

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**Кафедра Разработка месторождений полезных ископаемых**

**Допущены**

к проведению занятий в 2016-2017 уч.году

Заведующий кафедрой

Профессор В.П. Зубов

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

## **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ**

**для проведения лабораторных занятий по учебной дисциплине**

# **«СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ РУДНЫХ И УГОЛЬНЫХ КАРЬЕРОВ»**

**Специальность (направление подготовки): 21.05.04 «Горное дело»**

**Специализация (профиль): Открытые горные работы**

**Разработал: доцент Семенов А.С.**

*Обсуждены и одобрены на заседании кафедры  
Протокол №1 от 30 августа 2016 г.*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2016**

## Оглавление

1. ПОДГОТОВКА И ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ О МЕСТОРОЖДЕНИИ .....	2
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОЛЕЗНОГО КОМПОНЕНТА ПО ИНТЕРВАЛАМ ОРУДНЕНИЯ .....	3
3. ОЦЕНКА ЗАПАСОВ.....	4
4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ КАРЬЕРА ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ....	5
5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВСКРЫТИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ .....	7
6. ГОРНО-ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КАРЬЕРНОГО ПОЛЯ.....	8
7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КАРЬЕРА ПО ПОЛЕЗНОМУ ИСКОПАЕМОМУ .....	9
8. КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ГОРНЫХ РАБОТ .....	11
РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	12

## 1. ПОДГОТОВКА И ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ О МЕСТОРОЖДЕНИИ

### ***Цель работы.***

Визуализировать, интерпретировать и моделировать данные, используя структурные данные по ориентированным скважинам.

### ***Содержание работы.***

Построение геологоразведочных скважин с интервалами рудных зон, построение поверхности месторождения. Создание каркаса рудных тел.

### ***Теоретические основы.***

Подготовка геологической информации для ввода состоит в ее съеме с геологических планов и разрезов и кодировании. Съем графической информации и её преобразование ее в числовую производится вручную или автоматизировано посредством кодировщиков (дигитайзеров).

При ручном съеме геометрической информации о форме и расположении на геологических планах или разрезах контуров геологических блоков, залежей, контуров горных выработок и других линий применяется следящий или растровый способ. В обоих случаях информация снимается в виде координат точек.

По исходным данным на поверхность наносятся скважины с интервалами оруднения, и создается таблица по скважинам. Далее создается каркасная модель рудного тела.

Большинство скважин описывают криволинейную траекторию. Если вы создаете или изменяете базу данных, программа определяет каждую скважину последовательно связывая данные инклинометрии скважин с рядом 3D сферических арок. Таким образом, прямым скважинам необходимо только две точки - в устье и в забое. Искривленным скважинам назначаются интервалы траекторий, которые изменяются в соответствии с изгибами скважины. Чем больше изгибов у скважины, тем короче интервал траектории и тем больше требуется точек для ее прорисовки.

### ***Контрольные вопросы:***

1. В чём состоит суть принципов визуализации?
2. Назвать основные принципы интерпретации и моделирования по ориентированным скважинам?

***Требования к оформлению:***

Рисунок выполняется на персональном компьютере с установленным специальным ПО с указанием всех необходимых параметров.

***Порядок подведения итогов:***

Подведение итогов проводится после проверки преподавателем правильности выполнения расчетов и обсуждения результатов с учащимися.

***Перечень используемой литературы:***

При подготовке и проведении занятия используются:

- конспект лекций;

## **2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОЛЕЗНОГО КОМПОНЕНТА ПО ИНТЕРВАЛАМ ОРУДНЕНИЯ**

***Цель работы.***

Определить содержание полезного компонента в рудном теле по интервалам оруднения.

***Содержание работы.***

Построение рудных интервалов, определение содержания в каждом интервале. Определение содержания полезного компонента по месторождению.

***Теоретические основы.***

Таблица «Интервалы»: включает в себя данные с индивидуальными характеристиками на глубине ОТ и ДО. После того как вы определите файлы устьев и инклинометрии для той или иной скважины, у вас появится возможность добавить нужное количество файлов событий и файлов инклинометрии. Файлы событий и интервалов описывают данные скважин, например названия пачек горных пород, значения опробования, горизонты грунтовых вод, а также структуры, которые соответствуют конкретной базе данных скважин.

Выбрав скважину и активировав отображение траектории, мы можем настроить некоторые визуальные свойства траекторий. Мы раскрасим их в разные цвета в соответствии со значениями опробования. Номер скважины показывается вверху, а данные бурения - внизу каждой скважины.

Применяйте штриховки скважин для того, чтобы подчеркнуть различия данных между скважинами. Вы можете добавлять столько штриховок, сколько вам необходимо (например для литологии, грунтовых вод, степени окисления, каждая из которых будет смещена от других для более четкого отображения данных), чтобы построить максимально информативный геологический разрез скважины в 3D режиме отображения. Чтобы контролировать ширину штриховки, вы можете использовать числовое поле.

После этого по данным табл.1 По полю «AUAVG» строится гистограмма содержаний полезного компонента по интервалам. Определяются «ураганные пробы» и вычисляется среднее содержание полезного компонента по месторождению.

***Контрольные вопросы:***

1. В чём состоит определение «ураганной пробы»?
2. Назвать основные принципы вычисления среднего содержания полезного компонента по месторождению?

***Требования к оформлению:***

Рисунок выполняется на персональном компьютере с установленным специальным ПО с указанием всех необходимых параметров.

***Порядок подведения итогов:***

Подведение итогов проводится после проверки преподавателем правильности выполнения расчетов и обсуждения результатов с учащимися.

***Перечень используемой литературы:***

При подготовке и проведении занятия используются:

- конспект лекций;

**ПРИМЕР ТАБЛ.1**

Скважина	от	до	Интервал	AUAVG
GL04	0	5	5	0
GL04	5	10	5	0
GL04	10	12	2	0
GL04	12	13,85	1,85	0

### **3. ОЦЕНКА ЗАПАСОВ.**

***Цель работы.***

Оценить запасы полезного ископаемого, горной массы. Определить средний коэффициент вскрыши.

***Теоретические основы.***

Рудное тело существует в трех измерениях, следовательно, корреляция скважин также должна осуществляться в трехмерном режиме. Вы делаете это, устанавливая соединение между полигоном одного среза и полигоном следующего среза, создавая трехмерную форму по мере продолжения работы. Этот процесс называется построением каркаса или каркасным моделированием, с помощью которого строится сеть взаимосвязанных 3D треугольников, которые представляют собой поверхность (например плоскость разлома или (зону выветривания) или солид (например пачку горных пород или оболочку по содержанию). В связи с тем, что каркасы создаются из треугольников, они имеют еще одно название - триангуляции.

Тем не менее, каркас, верный с математической точки зрения, может быть неверным с точки зрения геологии. Кроме этого, автоматическая проверка работает только с недавно установленными соединениями и игнорирует все предыдущие, поэтому ошибки, связанные с взаимодействием различных частей каркаса между собой, обнаружены не будут. Подобное неожиданное взаимодействие часто вызывает ошибки триангуляции.

В связи с риском возникновения несоответствия геологическим данным или непредвиденных ошибок вам следует выполнять два вида проверки до и после автоматической:

- Визуальную проверку;
- Математическую проверку.

Визуальная проверка очень важна и, при этом, проста в исполнении: поворачивая каркас вокруг своей оси, изучите его со всех направлений. Корректен ли он с позиций геологических данных? Соответствует ли он той форме, которую вы пытаетесь воссоздать? Включает ли он необходимый объем? Математическая проверка применяется к взаимоотношениям между гранями треугольников, краями и вершинами каркаса.

Однако она не работает с формой каркаса, которую вы создаете, вот почему визуальная проверка так важна. Если каркас является сложным, вам необходимо визуально проверять каждый разрез. С другой стороны, если каркас является простым, вы можете связать несколько разрезов перед тем, как начать

проверку. Неважно насколько прост ваш каркас, в любом случае вам необходимо выполнить математическую проверку по крайней мере один раз в конце процесса его построения или больше одного раза, в случае возникновения риска взаимодействия между различными частями каркаса.

После проверки замеряем объем рудных тел.

**Контрольные вопросы:**

1. Классификация запасов полезных ископаемых?
2. Как осуществляется математическая проверка оценки запасов?

**Требования к оформлению:**

Рисунок выполняется на персональном компьютере с установленным специальным ПО с указанием всех необходимых параметров.

**Порядок подведения итогов:**

Подведение итогов проводится после проверки преподавателем правильности выполнения расчетов и обсуждения результатов с учащимися.

**Перечень используемой литературы:**

При подготовке и проведении занятия используются:

- конспект лекций;

## **4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ КАРЬЕРА ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**Цель работы.** Ознакомиться с основными принципами определения границ карьера.

**Содержание работы.** По заданным исходным данным определить конечные границы карьера пользуясь принципом сравнения граничного коэффициента вскрыши с контурным.

**Теоретические основы.**

1. По исходным данным, изображается план местности в виде изолиний и наносится координатная сетка 20х20. Угол падения дневной поверхности составляет  $\alpha$ , т.е. расстояние между изолиниями на плане равно:

$$L = Z \cdot \operatorname{ctg} \alpha, \text{ м}$$

где  $Z$  – превышение одной линии над другой;

$\alpha$  – угол падения поверхности.

Определив расстояние между изолиниями, эти горизонтали наносим на план в соответствии с азимутом направления падения поверхности –  $180^\circ$ . Уменьшение высоты поверхности происходит по направлению с севера на юг.

На плане изображаются разведочные линии и все скважины. Направление разведочных линий широтное. Расстояние между скважинами – 20 м.

2. В соответствии с данными таблицы и построенного плана местности строятся геологические профили. Для этого от поверхности местности (от устья скважины) откладывают величины мощности покрывающих (вмещающих) пород, а затем мощность рудного тела и т.д. для всех скважин. Полученные точки мощности покрывающих пород, рудного тела и породных прослоек рудной залежи соединяются плавной линией, и в результате получают очертания рудного тела в вертикальной плоскости.

3. Пользуясь поперечными разрезами, отстраивают погоризонтные планы залежи с интервалом 20 м по глубине. Для этого на каждом поперечном разрезе на определенной одинаковой глубине находят положение контура рудного тела и переносят координату пересечения горизонтальной линии глубины и контура рудного тела на погоризонтный план. На планах полученные точки по каждому разрезу соединяют плавной кривой и получают очертания рудной залежи на определенной глубине.

В соответствии с конфигурацией залежи, для каждого варианта глубины оконтуривается дно карьера шириной 30 м.

4. В соответствии с наклоном борта, определяются контуры карьера по поверхности при различной глубине и определяются объемы породы, руды и коэффициент вскрыши. Это выполняется в следующей последовательности:

- проводятся линии заложения откосов борта карьера, перпендикулярные контурам дна карьера; их количество и место заложения определяется сложностью контура рудного тела и дна карьера;
- на линиях заложения борта откоса откладывают его величину, которая определяется как произведение разности высотных отметок поверхности и дна карьера на котангенс угла откоса борта:

$$L_{\text{б}} = (H_{\text{пов}} - H_{\text{дн}}) \operatorname{ctg} \beta, \text{ м}$$

где  $H_{\text{пов}}$  – отметка поверхности, м;

$H_{\text{дн}}$  – отметка дна карьера, м;

$\beta$  - угол откоса борта, град.

- контур карьера при различной его глубине можно определить и графическим способом с помощью вспомогательного графика заложения откоса; на координатной сетке по оси ординат откладывают глубину соответствующего горизонта, а по оси абсцисс – заложение откоса; от оси ординат отстраивают профиль рельефа поверхности по направлению характерной линии.

Проводя такие построения для всех характерных направлений заложения откоса, получают точки пересечения профиля дневной поверхности вдоль характерных линий и соответствующих им линий заложения откоса.

Соединяя эти точки пересечения плавной кривой, получаем верхний контур карьера: для определения объемов полезного ископаемого в каждом полученном контуре вычерчиваются горизонтальные проекции площади полезного ископаемого, которые расположены по бортам карьера: для отыскания горизонтальных проекций таких площадей полезного ископаемого на геологических профилях (I, II, III, IV) откладывают точки пересечения контура дна карьера с линией этих профилей. На геологическом профиле из точки, соответствующей координате пересечения линии заложения откоса с дном карьера проводят линию откоса борта карьера. Эта линия пересекает рудные тела и горизонтальную проекцию отрезка переносят на план, и получаем точку, которая является одной из точек очертания контура рудного тела в борту карьера; выполнив такие построения по другим профилям, получаем серию точек на плане горизонта; соединив которые, получаем контуры части рудного тела, находящиеся в борту карьера.

Площади руды в дне и в борту карьера, а также вскрыши на каждой глубине измеряют с помощью планиметра или палетки. Все результаты измерений заносятся в таблицу.

По данным таблицы находят значения контурного коэффициента вскрыши  $K_{\text{к}}$  для каждой отметки глубины карьера как отношение объема вскрыши к объему полезного ископаемого, находящегося в слое между этими двумя соседними отметками глубин.

Средний коэффициент вскрыши  $K_{\text{ср}}$  определяют как отношение суммы объемов слоев вскрыши и руды, соответствующих данной глубине карьера.

Сравнивая граничный коэффициент вскрыши  $K_{\text{гр}}$  с контурным коэффициентом вскрыши  $K_{\text{к}}$ , находят глубину карьера.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Основные принципы определения границ карьера?
2. Определение конечных границ карьера, пользуясь принципом сравнения граничного коэффициента вскрыши с контурным?

#### **Требования к оформлению:**

Рисунок выполняется на персональном компьютере с установленным специальным ПО с указанием всех необходимых параметров.

#### **Порядок подведения итогов:**

Подведение итогов проводится после проверки преподавателем правильности выполнения расчетов и обсуждения результатов с учащимися.

#### **Перечень используемой литературы:**

При подготовке и проведении занятия используются:

- конспект лекций;

## 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВСКРЫТИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

**Цель работы.** Ознакомиться с основными технологическими схемами вскрытия месторождения.

### **Содержание работы.**

Необходимо определить рациональную схему вскрытия месторождения и рассчитать основные параметры вскрывающих выработок.

### **Теоретические основы.**

При проектировании вскрытия используют метод приближений. В начале намечают возможные варианты, и после увязки взаимосвязанных решений по границам карьера, его производительности, размещению поверхностных сооружений и т.д. производят детальные расчеты, характеризующие способ вскрытия. Способ вскрытия зависит от вида транспорта, условия залегания рудного тела и определяют режим горных работ.

В данном примере морфология залежи определяет параметры и форму карьера в плане. Эти условия и определили выбор вида транспорта – автомобильный.

При проектировании вскрытия задачи решаются в следующей последовательности.

На основании геологических профилей составляется план карьера в изолиниях на конец отработки карьера. Изолинии соответствуют нижним бровкам уступов.

Расстояние между изолиниями:

$$l = h_y \cdot \operatorname{ctg} \gamma + B_{\text{пр}}, \text{ м}$$

где  $h_y$  – высота уступа, м;

$B_{\text{пр}}$  – ширина предохранительной бермы должна быть не менее  $1/3 h_y$  (сдвоенного  $2/3 h_y$ ).

$\gamma$  – угол откоса уступа, град.

Кроме того, в качестве исходных данных для построения карьера принимаются параметры трассы:

- уклон –  $80 \text{ ‰}$ ;
- радиус поворота –  $\min 15 \text{ м}$ ;
- форма примыкания – на горизонтальном участке на каждом горизонте;
- длина площадок примыканий –  $20 \text{ м}$ ;
- форма трассы – спиральная, стационарная и размещается в пределах карьерного поля;
- ширина транспортной бермы –  $18 \text{ м}$ ;
- нагорная часть карьера вскрывается полутраншеями.

Учитывая рельеф местности, расположение отвалов и промплощадки, заложение трассы осуществляется в южной части карьера. Производится предварительное трассирование для конечного контура.

Осуществляется детальное трассирование транспортных коммуникаций, начиная снизу вверх.

Для этого от нижней точки трассы, откладывают ширину транспортной бермы, вычерчивают съездную траншею. Затем изображают верхнюю бровку первого уступа. Для этого от контура съездной траншеи откладывают расстояние равное заложению откоса.

$$X = h_y \cdot \operatorname{ctg} \alpha_y$$

где  $X$  – заложение откоса уступа на данной высоте, м;

$h_y$  – высота уступа, м;

$\alpha_y$  – угол откоса нерабочего уступа, град.

Так как съездная траншея является наклонной выработкой, то величина заложения откоса возрастает по мере выхода трассы на вышележащий горизонт.

От линии окончания трассы откладывают расстояние равное величине площадки примыкания.

Дальнейшее построение плана карьера на конец отработки производится по описанной выше методике.

### **Контрольные вопросы:**

1. С учётом каких факторов происходит построение трассы схемы капитального вскрытия?

2. Для чего служат на карьерах площадки примыкания?

### **Требования к оформлению:**

Рисунок выполняется на персональном компьютере с установленным специальным

ПО с указанием всех необходимых параметров.

**Порядок подведения итогов:**

Подведение итогов проводится после проверки преподавателем правильности выполнения расчетов и обсуждения результатов с учащимися.

**Перечень используемой литературы:**

При подготовке и проведении занятия используются:

- конспект лекций;

## **6. ГОРНО-ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КАРЬЕРНОГО ПОЛЯ**

**Цель работы.** Ознакомиться с основными принципами горно-геометрического анализа карьерного поля.

**Содержание работы.**

Необходимо определить минимальный достаточный фронт работ для вскрытия и подготовки нижележащего горизонта

**Теоретические основы.**

1. На плане нижнего первого гор.1 вычерчивают въездную и разрезную траншеи, что соответствует первоначальной линии фронта работ. Объем горных работ на этом горизонте равен объему въездной и разрезной траншеи.

2. На плане вышележащего гор.2 должны быть показаны контуры въездной и разрезной траншеи, обеспечивающие подготовку этого горизонта (объем работ при этом составит  $V_2/1$ ), а также линия фронта работ, которая обеспечивает подготовку гор. 2. Это условие будет обеспечено, если линия фронта работ гор. 2 будет опережать линию фронта работ гор. 1 на ширину рабочей площадки: и ширину горизонтальной проекции откоса уступа (объем работ на гор. 2 для подготовки гор. 1 составит  $V_2/1$ ). Чтобы установить положение линии фронта работ гор. 2, совместим по координатной сетке планы этих горизонтов и на плане гор. 2 проведем линию фронта работ, отступив от линии фронта работ гор. 1 в сторону развития горных работ на величину

$$B_0 = b_{\text{дн}} + h \operatorname{ctg} \alpha$$

Где  $b_{\text{дн}}$  - ширина дна карьера, м;

3. На плане следующего наносят линии фронта работ, обеспечивающие подготовку гор. 3 ( $V_3/3$ ) и возможность подготовки гор. 1 и 2 ( $V_3/2$  и  $V_3/1$ ). Для этого накладывают кальку с планом гор. 3 на план гор.2. Затем отступая от линии фронта работ гор. 2 на расстоянии  $B_0$ , проводят линию, которая показывает, в каком положении должна находиться линия фронта работ на гор. 3, чтобы обеспечить возможность подготовки гор. 1. Аналогично наносят линии фронта на все остальные погоризонтные планы.

Площади всех участков на каждом погоризонтном плане с разделением по видам вскрышных работ и полезного ископаемого замеряют палеткой или планиметром.

Результаты расчетов объемов сводим в таблицу распределения объемов вскрыши и полезного ископаемого по горизонтам и этапам разработки.

**Контрольные вопросы:**

1. Как определяется время вскрытия новых горизонтов ?
2. Что такое минимальный достаточный фронт работ для вскрытия и подготовки нижележащего горизонта?

**Требования к оформлению:**

Рисунок выполняется на персональном компьютере с установленным специальным ПО с указанием всех необходимых параметров.

**Порядок подведения итогов:**

Подведение итогов проводится после проверки преподавателем правильности выполнения расчетов и обсуждения результатов с учащимися.

**Перечень используемой литературы:**

При подготовке и проведении занятия используются:

- конспект лекций;



## 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КАРЬЕРА ПО ПОЛЕЗНОМУ ИСКОПАЕМОМУ

**Цель работы.** Ознакомиться с основными принципами определения производительности карьера по полезному ископаемому.

**Содержание работы.**

Необходимо определить и обосновать производительность карьера по скорости понижения добычных работ, по расстановке добычного оборудования и по пропускной способности.

**Теоретические основы.**

### 4.1 Определение производительности по скорости понижения добычных работ

Производительность определяется зависимостью:

$$A_p = h_0 \cdot S_T \cdot \rho \cdot \frac{1-\eta}{1-\nu}, \text{тонн}$$

где:  $h_0$ - скорость понижения добычных работ, м/год;

$S_T$ - площадь товарного полезного ископаемого, извлекаемого из карьера, м<sup>2</sup>;

$\rho$ - плотность полезного ископаемого в недрах, т/м<sup>3</sup>;

$\eta$ - коэффициент потерь полезного ископаемого;

$\nu$ - коэффициент объемного разубоживания.

$$h_0 = \frac{l_p}{\text{ctg}\varphi + \text{ctg}\beta},$$

где:  $l_p$ - скорость подвигания фронта работ, м/год;

$\varphi$ -угол откоса рабочего борта, град;

$\beta$ -угол падения залежи, град.

$$\text{ctg}\varphi = \frac{B + h \cdot \text{ctg}\alpha}{h}$$

$$l_p = \frac{Q}{h \cdot l_{\text{бл}}}$$

где:  $Q$ - годовая производительность экскаватора, м<sup>3</sup>/год;

$h$ - высота уступа, м;

$l_{\text{бл}}$ - длина экскаваторного блока, м.

Производительность экскаватора рассчитывается по формуле:

$$Q = \frac{3600 \cdot T_{\text{см}} \cdot E \cdot K_n \cdot K_{\text{и}} \cdot K_c}{T_{\text{ц}} \cdot K_p}, \text{м}^3/\text{смену}$$

где:  $T_{\text{см}}$ -

продолжительность смены, ч;

$E$ - емкость ковша экскаватора, м<sup>3</sup>;

$K_n$ - коэффициент наполнения ковша экскаватора;

$K_{\text{и}}$ - коэффициент использования экскаватора во времени;

$K_c$ - коэффициент структуры;

$K_p$ - коэффициент разрыхления горной массы в ковше;

$T_{\text{ц}}$ - время цикла экскаватора, с.

Если расчетная скорость понижения горных работ достаточно высокая, но обеспечить такую скорость фактически невозможно. Поэтому, для дальнейших расчетов примем скорость понижения равной среднему значению за весь период отработки карьера. После этого уточняется производительность.

### 4.2 Определение производительности по расстановке погрузочного оборудования

При проектировании разработки месторождений сравнительно постоянной мощности или тех, для которых можно установить среднюю мощность и средние условия залегания, производительность карьера определяют на основе расстановки погрузочного оборудования, т.е. по числу добычных забоев.

Согласно этому методу можно записать:

$$A_p = N_p \cdot Q$$

где:  $N_p$ - число добычных экскаваторов.

$$N_p = m \cdot K$$

где:  $K$ - число рабочих уступов по полезному ископаемому,

$m$ - число добычных экскаваторов, работающих на одном уступе.

$$K = \frac{N_\Gamma}{B + h \cdot \operatorname{ctg} \alpha}$$

где:  $N_\Gamma$ - горизонтальная проекция участка рабочего борта, находящегося в рудной зоне.

$$N_\Gamma = \frac{M - Z}{1 \pm \frac{\operatorname{ctg} \beta}{\operatorname{ctg} \varphi}}$$

Когда горные работы производятся в зоне контактов, то имеют место потери и перемешивание. Ширина зоны  $Z$  может быть определена из выражения:

$$Z = h \cdot (\pm \operatorname{ctg} \beta \pm \operatorname{ctg} \alpha)_{\text{м}}$$

Исходя из длины рудного фронта  $L_{\text{фр}}$  и длины экскаваторного блока  $L_{\text{э.бл.}}$ , определяем количество экскаваторов на уступе.

$$m = \frac{L_{\text{фр}}}{L_{\text{э.бл.}}}$$

#### 4.3 Производительность карьера по транспортным возможностям

Добываемая в карьере горная масса по транспортным коммуникациям должна доставляться к месту назначения: порода- в отвал; полезное ископаемое- на дробильно-сортировочный завод, обогатительную фабрику или к приемной станции для отгрузки потребителю. Известны случаи, когда возможности транспорта, особенно железнодорожного, ограничивают производительность карьера по горнотехническим факторам необходимо сопоставить с транспортными возможностями. При этом должно соблюдаться следующее соотношение:

$$A_{\text{пи}} \leq \frac{W}{f}$$

где:  $f$ - коэффициент резерва, учитывающий неравномерность грузового потока,  $f=1,75$ ;

$W$ - суточная провозная способность транспортных коммуникаций в системе вскрывающих выработок, т.

$$W = N \cdot q_{\text{ф}}$$

где:  $N$ - пропускная способность транспортных коммуникаций карьера;

$q_{\text{ф}}$ - фактическая перевозимая масса породы, т

Фактическую грузоподъемность можно определить по формуле:

$$q_{\text{ф}} = \frac{V \cdot K_{\text{н}}}{K_p} \cdot \gamma, \text{ т}$$

где:  $V$ - вместимость кузова транспортного средства,  $\text{м}^3$ ;

$K_{\text{н}}$ - коэффициент наполнения кузова;

$\gamma$  - плотность породы,  $\text{т}/\text{м}^3$ .

$$N = \frac{T}{\frac{L}{v} + \tau}$$

где:  $L$ - расстояние откатки, км;

$\tau$  - минимальный промежуток времени, необходимый для выполнения операций по приему, отправлению или пропуску транспортных средств, 1,5 мин;

$T$ - промежуток времени, в который измеряется пропускная способность;

$v$  – средняя скорость движения в грузе и направлении, км/ч.

Отсюда определим производительность карьера по вскрыше:

$$A_v = A_p \cdot K \cdot \gamma_{\Pi}, \text{ т/год}$$

где: K- коэффициент вскрыши, м<sup>3</sup>/т;

$\gamma_{\Pi}$  -плотность вскрышных пород, т/м<sup>3</sup>.

Тогда производительность карьера по горной массе составит:

$$A_v + A_p, \text{ т/год}$$

**Контрольные вопросы:**

1. Как определяется скорость понижения добычных работ?
2. Как определяется производительность карьера по скорости понижения добычных работ?

**Порядок подведения итогов:**

Подведение итогов проводится после проверки преподавателем правильности выполнения расчетов и обсуждения результатов с учащимися.

**Перечень используемой литературы:**

При подготовке и проведении занятия используются:

- конспект лекций;

## 8. КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ГОРНЫХ РАБОТ

**Цель работы.** Ознакомиться с методическими основами календарного планирования горных работ, т.е. приемы распределения планируемых объемов работ по добыче и вскрыше в пространстве (по рабочим горизонтам) и времени (по месяцам, кварталам, годам и т.д.), а также рассматривается составление графика работы экскаваторов, соответствующего распределению планируемых объемов.

**Содержание работы.** Необходимо распределить плановые объемы руды по кварталам планируемого года и по добычным горизонтам; определить извлекаемые объемы пустых пород в соответствии с извлечением заданных объемов руды с максимальной интенсивностью при наклонной углубке; построить поквартальный график работы экскаваторов.

**Теоретические основы.**

Поскольку по условию задачи интенсивность ведения горных работ максимальная, то следует определить минимальную величину подвигания уступов в горизонтальном направлении, необходимую для обеспечения максимальной скорости углубки при угле углубки, равном 70°. При направлении углубки по висячему боку рудной залежи время подготовки новых горизонтов будет определяться необходимыми величиной и временем подвигания левого (правого) борта карьера

$$l_i = h(ctg\varphi \pm ctg\beta)$$

Определим, каково должно быть подвигание рудного фронта при заданной годовой производительности по руде

$$l_p = \frac{A_p}{2 \cdot L_k \cdot h \cdot \gamma_p}$$

После этого определяем объемы добываемой по кварталам руды и необходимые при этом объемы вскрышных пород в соответствии с распределением их по горизонтам и заносим в таблицу.

Переходим к построению графика работы экскаваторов. В первую очередь устанавливаем годовую, месячную и квартальную производительность экскаваторов для всех видов работ: на добыче, на вскрыше, а также на проходке въездных траншей и подготовительных выработок, если таковые имеют место в планируемый период.

Теперь определим необходимое количество экскаваторов для чего годовые объемы работ по руде и вскрыше отнесем к годовой производительности экскаватора по руде и вскрыше (в общем случае количество экскаваторов уже известно, так как оно определяется при установлении производительности карьера).

Количество рудных экскаваторов

$$N_p = \frac{A_p}{Q_{pz}}$$

Количество породных экскаваторов

$$N_n = \frac{A_n}{Q_{nz}}$$

Общее количество экскаваторов

$$N = N_p + N_n$$

Полученное значение округляем в большую сторону.

Поскольку при максимальной интенсивности ведения горных работ с минимальными (расчетными) рабочими площадками все уступы на рабочих бортах должны подвигаться синхронно, то следует начать расстановку оборудования (экскаваторов) с верхнего горизонта, т.к. подвигание верхнего уступа обеспечивает нормальную работу смежного с ним нижнего и т.д.

Предположим, что с отметки горизонта 2 отрабатывается эксплуатационный слой 2-1 на котором руда уже выработана и осуществляется удаление пустых пород. В первом квартале объемы их составили  $V_{2-1}$  тыс.м<sup>3</sup>, что потребует  $\frac{V_{2-1}}{3 \cdot Q_{эмес}}$  экскаватора.

Оставшийся объем  $V_{гор} - V_{2-1}$  выполнит экскаватор  $n_1$ , который в конце первого месяца планируемого года опустится на горизонт 3 выполнив работы на горизонте 2. Время работы экскаватора  $n_1$  в первом квартале  $\frac{V_{гор} - V_{2-1}}{Q_{эмес}}$  месяца.

Объемы работ на горизонте 3 во втором и третьем кварталах аналогичны первому кварталу. Аналогична и занятость других экскаваторов

На начало четвертого квартала уступ на левом борту горизонта 3 приходит в конечное положение. Объемы работ сокращаются до уровня работ на горизонте 2. Поэтому потребуется  $n$  экскаваторов. Экскаватор  $n_2$  продолжает работать до конца года. Экскаватор  $n_1$ , выполнив необходимый объем работ, спускается на нижележащие горизонты. Окончив работы в третьем квартале, за ним следует экскаватор  $n_3$ .

Аналогично рассматриваются другие горизонты.

### **Контрольные вопросы:**

1. Какие существуют приемы распределения планируемых объемов работ по добыче и вскрыше в пространстве (по рабочим горизонтам) и времени (по месяцам, кварталам, годам и т.д.)?
2. Как строится график организации работ по вскрытию и подготовке нового горизонта?

### **Порядок подведения итогов:**

Подведение итогов проводится после проверки преподавателем правильности выполнения расчетов и обсуждения результатов с учащимися.

### **Перечень используемой литературы:**

При подготовке и проведении занятия используются:

- конспект лекций;

## **РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

### **Основной**

1. Арсентьев А.И. Производительность карьеров. СПб., изд. СПбГИ, 2002.
2. Чирков А.С. Добыча и переработка горных пород. – М.: Издательство государственного университета, 2001.
3. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых", 2013

### **Дополнительный**

4. Ржевский В.В. Процессы открытых горных работ. М., Недра. 1978.
5. Справочник: Открытые горные работы / К.Н. Трубецкой, М.Г. Потапов, К.Е. Виницкий и др. - М.: Горное бюро, 1994.