность n -ой фракции во всплывшем продукте (произведения выхода и зольности фракций из столбцов 3 и 4 суммируются сверху вниз – от меньшей плотности к большей), %.

После проведения расчётов ячейки форматируются в числовом формате с двумя десятичными знаками.

Аналогично рассчитываются значения зольности потонувших фракций, только отсчёт начинается от фракции с максимальной плотностью.

4. Задание для расчёта

По данным таблиц фракционного состава двух машинных классов составить таблицу фракционного состава угля крупностью более 0,5 мм. Долевое участие отдельных классов в шихте выдаётся преподавателем.

На основании этой таблицы подготовить исходные данные для построения кривых обогатимости.

Данные для расчёта приведены в Приложении Б.

5. Содержание отчета

- методика проведения фракционного анализа;
- исходные данные для расчёта;
- результаты расчёта в виде таблиц фракционного состава угля крупностью более 0,5 мм и исходных данных для построения кривых обогатимости.

Контрольные вопросы

1. Что такое фракционный состав?
2. На чём основан метод проведения фракционного анализа?
3. Как определяются суммарные значения выхода и зольности фракций в шихте?
4. Укажите формулу для вычисления зольности всплывших и потонувших фракций.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

ПОСТРОЕНИЕ КРИВЫХ ОБОГАТИМОСТИ УГЛЕЙ И СОСТАВЛЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА ПРОДУКТОВ ОБОГАЩЕНИЯ

1. Общие положения

Кривые обогатимости (рис. 7.1) строят в системе координат, где по нижней оси абсцисс откладывают зольность фракций (или содержание ценного минерала), по верхней оси абсцисс – плотность разделения, по левой оси ординат – суммарный выход всплывших фракций, по правой оси ординат – суммарный выход потонувших фракций.

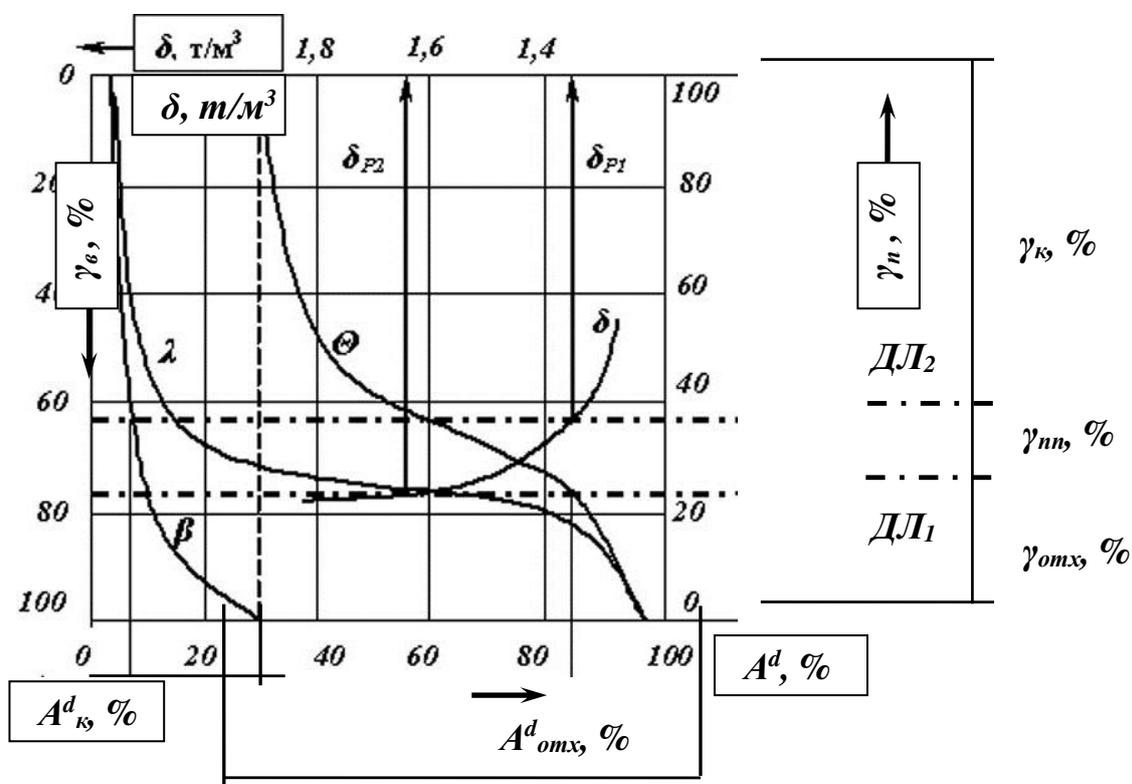


Рис. 7.1 – Кривые обогатимости угля

Кривые обогатимости показывают зависимости между основными технологическими показателями обогащения:

λ – кривая элементарных зольностей, показывающая распределение зольностей по элементарным слоям угля в зависимости от выхода фракций определенной плотности;

β – кривая средних зольностей концентрата, показывающая зависимость суммарного выхода всплывших фракций (концентрата) от их средней зольности;

θ – кривая средних зольностей отходов, показывающая зависимость суммарного выхода потонувших фракций (отходов) от их средней зольности;

δ – кривая плотностей, показывающая зависимость суммарного выхода всплывших фракций от плотности разделения.

Кривые обогатимости строятся в такой последовательности. Первой строится кривая λ . Для этого строят прямоугольники, которые символизируют количество золы в каждой фракции (вертикальная сторона – γ_i , горизонтальная – A_i). Средние точки вертикальных сторон соединяют плавной кривой таким образом, чтобы площадь под кривой (количество золы) равнялась площади прямоугольников. Концы кривой λ не должны доходить ни до 0% (материнская зола), ни до 100% (порода при контакте с углем углефицируется).

Кривая β строится по точкам показателей (γ_i^{β} и A_i^{β}) всплывших фракций.

Кривая Θ – по точкам показателей (γ_i'' и A_i'') потонувших фракций.

Кривая δ строится по данным выхода всплывших фракций и минимальной плотности фракции.

По кривым обогатимости определяют теоретические показатели обогащения полезного ископаемого, плотность разделения, возможность шихтовки разновидностей сырья.

При раздельном обогащении двух машинных классов или полезных ископаемых двух шахт (карьеров) вариантов разделения может быть много, но выбрать необходимо тот, который позволит получить максимальный выход концентрата заданного качества.

Соответственно теореме о максимальном выходе концентрата: «При заданном качестве суммарного концентрата его максимальный выход может быть получен только в том случае, если разделение отдельных классов (или материалов) в каждой отдельной операции осуществляется по элементарным фракциям с одинаковым разделительным признаком (например, зольностью)».

Так при обогащении двух классов угля гравитационной крупности строят кривые обогатимости не только этих классов, но и для их шихты. На кривых обогатимости для шихты при заданных суммарных зольностях концентрата и отходов определяют зольности элементарных фракций разделения, которые потом используют на кривых обогатимости машинных классов для определения выходов и зольностей продуктов разделения этих классов. В этом

случае выход концентрата заданной зольности будет максимальным.

2. Цель работы

Отработка методики построения кривых обогатимости.

При заданных значениях зольности концентрата и отходов по кривым обогатимости определить теоретический баланс продуктов обогащения.

3. Содержание работы

В качестве исходных данных для расчётов принимаются данные фракционного анализа угля крупностью более 0,5 мм, полученные в предыдущей практической работе (табл. 7.1).

Таблица 7.1 – Данные фракционного анализа

Плотность фракций, кг/м ³	Класс 0,5-100 мм		Всплывшие фракции		Потонувшие фракции	
	$\gamma_{ш}, \%$	$A^d, \%$	$\sum\gamma, \%$	$\sum A^d, \%$	$\sum\gamma, \%$	$\sum A^d, \%$
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
<1300	20,04	3,71	20,04	3,71	100,00	44,47
1300-1400	12,19	10,17	32,23	6,15	79,96	54,68
1400-1500	9,88	24,32	42,11	10,42	67,77	62,69
1500-1600	8,51	36,95	50,62	14,88	57,89	69,24
1600-1700	8,48	42,06	59,10	18,78	49,38	74,81

Окончание таблицы 7.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
1700-1800	6,69	45,87	65,79	21,53	40,90	81,60
>1800	34,21	88,58	100,00	44,47	34,21	88,58
Итого:	100,00	44,47	-	-	-	-

В файле формата Excel составляется дополнительная таблица, предназначенная для построения кривых обогатимости (табл. 7.2).

Таблица 7.2 – Данные для построения кривых обогатимости

Плотность фракций, кг/м ³	λ – кривая исходного угля		β – кривая концентрата		θ – кривая отходов	
	$\gamma_{ш}, \%$	$A^d, \%$	$\Sigma\gamma, \%$	$\Sigma A^d, \%$	$\Sigma\gamma, \%$	$\Sigma A^d, \%$
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
	0	2,5	0	2,5	0	44,47
<1300	20,04	3,71	20,04	3,71	20,04	54,68
1300-1400	26,14	10,17	32,23	6,15	32,23	62,69
1400-1500	37,13	24,32	42,11	10,42	42,11	69,24
1500-1600	46,37	36,95	50,62	14,88	50,62	74,81
1600-1700	54,86	42,06	59,10	18,78	59,10	81,60
1700-1800	62,45	45,87	65,79	21,53	65,79	88,58
>1800	82,90	88,58	100,00	44,47	100,00	98,00
	100,00	98,00	-	-	-	-
<i>оси</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>

В эту таблицу вводятся дополнительные ячейки со значениями, необходимыми для построения крайних точек кривых обогатимости:

- начальной точке кривых λ и β соответствуют нулевое значение выхода всплывших фракций при материнской зольности органической массы угля ($A^d = 1,2-3,5\%$);

- конечной точке кривых λ и Θ соответствуют нулевое значение выхода потонувших фракций при максимальной зольности породных фракций ($A^d = 96-99\%$).

Столбцы 3, 4, 5 и 7 таблицы 7.2 заполняются аналогично столбцам 3, 4, 5 и 7 таблицы 7.1.

Значения в ячейках столбца 2 таблицы 7.2 рассчитываются с использованием данных столбца 4 по формуле:

$$\gamma_{2ф} = \gamma_{ф1} + (\gamma_{ф1} + \gamma_{ф2}) / 2,$$

где $\gamma_{2ф}$ – выход второй фракции столбца 2, %;

$\gamma_{ф1}$ – выход первой фракции столбца 4 (плотностью <1300 кг/м³), %;

$\gamma_{ф2}$ – выход второй фракции столбца 4 (плотностью 1300-1400 кг/м³), %.

Аналогично заполняются все последующие ячейки столбца 2.

Для построения кривых обогатимости нажимаем закладку **Вставка** и на панели **Диаграммы** левой кнопкой мыши раскрываем **Графики** (рис. 7.2). После этого открываем **Все типы диаграмм** и выбираем шаблон **точечной диаграммы** (рис. 7.3).

Нажимаем кнопку **ОК** и на Документе Excel появляются контуры диаграммы.

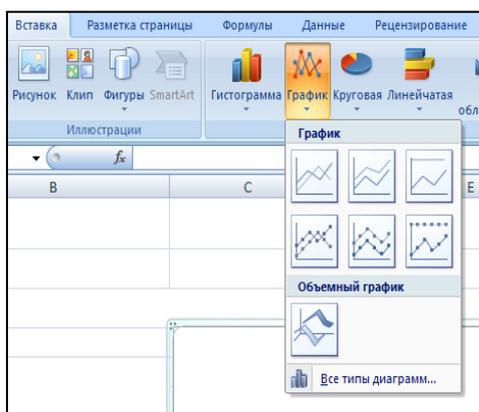


Рис. 7.2

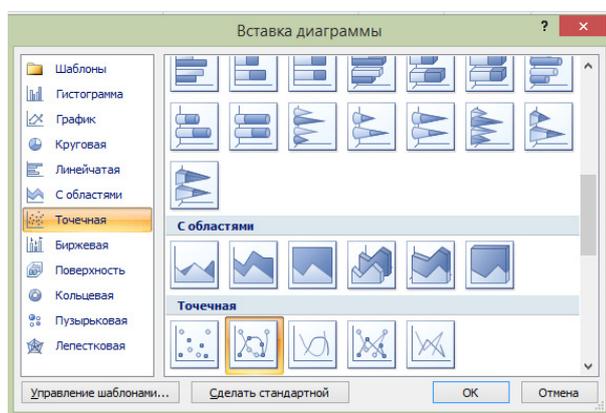


Рис. 7.3

Для дальнейшей работы с точечной диаграммой необходимо внести в неё данные из таблицы 7.2.

Активировав диаграмму, правой кнопкой мыши вызываем выпадающее меню и нажимаем задачу **Выбрать данные**. Появляется окно задач **Выбор источника данных** (рис. 7.4). После нажатия на кнопку **Добавить** появляется таблица **Изменение ряда** (рис. 7.5), куда последовательно вводятся данные.

Имя ряда: λ – кривая исходного угля.

Значения X: выделяются в табл. 7.2 данные столбца 3.

Значения Y: выделяются в табл. 7.2 данные столбца 2.

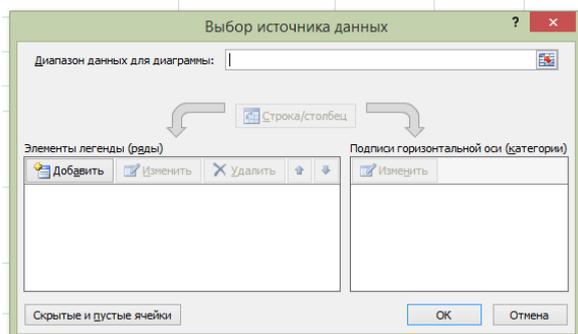


Рис. 7.4

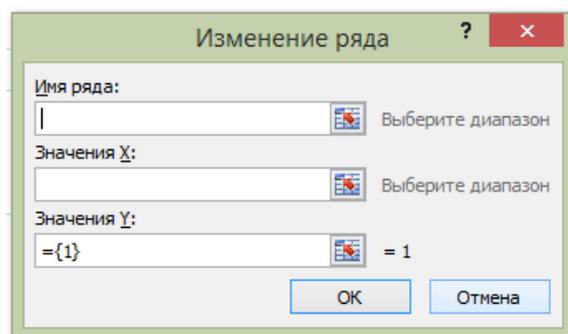


Рис. 7.5

После ввода данных на диаграмме появляется кривая исходного угля (рис. 7.6).

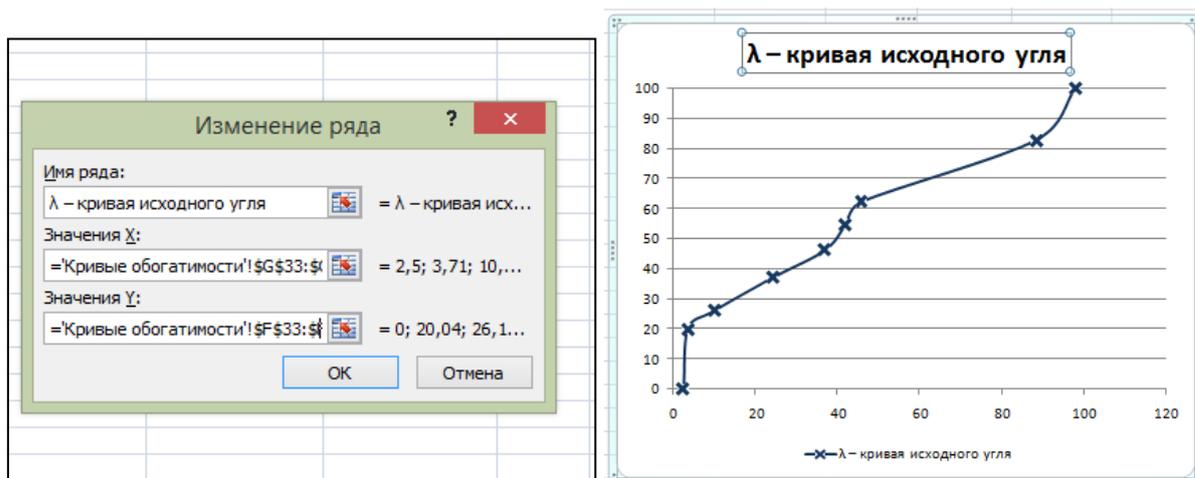


Рис. 7.6

При помощи кнопки **Добавить** вводится новый ряд β – кривая концентрата и данные из столбцов 5 и 4. После нажатия кнопки **ОК** получаем два графика. Аналогично вводится новый ряд θ – кривая отходов и данные из столбцов 7 и 6.

Для обозначения осей диаграммы подводим мышку к вертикальной оси (рис. 7.7), правой кнопкой вызываем выпадающее

меню и активируем задачу **Формат оси**. Выставляем максимальное значение выхода классов 100 с промежутком между делениями в 10 пунктов, обратный порядок значений, горизонтальная ось пересекает максимальное значение по оси (рис. 7.8).

Аналогичные операции проводим и с нижней шкалой. Только на ней нет обратного порядка значений, и горизонтальная ось пересекает 0.

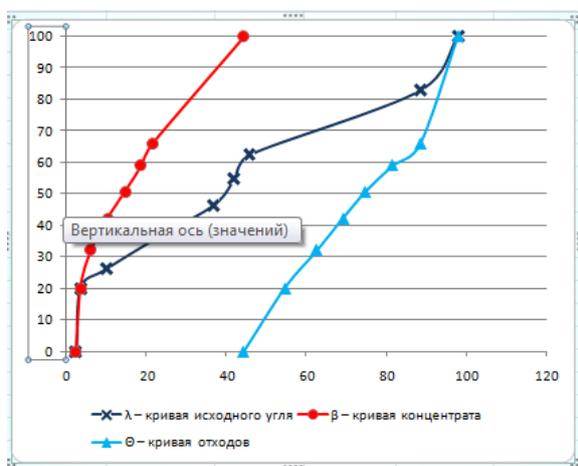


Рис. 7.7

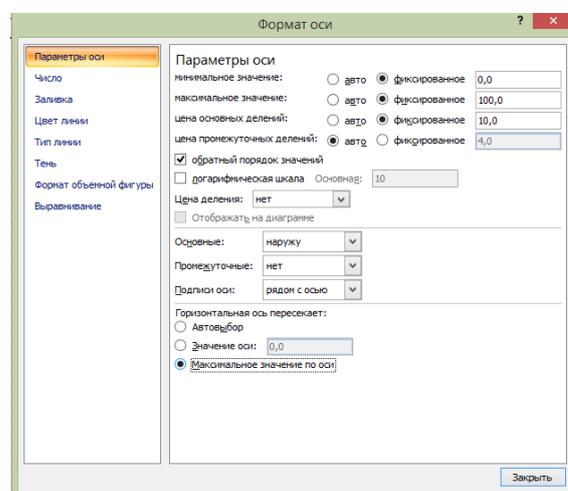


Рис. 7.8

Щёлкнув правой кнопки мыши по наименованию рядов, активируем задачу **Формат легенды** и проводим с надписями необходимые операции.

Нажатием правой кнопки мыши вызываем выпадающее меню и активируем задачу **Формат области диаграммы**. Выбираем опцию **Цвет границ** и нажимаем кнопку **Нет линий**. Результаты форматирования диаграммы приведены на рис. 7.9.

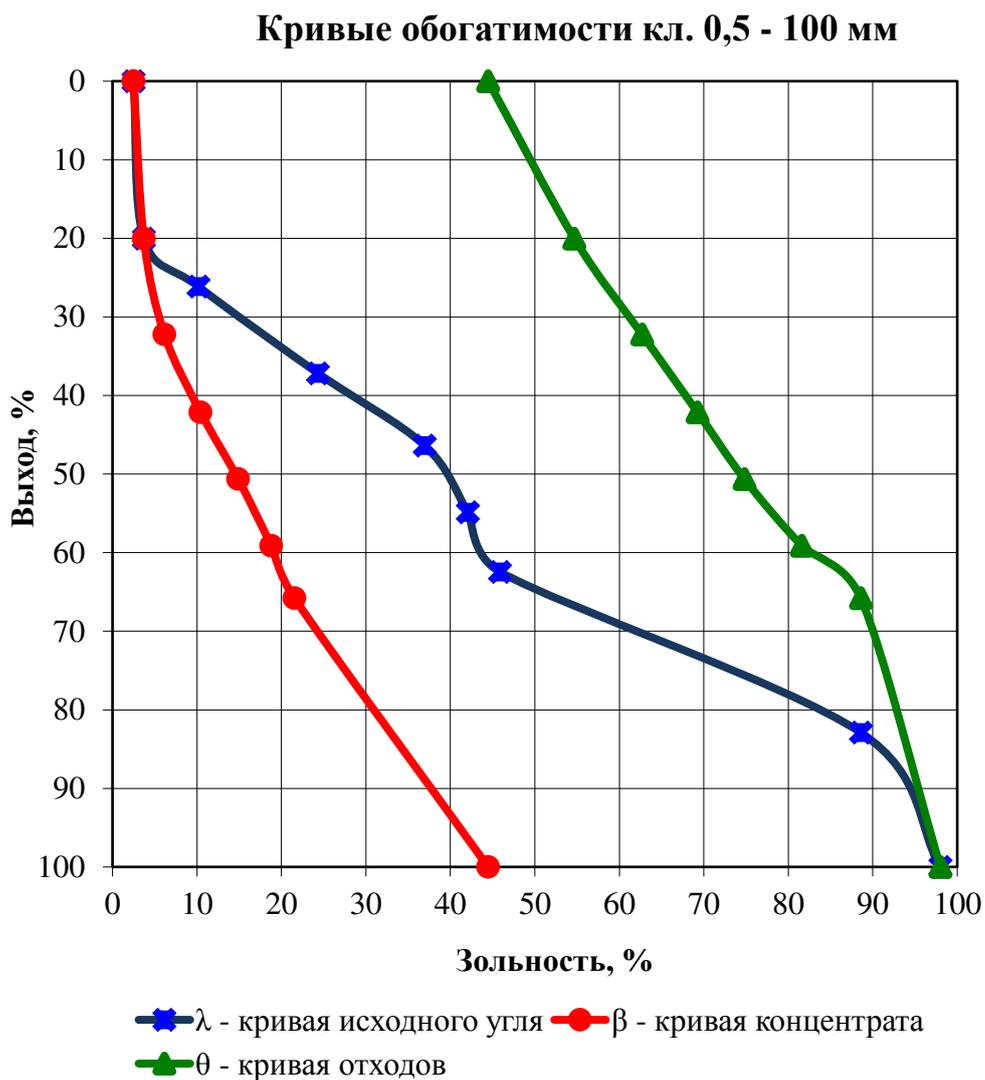


Рис. 7.9

Для определения теоретического баланса продуктов обогащения задаёмся зольностью концентрата 9,0% и зольностью отходов — более 80%.

На диаграмме строим прямую зольности концентрата по координатам:

у	х
---	---

0	9
---	---

100	9
-----	---

и прямую зольности отходов (при зольности 80%) по координатам:

y	x
0	80
100	80.

Через точку пересечения прямой зольности концентрата с кривой концентрата β проводим первую демаркационную линию с координатами:

y	x
39,5	0
39,5	100.

По точке пересечения этой прямой с осью y определяем выход концентрата: $\gamma_k = 39,5 \%$.

Через точку пересечения прямой зольности отходов с кривой отходов θ проводим вторую демаркационную линию с координатами (рис. 7.10):

y	x
57	0
57	100

Кривые обогатимости кл. 0.5 - 100 мм

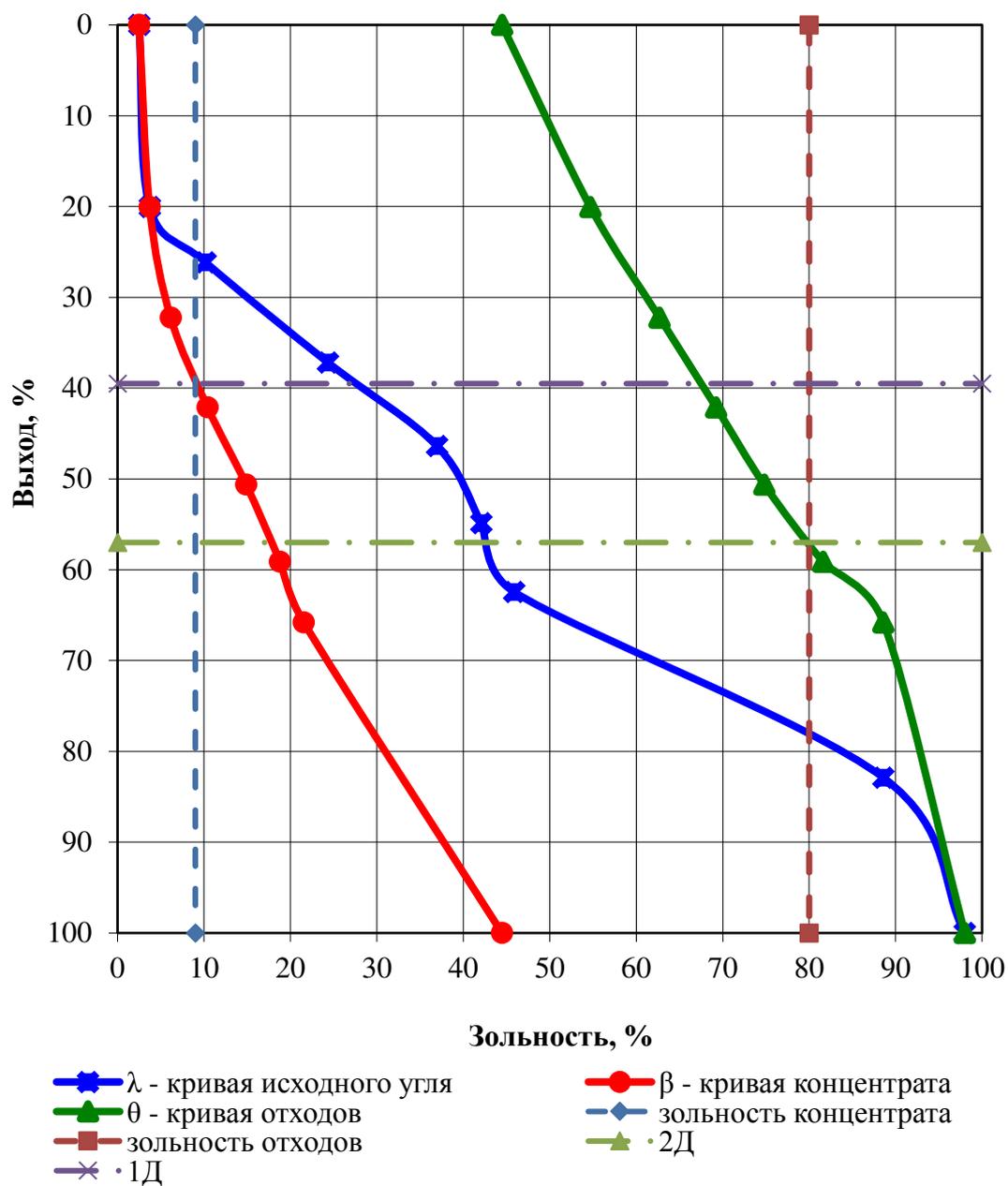


Рис. 7.10

По точке пересечения этой прямой с осью y определяем выход отходов:

$$\gamma_{от} = 100 - 57 = 43 \text{ \%}.$$

Выход промпродукта определяется по формуле:

$$\gamma_{\text{пп}} = 100 - \gamma_{\text{к}} - \gamma_{\text{от}} = 100 - 39,5 - 43 = 17,5 \text{ \%}.$$

Зольность промпродукта определяется по формуле:

$$A_{\text{пп}} = (A_{\text{исх}} \cdot 100 - A_{\text{к}} \cdot \gamma_{\text{к}} - A_{\text{от}} \cdot \gamma_{\text{от}}) / \gamma_{\text{пп}} = 37,23 \text{ \%}.$$

Полученные данные заносим в таблицу теоретического баланса продуктов обогащения (табл. 7.3).

Таблица 7.3 – Теоретический баланс продуктов обогащения

Наименование продукта	Выход, %	Зольность, %
Концентрат	39,5	9,0
Промпродукт	17,5	37,23
Отходы	43,0	80,0
Итого	100,0	44,47

4. Задание для расчёта

По данным таблицы фракционного состава угля класса 0,5-100 мм, полученным в предыдущей практической работе, построить кривые обогатимости и определить теоретический баланс продуктов обогащения при зольности концентрата 9,0 % и зольности отходов – более 80 %.

5. Содержание отчёта

- исходные данные для расчёта;
- описание последовательности построения кривых обогатимости;
- теоретический баланс продуктов обогащения.

Контрольные вопросы

1. Что показывает кривая элементарных зольностей?
2. По каким исходным данным строится кривая средних зольностей концентрата?
3. Каким образом по кривым обогатимости определяется теоретический баланс продуктов обогащения?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8

КОМПОНОВКА ОБОРУДОВАНИЯ ГЛАВНОГО КОРПУСА ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ

1. Общие положения

При разработке компоновочных чертежей можно использовать шаблоны готовых изображений (Библиотека).

Приложением к данным методическим рекомендациям являются Папки "Шаблоны", которые необходимо скопировать на работающий компьютер и поместить ее в личную папку студента. Виды оборудования, планы и разрезы зданий представлены в двух форматах- *.doc и jpg.

Представленные в папках (jpg) файлы имеют формат растровой графики (jpg, tif). Файлы могут быть вставлены в Документ Word и выполнять функции сборочных единиц сложных схем, например, компоновочных чертежей. При необходимости данные файлы могут быть изменены, "почищены", т.е. "приспособлены" к конкретному компоновочному решению. Это осуществляется в любом графическом редакторе или программе, предпочтительнее использовать Photoshop.

Кроме указанного, в папках (doc) помещены и файлы с расширением *.doc, содержащие различные виды, но в формате объекта Документа Word. При вставке их в Документ с ними можно

осуществлять те же действия, что и со вставленной **Фигурой** (практическая работа № 1).

В данной практической работе студент осуществляет предварительную компоновку оборудования в эскизном варианте.

Исходя из принятого к установке оборудования, принципов проектирования и рекомендаций таблицы, принимается максимальная высота здания – 18 м (4 отметки, каждая высотой 6 м). Количество ячеек здания в плане определяется габаритами оборудования, количеством служебных и вспомогательных площадей (диспетчерская, распределительные пункты, ремонтные площадки, зумпфы, лестничные марши, проемы и др.). Особое внимание следует уделить общей длине последовательно работающего оборудования. Например, цепочка «главный конвейер – классификация – тяжелосредний сепаратор – грохот обезвоживания и отмывки магнетита» требуют не менее 30 м длины здания. Подобный анализ позволит определить размеры здания в плане (количество ячеек в продольном и поперечном направлении). Вспомним, что размеры ячеек промышленных зданий обогатительных фабрик составляют 6х6 м.

2. Цель работы

По заданным исходным данным разработать эскизный проект компоновки оборудования.

3. Содержание работы

Исходными данными для разработки компоновочных чертежей являются: производительность фабрики, приняты основные

технологические операции, глубина обогащения, виды технологического оборудования. Эти данные приводятся в задании для практической работы.

Для примера рассмотрим следующий вариант.

Обогатительная фабрика производительностью $Q = 250$ т/ч.

Разделение на 2 продукта.

Процессы: тяжелосредняя сепарация (кл. +13 мм), отсадка (кл. 0,5 – 13 мм), винтовая сепарация (шлам + 0,5 мм), флотация (шлам – 0,5 мм).

Рекомендуемое оборудование и его габариты приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Характеристика принятого оборудования

№ поз.	Тип оборудования	Кол -во	Л x В x Н, м	Отметка, м
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1	Конвейер ленточный	3	В = 1м	6, 18
2	Грохот ГИСЛ-62	2	5,7 x 2,7 x 2,7	12
3	Сепаратор СКВ-12	1	4,5 x 3,6 x 3,5	12
4	Грохот ГИСЛ-52	2	5,1 x 3,1 x 2,9	12
5	Грохот ГК-1,5	2	1,8 x 1,4 x 1,2	6
6	Машина отсадочная МО-208	1	5,0 x 3,3 x 4,5	6

Окончание таблицы 8.1

1	2	3	4	5
7	Элеватор обезвоживающий ЭО-10	1	В = 1 м	0
8	Центрифуга ЦВИ-100	1	2,5 x 2,2 x 1,8	12
9	Сепаратор спиральный ССп-1х2М	1	2,2 x 2,2 x 1,7	12
10	Аппарат АКП-1600	1	3,2 x 3,3 x 3,0	16
11	Флотомашина МФУ-12	1	19,2 x 3,5 x 3,3	12
12	Вакуум-фильтр ДУ 250-3,75	1	9,2 x 4,4 x 4,5	12
13	Сборник суспензии СБН 30	2	D = 4,5; H = 5,1	6
14	Насос суспензионный 8С8	4	2,9 x 0,9 x 1,2	0
15	Насос шламовый ШН 250-34	6	2,1 x 0,6 x 0,8	0
16	Багер-зумпф	1	6,0 x 3,0 x 6,0	0

В данном примере принимаем здание с продольной длиной 6 ячеек, поперечной – 4. При необходимости эти размеры можно увеличить в процессе компоновки.

Начинать рекомендуется с плана какой-либо отметки, обычно наиболее загруженной. На листе, где изображена сетка здания, наносится упрощенными обозначениями (прямоугольники, окружности...) принятое к установке на данной отметке оборудование. Желательно соблюдать приблизительный масштаб,

учитывая габариты оборудования (из таблицы) и расстояние между осями колонн – 6 м.

Эскизный вариант плана отметок для рассматриваемого задания показан на рис. 8.1.

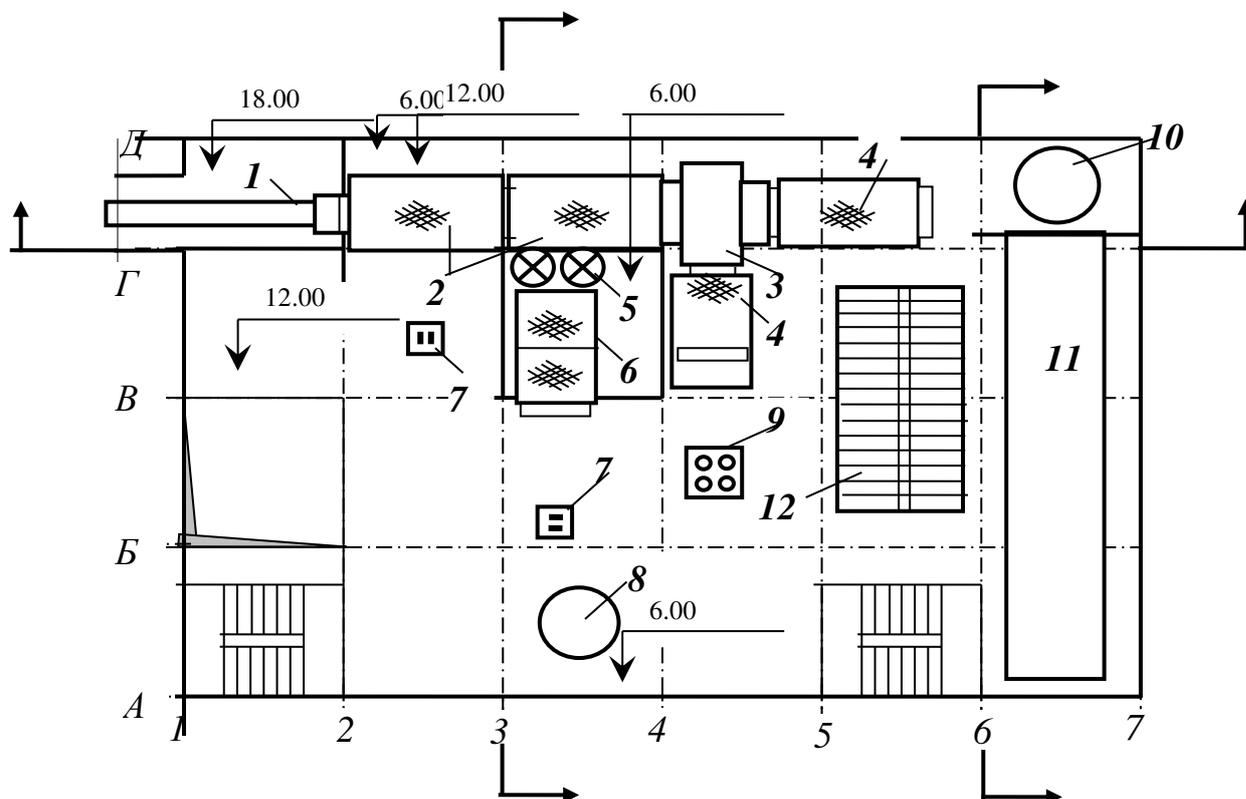


Рис. 8.1 – Эскизный план отметки 6, 12, и 18 м

Следует помнить, что на плане может быть показано несколько отметок, например, уступами или через проемы. Для пояснения отметка может быть обозначена указателем.

Здесь обозначение оборудования (позиция) соответствует табл. 8.1.

Аналогично нужно проработать эскизный вариант различных разрезов здания (обычно продольный и поперечный), стремясь при

этом показать те разрезы, куда попадает основное оборудование или оборудование, относящееся к специальной части проекта.

На рисунках 8.2-8.4 представлены варианты разрезов, соответствующих разработанному плану (рис. 8.1).

При разработке разрезов следует руководствоваться принципами начертательной геометрии (получение проекций и сечений).

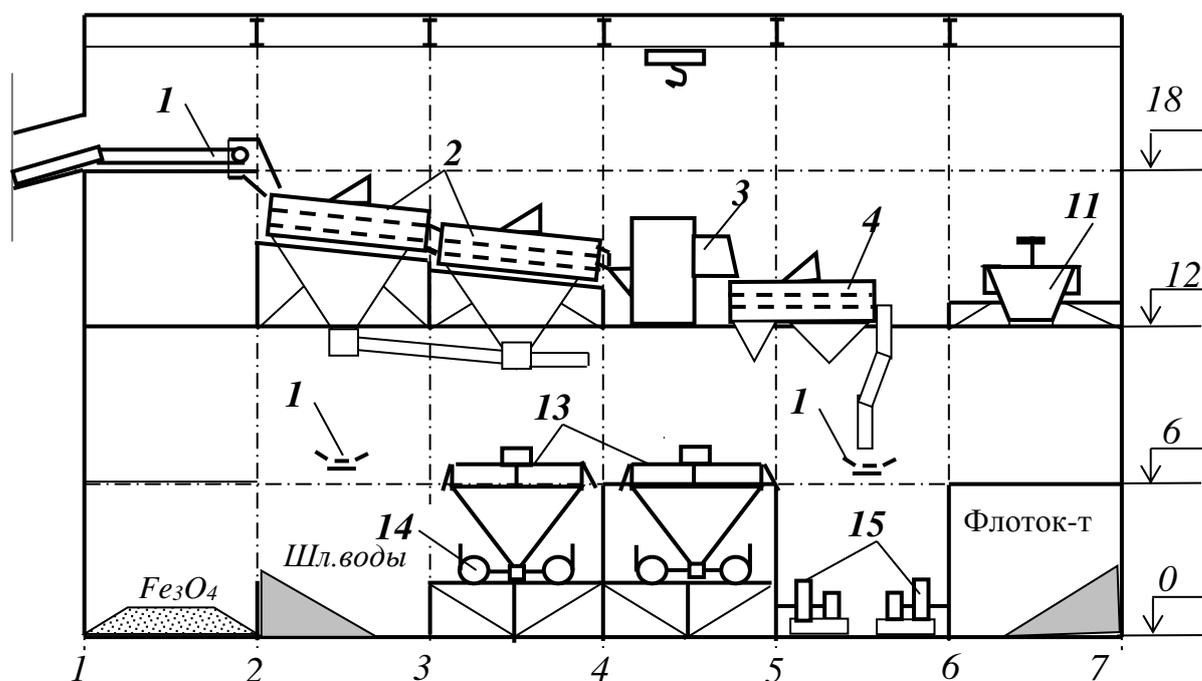


Рис. 8.2 – Продольный разрез Г-Г

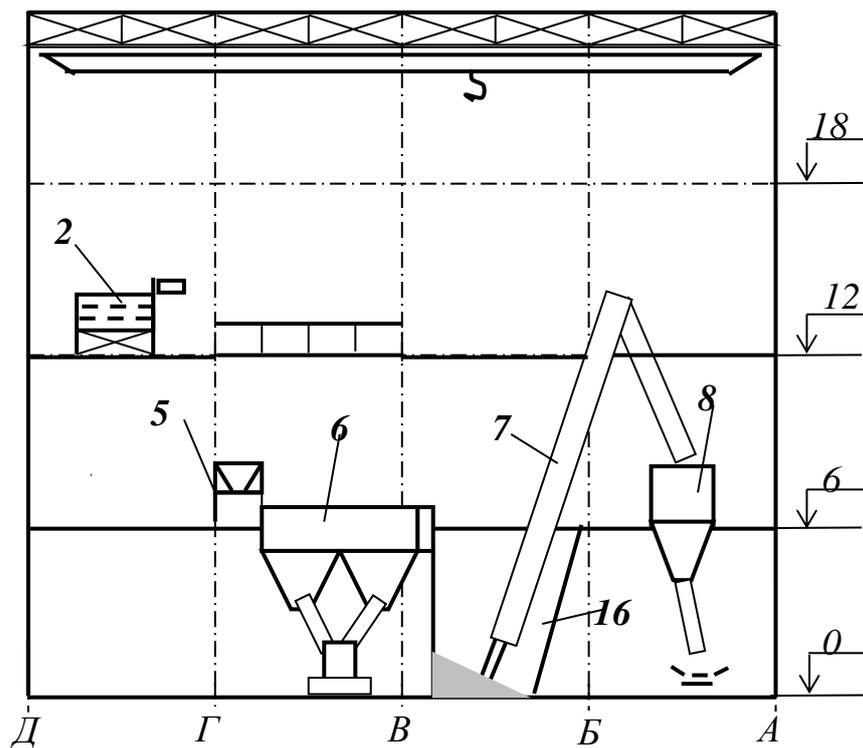


Рис. 8.3 – Поперечный разрез здания 3-3

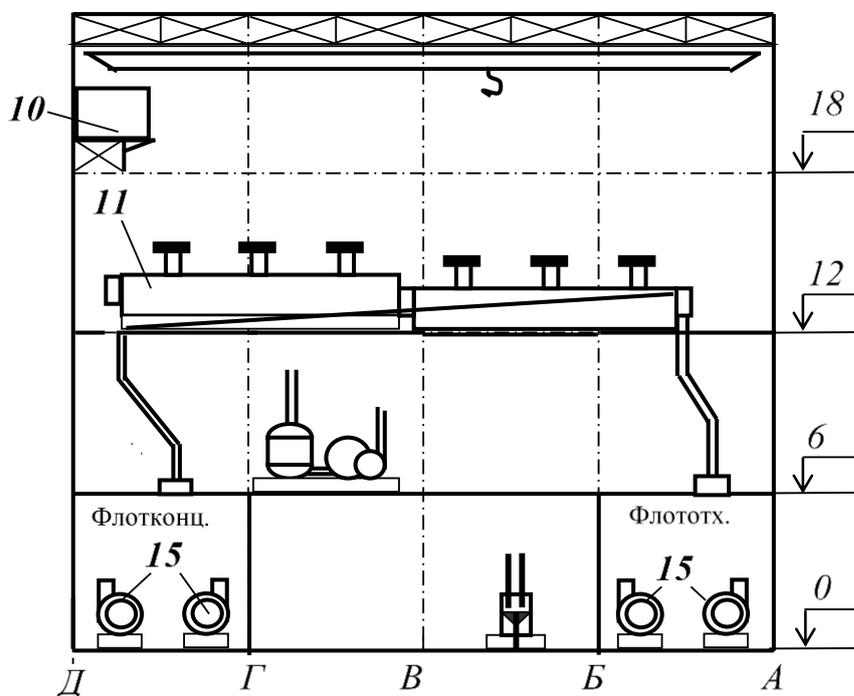


Рис. 8.4 – Поперечный разрез здания 6-6

4. Задание для расчёта

Разработать эскизный проект компоновки оборудования согласно исходным данным, приведенным в Приложении В. Указания по осям проведения разрезов выдаются преподавателем.

5. Содержание отчета

- исходные данные для работы;
- план отметок;
- продольный и поперечные разрезы здания.

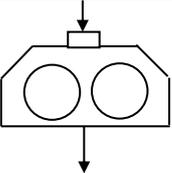
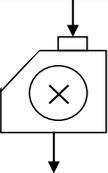
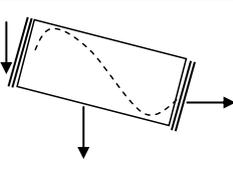
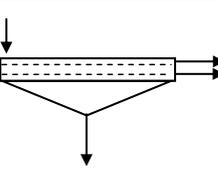
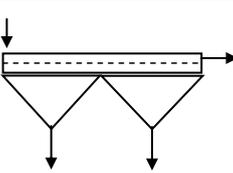
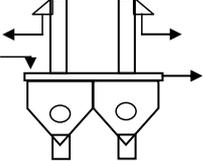
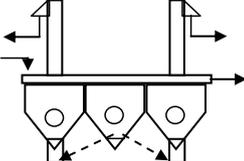
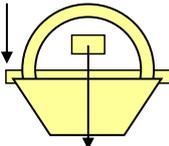
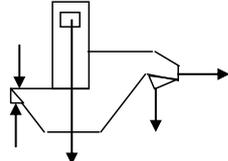
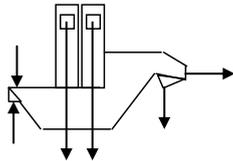
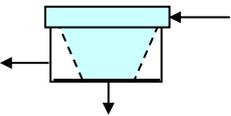
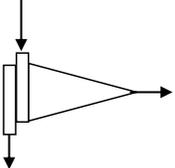
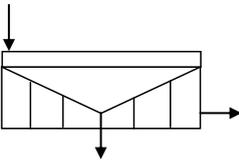
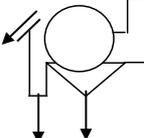
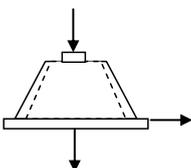
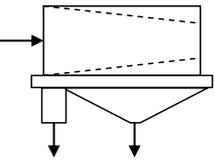
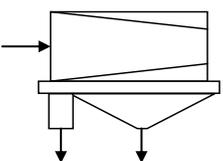
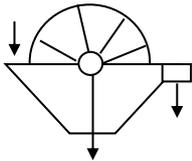
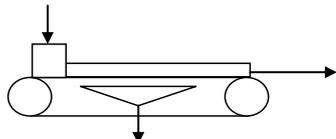
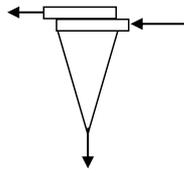
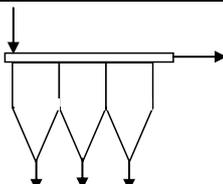
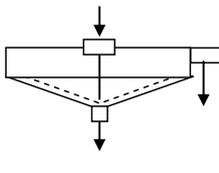
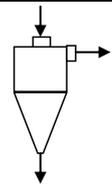
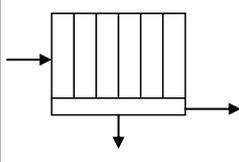
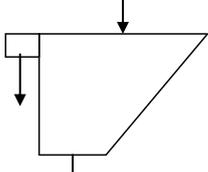
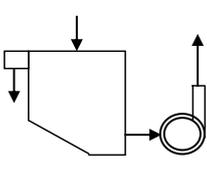
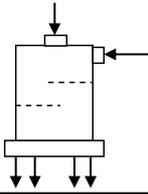
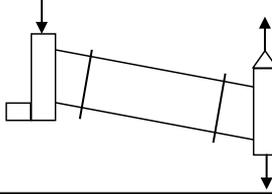
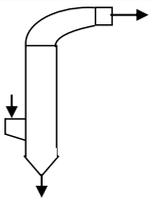
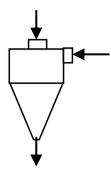
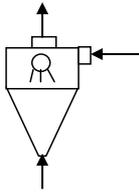
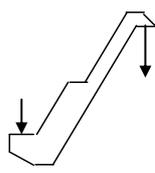
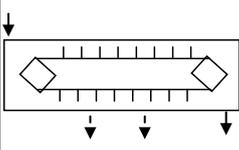
Контрольные вопросы

1. Какое расстояние между колоннами здания обогатительной фабрики?
2. Чем определяется количество ячеек здания в плане?
3. Какие данные приводятся в таблице «Характеристики принятого оборудования»?

Список литературы к практическим работам

1. Самойлик, В. Г. Исследования полезных ископаемых на обогатимость : учеб. пособие для вузов / В. Г. Самойлик ; ГОУВПО «ДОННТУ». – Донецк : ДОННТУ, 2018. – URL: <http://ed.donntu.org/books/18/cd8193.pdf> (дата обращения: 10.02.2021).
2. Самойлик, В. Г. Теория и техника физического эксперимента при обогащении полезных ископаемых : учеб. пособие для вузов / В. Г. Самойлик, А. Н. Корчевский ; ГОУВПО "ДонНТУ". – Донецк : Технопарк ДонГТУ «УНИТЕХ», 2016. – URL: <http://ed.donntu.org/books/cd4599.pdf> (дата обращения: 10.02.2021).
3. Стрельников, В. И. Компьютерное обеспечение инженерных расчетов : учеб. пособие для студентов-горняков / В. И. Стрельников ; ГВУЗ "ДонНТУ", Каф. разраб. месторождений полезных ископаемых. – Донецк : ГВУЗ "ДонНТУ", 2013. – URL: <http://ed.donntu.org/books/cd1596.pdf> (дата обращения: 10.02.2021).

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Условные обозначения оборудования

				
Дробилка двухвалковая	Дробилка молотковая	Грохот типа ГЦЛ	Грохот двухситный	Грохот двухкоробный
				
Отсадочная машина двухступенчатая	Отсадочная машина трехступенчатая	Сепаратор колесный двухпродуктовый	Сепаратор колесный двухпродуктовый	Сепаратор колесный трехпродуктовый
				
Грохот конусный	Циклон обогащительный	Машина флотационная	Сепаратор магнитный	Центрифуга фильтрующая
				
Центрифуга фильтрующая	Центрифуга осадительная	Вакуум-фильтр дисковый	Вакуум-фильтр ленточный	
				
Гидроциклон	Отстойник пирамидальный	Сгуститель радиальный	Сгуститель цилиндрикоконический	Фильтр-пресс
				
Сборник (зумпф)	Сборник (зумпф с насосом)	Аппарат кондиционирования	Сушилка барабанная	
				
Труба-сушилка	Циклон- пылеуловитель	Циклон- пылеуловитель	Элеватор обезвоживающий	Конвейер скребковый

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Фракционный состав углей по классам крупности

Таблица 1- Фракционный состав углей по классам крупности

Плотность фракций, кг/м ³	Класс 13-100 мм		Класс 0,5-13 мм	
	γ , %	A ^d , %	γ , %	A ^d , %
<1400	41,46	4,00	50,69	4,94
1400-1500	4,50	15,48	5,43	14,86
1500-1600	1,57	31,64	3,12	30,44
1600-1800	3,89	45,95	2,03	43,82
>1800	48,57	83,01	38,73	79,97
Итого:	100,0	44,96	100,0	36,12

Таблица 2- Фракционный состав углей по классам крупности

Плотность фракций, кг/м ³	Класс 13-100 мм		Класс 0,5-13мм	
	$\gamma_{кл}$, %	A ^d , %	$\gamma_{кл}$, %	A ^d , %
<1300	2,32	4,10	31,8	4,1
1300-1400	2,74	10,80	5,61	11,60
1400-1500	3,99	17,60	7,14	18,90
1500-1600	2,44	28,80	4,48	30,3
1600-1800	2,81	44,50	6,32	50,8
>1800	85,7	85,90	44,65	82,9
Итого:	100,00	76,66	100,00	44,89

Таблица 3- Фракционный состав углей по классам крупности

Плотность фракций, кг/м ³	Класс +13 мм		Класс 0,5-13 мм	
	$\gamma_{\text{кл}}$, %	A^d , %	$\gamma_{\text{кл}}$, %	A^d , %
<1500	58,23	5,67	65,48	6,31
1500-1600	0,69	36,35	1,42	54,85
1600-1800	0,88	60,07	3,97	77,96
>1800	40,20	88,33	29,14	88,06
Итого:	100,00	39,59	100,00	33,66

Таблица 4- Фракционный состав углей по классам крупности

Плотность фракций, кг/м ³	Класс 13-100 мм		Класс 0,5-13мм	
	$\gamma_{\text{кл}}$, %	A^d , %	$\gamma_{\text{кл}}$, %	A^d , %
<1300	2,35	4,10	31,81	4,10
1300-1400	2,71	10,80	5,61	11,60
1400-1500	3,99	17,60	7,14	18,90
1500-1600	2,42	28,80	4,48	30,30
1600-1800	2,84	44,50	6,33	40,80
>1800	85,69	85,90	44,63	82,90
Итого:	100,00	76,66	100,00	44,24

Таблица 5- Фракционный состав углей по классам крупности

Плотность фракций, кг/м ³	Класс 13-100 мм		Класс 0, 5-13 мм	
	$\gamma_{\text{кл}}, \%$	$A^d, \%$	$\gamma_{\text{кл}}, \%$	$A^d, \%$
<1300	29,8	3,5	39,6	5,5
1300-1400	7,5	7,1	10,6	10,9
1400-1500	7,1	10,8	6,0	15,3
1500-1600	2,7	21,9	3,0	29,8
1600-1800	1,1	33,6	3,5	48,1
>1800	51,8	81,7	37,3	86,1
Итого:	100,0	45,6	100,0	38,9

Таблица 6 - Фракционный состав углей по классам крупности

Плотность фракций, кг/м ³	Класс 10 - 100 мм		Класс 0,5 - 10 мм	
	$\gamma_{\text{кл}}, \%$	$A^d, \%$	$\gamma_{\text{кл}}, \%$	$A^d, \%$
- 1400	59,42	5,14	62,92	4,26
1400 - 1500	3,19	17,81	3,93	12,96
1500 - 1600	3,37	27,81	2,94	20,04
1600 - 1800	6,23	41,12	4,71	29,14
+ 1800	27,79	82,15	25,50	78,00
Итого:	100,00	29,95	100,00	25,04

Таблица 7 - Фракционный состав углей по классам крупности

Плотность фракций, кг/м ³	Класс 13 - 100 мм		Класс 0,5 - 13 мм	
	$\gamma_{\text{кл}}, \%$	$A^d, \%$	$\gamma_{\text{кл}}, \%$	$A^d, \%$
< 1400	64,96	5,17	58,26	5,07
1400 - 1500	3,61	14,46	4,60	15,09
1500 – 1600	1,49	25,54	1,71	23,63
1600 - 1800	1,20	47,06	1,75	43,94
> 1800	28,74	87,65	33,68	84,24
Итого:	100,00	30,02	100,00	33,19

Таблица 8 - Фракционный состав углей по классам крупности

Плотность фракций, кг/м ³	Класс 13-100 мм		Класс 0, 5-13 мм	
	$\gamma_{\text{кл}}, \%$	$A^d, \%$	$\gamma_{\text{кл}}, \%$	$A^d, \%$
<1300	29,24	4,56	18,40	2,63
1300-1400	11,08	10,23	11,08	9,90
1400-1500	9,88	24,56	9,88	25,48
1500-1600	7,14	34,22	10,30	36,76
1600-1700	6,00	39,18	7,20	41,03
1700-1800	6,32	46,45	6,32	45,07
>1800	30,34	96,45	36,82	89,04
Итого:	100,00	41,89	100,00	46,47

Таблица 9 - Фракционный состав углей по классам крупности

Плотность фракций, кг/м ³	Класс 13-100 мм		Класс 0, 5-13 мм	
	$\gamma_{\text{кл}}, \%$	$A^d, \%$	$\gamma_{\text{кл}}, \%$	$A^d, \%$
<1300	36,23	2,63	21,13	4,34
1300-1400	7,23	9,90	12,94	10,32
1400-1500	9,88	25,48	9,88	23,54
1500-1600	10,30	36,76	7,32	37,12
1600-1700	7,20	41,03	9,34	42,59
1700-1800	6,93	45,07	6,93	46,35
>1800	22,23	89,04	32,46	88,23
Итого:	100,00	33,84	100,00	43,12

Таблица 10 - Фракционный состав углей по классам крупности

Плотность фракций, кг/м ³	Класс 13-100 мм		Класс 0, 5-13 мм	
	$\gamma_{\text{кл}}, \%$	$A^d, \%$	$\gamma_{\text{кл}}, \%$	$A^d, \%$
<1300	18,40	2,63	29,24	4,56
1300-1400	11,08	9,90	11,08	10,23
1400-1500	9,88	25,48	9,88	24,56
1500-1600	10,30	36,76	7,14	34,22
1600-1700	7,20	41,03	6,00	39,18
1700-1800	6,32	45,07	6,32	46,45
>1800	36,82	89,04	30,34	96,45
Итого:	100,00	46,47	100,00	41,89

ПРИЛОЖЕНИЕ В. Варианты заданий к практической работе 8

1. ОБОГАТИТЕЛЬНАЯ ФАБРИКА $Q = 250$ т/ч

Разделение на 2 продукта.

Процессы: тяжелосредняя сепарация (кл. +13 мм), отсадка (кл. 0,5 – 13 мм), винтовая сепарация (шлам + 0,5 мм), флотация (шлам – 0,5 мм).

Оборудование

№ поз.	Тип оборудования	Кол.	Л x В x Н, м	Отметка, м
1	Конвейер ленточный	n	В = 1 м	6, 18
2	Грохот ГИСЛ-62	2	5,7 x 2,7 x 2,7	12
3	Сепаратор СКВ-12	1	4,5 x 3,6 x 3,5	12
4	Грохот ГИСЛ-52	2	5,1 x 3,1 x 2,9	12
5	Грохот ГК-1,5	2	1,8 x 1,4 x 1,2	6
6	Машина отсадочная МО-208	1	5,0 x 3,3 x 4,5	6
7	Элеватор обезвоживающий ЭО-10	2	В = 1 м	0
8	Центрифуга ЦВИ-100	1	2,5 x 2,2 x 1,8	12
9	Сепаратор спиральный ССп-1x2М	1	2,2 x 2,2 x 1,7	12
10	Аппарат АКП-1600	1	3,2 x 3,3 x 3,0	16
11	Флотомашинa МФУ-12	1	19,2 x 3,5 x 3,3	12
12	Вакуум-фильтр ДУ 250-3,75	1	9,2 x 4,4 x 4,5	12
13	Сборник суспензии СБ Н 30	2	D = 4,5; H = 5,1	6
14	Насос суспензионный 8С8	4	2,9 x 0,9 x 1,2	0
15	Насос шламoвый ШН 250-34	6	2,1 x 0,6 x 0,8	0
16	Багер-зумпф	1	6,0 x 3,0 x 6,0	0

2. ОБОГАТИТЕЛЬНАЯ ФАБРИКА $Q = 250$ т/ч

Разделение на 2 продукта.

Процессы: отсадка (кл. +13 мм), отсадка (кл. 0,5 – 13 мм), винтовая сепарация (шлам + 0,5 мм), флотация (шлам – 0,5 мм).

Оборудование

№ поз.	Тип оборудования	Кол.	L x B x H, м	Отметка, м
1	Конвейер ленточный	n	B = 1 м	6, 18
2	Грохот ГИСЛ-62	2	5,7 x 2,7 x 2,7	12
3	Машина отсадочная МО-208	1	5,0 x 3,3 x 4,5	12
4	Грохот ГИСЛ-52	2	5,1 x 3,1 x 2,9	12
5	Грохот ГК-1,5	2	1,8 x 1,4 x 1,2	6
6	Машина отсадочная МО-208	1	5,0 x 3,3 x 4,5	6
7	Элеватор обезвоживающий ЭО-10	4	B = 1 м	0
8	Центрифуга ЦВИ-100	1	2,5 x 2,2 x 1,8	12
9	Сепаратор спиральный ССп-1x2М	1	2,2 x 2,2 x 1,7	12
10	Апарат АКП-1600	1	3,2 x 3,3 x 3,0	16
11	Флотомашинa МФУ-12	1	19,2 x 3,5 x 3,3	12
12	Вакуум-фильтр ДУ 250-3,75	1	9,2 x 4,4 x 4,5	12
13	Грохот дуговой УЗО-2К	1	4,5 x 1,9 x 3,5	6

3. ОБОГАТИТЕЛЬНАЯ ФАБРИКА $Q = 250$ т/ч

Разделение на 2 продукта.

Процессы: тяжелосредняя сепарация (кл. +13 мм), тяжелосредняя сепарация (кл. 0,5 – 13 мм), винтовая сепарация (шлам + 0,5 мм), флотация (шлам – 0,5 мм).

Оборудование

№ поз.	Тип оборудования	Кол.	Л x В x Н, м	Отметка, м
1	Конвейер ленточный	n	В = 1 м	6, 18
2	Грохот ГИСЛ-62	2	5,7 x 2,7 x 2,7	12
3	Сепаратор СКВ-12	1	4,5 x 3,6 x 3,5	12
4	Грохот ГИСЛ-52	2	5,1 x 3,1 x 2,9	12
5	Гидроциклон ГТ-710	2	3,2 x 0,9 x 2,2	15
6	Грохот ГИСЛ-42	2	4,3 x 2,8 x 2,7	10
7	Элеватор обезвоживающий ЭО-10	1	В = 1 м	0
8	Центрифуга ЦВИ-100	1	2,5 x 2,2 x 1,8	12
9	Сепаратор спиральный ССп-1x2М	1	2,2 x 2,2 x 1,7	12
10	Апарат АКП-1600	1	3,2 x 3,3 x 3,0	16
11	Флотомашинa МФУ-12	1	19,2 x 3,5 x 3,3	12
12	Вакуум-фильтр ДУ 250-3,75	1	9,2 x 4,4 x 4,5	12
13	Сборник суспензии СБ Н 30	4	D = 4,5; H = 5,1	6
14	Насос суспензионный 8С8	8	2,9 x 0,9 x 1,2	0
15	Насос шламовый ШН 250-34	6	2,1 x 0,6 x 0,8	0
16	Багер-зумпф	1	6,0 x 3,0 x 6,0	0
17	Грохот дуговой СД-2	2	1,4 x 1,2 x 2,0	10

4. ОБОГАТИТЕЛЬНАЯ ФАБРИКА $Q = 250$ т/ч

Разделение на 3 продукта.

Процессы: тяжелосредняя сепарация (кл. +13 мм), отсадка (кл. 0,5 – 13 мм), винтовая сепарация (шлам + 0,5 мм), флотация (шлам – 0,5 мм).

Оборудование

№ поз.	Тип оборудования	Кол.	Л x В x Н, м	Отметка, м
1	Конвейер ленточный	n	В = 1 м	6, 18
2	Грохот ГИСЛ-62	2	5,7 x 2,7 x 2,7	12
3	Сепаратор СКВ-12	2	4,5 x 3,6 x 3,5	12
4	Грохот ГИСЛ-42	3	4,3 x 2,8 x 2,7	12
5	Грохот ГК-1,5	2	1,8 x 1,4 x 1,2	6
6	Машина отсадочная МО-208	1	5,0 x 3,3 x 4,5	6
7	Элеватор обезвоживающий ЭО-10	2	В = 1 м	0
8	Центрифуга ЦВИ-100	2	2,5 x 2,2 x 1,8	12
9	Сепаратор спиральный ССп-1x2М	1	2,2 x 2,2 x 1,7	12
10	Аппарат АКП-1600	1	3,2 x 3,3 x 3,0	16
11	Флотомашинa МФУ-12	1	19,2 x 3,5 x 3,3	12
12	Вакуум-фильтр ДУ 250-3,75	1	9,2 x 4,4 x 4,5	12
13	Сборник суспензии СБ Н 30	3	D = 4,5; H = 5,1	6
14	Насос суспензионный 8С8	6	2,9 x 0,9 x 1,2	0
15	Насос шламовый ШН 250-34	6	2,1 x 0,6 x 0,8	0
16	Багер-зумпф	1	6,0 x 3,0 x 6,0	0

5. ОБОГАТИТЕЛЬНАЯ ФАБРИКА $Q = 250$ т/ч

Разделение на 3 продукта.

Процессы: отсадка (кл. +13 мм), отсадка (кл. 0,5 – 13 мм), винтовая сепарация (шлам + 0,5 мм), флотация (шлам – 0,5 мм).

Оборудование

№ поз.	Тип оборудования	Кол.	L x B x H, м	Отметка, м
1	Конвейер ленточный	n	B = 1 м	6, 18
2	Грохот ГИСЛ-62	2	5,7 x 2,7 x 2,7	12
3	Багер-зумпф	1	6,0 x 3,0 x 6,0	0
4	Грохот ГИСЛ-42	1	4,3 x 2,8 x 2,7	12
5	Грохот ГК-1,5	2	1,8 x 1,4 x 1,2	6
6	Машина отсадочная МО-208	1	5,0 x 3,3 x 4,5	6
7	Элеватор обезвоживающий ЭО-10	4	B = 1 м	0
8	Центрифуга ЦВИ-100	2	2,5 x 2,2 x 1,8	12
9	Сепаратор спиральный ССп-1x2М	1	2,2 x 2,2 x 1,7	12
10	Апарат АКП-1600	1	3,2 x 3,3 x 3,0	16
11	Флотомашинa МФУ-12	1	19,2 x 3,5 x 3,3	12
12	Вакуум-фильтр ДУ 250-3,75	1	9,2 x 4,4 x 4,5	12
13	Насос шламoвый ШН 250-34	6	2,1 x 0,6 x 0,8	0
14	Грохот дуговой УЗО-2К	1	4,5 x 1,9 x 3,5	6

6. ОБОГАТИТЕЛЬНАЯ ФАБРИКА $Q = 250$ т/ч

Разделение на 3 продукта.

Процессы: тяжелосредняя сепарация (кл. +13 мм), тяжелосредняя сепарация (кл. 0,5 – 13 мм), винтовая сепарация (шлам + 0,5 мм), флотация (шлам – 0,5 мм).

Оборудование

№ поз.	Тип оборудования	Кол.	Л x В x Н, м	Отметка, м
1	Конвейер ленточный	n	В = 1 м	6, 18
2	Грохот ГИСЛ-62	2	5,7 x 2,7 x 2,7	12
3	Сепаратор СКВ-12	2	4,5 x 3,6 x 3,5	12
4	Грохот ГИСЛ-52	1	5,1 x 3,1 x 2,9	24
5	Гидроциклон ГТ-710/500	2	4,8 x 1,8 x 4,0	15
6	Грохот ГИСЛ-42	6	4,3 x 2,8 x 2,7	10, 12
7	Элеватор обезвоживающий ЭО-10	1	В = 1 м	0
8	Центрифуга ЦВИ-100	2	2,5 x 2,2 x 1,8	6, 12
9	Сепаратор спиральный ССп-1x2М	1	2,2 x 2,2 x 1,7	12
10	Апарат АКП-1600	1	3,2 x 3,3 x 3,0	16
11	Флотомашинa МФУ-12	1	19,2 x 3,5 x 3,3	12
12	Вакуум-фильтр ДУ 250-3,75	1	9,2 x 4,4 x 4,5	12
13	Сборник суспензии СБ Н 30	6	D = 4,5; Н = 5,1	6
14	Насос суспензионный 8С8	12	2,9 x 0,9 x 1,2	0
15	Насос шламовый ШН 250-34	6	2,1 x 0,6 x 0,8	0
16	Багер-зумпф	1	6,0 x 3,0 x 6,0	0
17	Грохот дуговой СД-2	3	1,4 x 1,2 x 2,0	10

7. ОБОГАТИТЕЛЬНАЯ ФАБРИКА $Q = 500$ т/ч

Разделение на 3 продукта.

Процессы: тяжелосредняя сепарация (кл. +13 мм), отсадка (кл. 0,5 – 13 мм), винтовая сепарация (шлам + 0,5 мм), флотация (шлам – 0,5 мм).

Оборудование

№ поз.	Тип оборудования	Кол.	L x B x H, м	Отметка, м
1	Конвейер ленточный	n	B = 1 м	6, 18
2	Грохот ГИСЛ-62	4	5,7 x 2,7 x 2,7	12
3	Сепаратор СКВ-12	4	4,5 x 3,6 x 3,5	12
4	Грохот ГИСЛ-42	6	4,3 x 2,8 x 2,7	12
5	Грохот ГК-1,5	4	1,8 x 1,4 x 1,2	6
6	Машина отсадочная МО-208	2	5,0 x 3,3 x 4,5	6
7	Элеватор обезвоживающий ЭО-10	6	B = 1 м	0
8	Центрифуга ФВВ-100	2	2,5 x 2,2 x 1,8	12
9	Сепаратор спиральный ССп-1x2М	2	2,2 x 2,2 x 1,7	12
10	Аппарат АКП-1600	1	3,2 x 3,3 x 3,0	16
11	Флотомашинa МФУ-12	2	19,2 x 3,5 x 3,3	12
12	Вакуум-фильтр ДУ 250-3,75	2	9,2 x 4,4 x 4,5	12
13	Сборник суспензии СБ Н 30	6	D = 4,5; H = 5,1	6
14	Насос суспензионный 8С8	12	2,9 x 0,9 x 1,2	0
15	Насос шламoвый ШН 500-40	6	2,5 x 0,7 x 0,9	0
16	Багер-зумпф	2	6,0 x 3,0 x 6,0	0

8. ОБОГАТИТЕЛЬНАЯ ФАБРИКА $Q = 500$ т/ч

Разделение на 3 продукта.

Процессы: отсадка (кл. +13 мм), отсадка (кл. 0,5 – 13 мм), винтовая сепарация (шлам + 0,5 мм), флотация (шлам – 0,5 мм).

Оборудование

№ поз.	Тип оборудования	Кол.	L x B x H, м	Отметка, м
1	Конвейер ленточный	n	B = 1 м	6, 12
2	Грохот ГИСЛ-62	5	5,7 x 2,7 x 2,7	12
3	Багер-зумпф	2	6,0 x 6,0 x 6,0	0
4	Насос шламовый ШН 500-40	6	2,5 x 0,7 x 0,9	0
5	Грохот ГК-1,5	4	1,8 x 1,4 x 1,2	6
6	Машина отсадочная МО-318	2	7,3 x 4,0 x 4,5	6
7	Элеватор обезвоживающий ЭО-10	7	B = 1 м	0
8	Центрифуга ФВВ-100	2	2,5 x 2,2 x 1,8	6
9	Сепаратор спиральный ССп-1x2М	2	2,2 x 2,2 x 1,7	12
10	Апарат АКП-1600	1	3,2 x 3,3 x 3,0	16
11	Флотомашинa МФУ-12	2	19,2 x 3,5 x 3,3	12
12	Вакуум-фильтр ДУ 250-3,75	2	9,2 x 4,4 x 4,5	12
13	Грохот дуговой УЗО-2К	1	4,5 x 1,9 x 3,5	6

9. ОБОГАТИТЕЛЬНАЯ ФАБРИКА $Q = 500$ т/ч

Разделение на 2 продукта.

Процессы: тяжелосредняя сепарация (кл. +13 мм), отсадка (кл. 0,5 – 13 мм), винтовая сепарация (шлам + 0,5 мм), флотация (шлам – 0,5 мм).

Оборудование

№ поз.	Тип оборудования	Кол.	L x B x H, м	Отметка, м
1	Конвейер ленточный	n	B = 1 м	6, 12
2	Грохот ГИСЛ-62	4	5,7 x 2,7 x 2,7	12
3	Сепаратор СКВ-12	2	4,5 x 3,6 x 3,5	12
4	Грохот ГИСЛ-52	4	5,1 x 3,1 x 2,9	12
5	Грохот ГК-1,5	4	1,8 x 1,4 x 1,2	6
6	Машина отсадочная МО-208	2	5,0 x 3,3 x 4,5	6
7	Элеватор обезвоживающий ЭО-10	4	B = 1 м	0
8	Центрифуга ЦВИ-100	4	2,5 x 2,2 x 1,8	12
9	Сепаратор спиральный ССп-1x2М	2	2,2 x 2,2 x 1,7	12
10	Аппарат АКП-1600	1	3,2 x 3,3 x 3,0	16
11	Флотомашинa МФУ-12	2	19,2 x 3,5 x 3,3	12
12	Вакуум-фильтр ДУ 250-3,75	2	9,2 x 4,4 x 4,5	12
13	Сборник суспензии СБ Н 30	2	D = 4,5; H = 5,1	6
14	Насос суспензионный 8С8	4	2,9 x 0,9 x 1,2	0
15	Насос шламoвый ШН 250-34	6	2,1 x 0,6 x 0,8	0
16	Багер-зумпф	2	6,0 x 3,0 x 6,0	0

10. ОБОГАТИТЕЛЬНАЯ ФАБРИКА $Q = 500$ т/ч

Разделение на 2 продукта.

Процессы: отсадка (кл. +13 мм), отсадка (кл. 0,5 – 13 мм), винтовая сепарация (шлам + 0,5 мм), флотация (шлам – 0,5 мм).

Оборудование

№ поз.	Тип оборудования	Кол.	L x B x H, м	Отметка, м
1	Конвейер ленточный	n	B = 1 м	6, 18
2	Грохот ГИСЛ-62	4	5,7 x 2,7 x 2,7	12
3	Машина отсадочная МО-208	2	5,0 x 3,3 x 4,5	12
4	Грохот ГИСЛ-52	2	5,1 x 3,1 x 2,9	12
5	Грохот ГК-1,5	4	1,8 x 1,4 x 1,2	6
6	Машина отсадочная МО-208	2	5,0 x 3,3 x 4,5	6
7	Элеватор обезвоживающий ЭО-10	4	B = 1 м	0
8	Центрифуга ЦВИ-100	4	2,5 x 2,2 x 1,8	12
9	Сепаратор спиральный ССп-1x2М	2	2,2 x 2,2 x 1,7	12
10	Апарат АКП-1600	1	3,2 x 3,3 x 3,0	16
11	Флотомашинa МФУ-12	2	19,2 x 3,5 x 3,3	12
12	Вакуум-фильтр ДУ 250-3,75	2	9,2 x 4,4 x 4,5	12
13	Грохот дуговой УЗО-2К	2	4,5 x 1,9 x 3,5	6

«Компьютерные технологии в обогащении минеральных ресурсов»

Учебно-практическое издание
для обучающихся образовательных учреждений
высшего профессионального образования

Составители:

Самойлик Виталий Григорьевич,
Звягинцева Наталья Анатольевна,
Науменко Виктория Георгиевна.