

РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД

курсовая работа

ЦЕЛЬ КУРСОВОЙ РАБОТЫ:

приобретение практических навыков в решении конкретных задач технологии бурения скважин с использованием показателей механических свойств горных пород.

Курсовая работа выполняется по индивидуальному заданию и представляет собой технический проект с логически связанными между собой частями. Каждая часть должна заканчиваться выводом в виде подведения итогов расчета.

Исходные данные, приведенные в задании:

- интервал бурения;
- литология интервала;
- диаметр скважины – D , мм;
- частота вращения долота – n_{∂} , об/мин;
- ожидаемые колебания давления бурового раствора в скважине – $\pm\Delta p$, МПа;
- относительное пластовое давление – p' (отношение измеренного пластового давления к давлению столба воды на той же глубине);
- показатели механических свойств горных пород по глубине бурения интервала.

Исходные данные, приведенные в задании:

Показатели механических свойств горных пород:

$p_{ш}$ – твердость горной породы по штампу, МПа;

p_0 – предел текучести горной породы по штампу, МПа;

C – модуль деформации (упругости) породы при вдавливании, МПа;

a_{21} и a_{25} – показатели абразивности горной породы по отношению к закаленной стали, мм/ч, измеренные во второй области изнашивания при удельных мощностях трения соответственно 1 и 5 Вт/мм².

Показатели механических свойств горной породы интервала, измерены на образцах горной породы и представлены в виде вариационных рядов по глубине бурения интервала и сведены в таблицу.

Пример таблицы 1 задания:

Интервал, м	p_w , МПа	p_0 , МПа	C , МПа	a_{21} , мм/ч	a_{25} , мм/ч
3100...3140	4120	3210	47800	3,63	15,7
3140...3180	4210	3160	47200	3,59	15,2
...
3560...3600	4580	3870	47600	3,62	15,2

ЗАДАНИЕ:

Для заданного интервала бурения подобрать шарошечные долота (основное и резервное) и режимы их работы с учетом механических свойств горных пород.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

Определение статистических характеристик показателей механических свойств горных пород

Предварительный выбор шарошечных долот

Долото 1-го класса

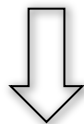
Долото 2-го класса

Расчет областей разрушения горной породы и диапазонов осевых нагрузок на долота

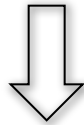
Расчет долговечности вооружения долота первого класса

Выбор класса основного долота

Расчет гидромониторной системы промывки долота



ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:



Определение возможности бурения заданного интервала
долотом PDC

Выбор долота PDC

A horizontal arrow pointing to the right, with a solid black arrowhead, positioned between the first and second steps of the process.

Обобщение результатов расчетов для заданного
интервала бурения

A large, solid black downward-pointing arrow, positioned centrally below the second step of the process.

Определение статистических характеристик показателей механических свойств горных пород

- 1. Проверка заданного интервала бурения на однородность**
- 2. Определение статистических характеристик показателей механических свойств горной породы**

Определение статистических характеристик показателей механических свойств горных пород

1. Проверка заданного интервала бурения на однородность

- Подготовка данных к проверке интервала бурения на однородность
- Проверка вариационных рядов на наличие в них маловероятных значений
- Оценка однородности интервала бурения

Проверка заданного интервала бурения на однородность:

Окончательный вывод:

- а) заданный интервал однородный и его следует рассматривать как одну пачку буримости;
- б) заданный интервал не однородный и его следует рассматривать как две пачки буримости.

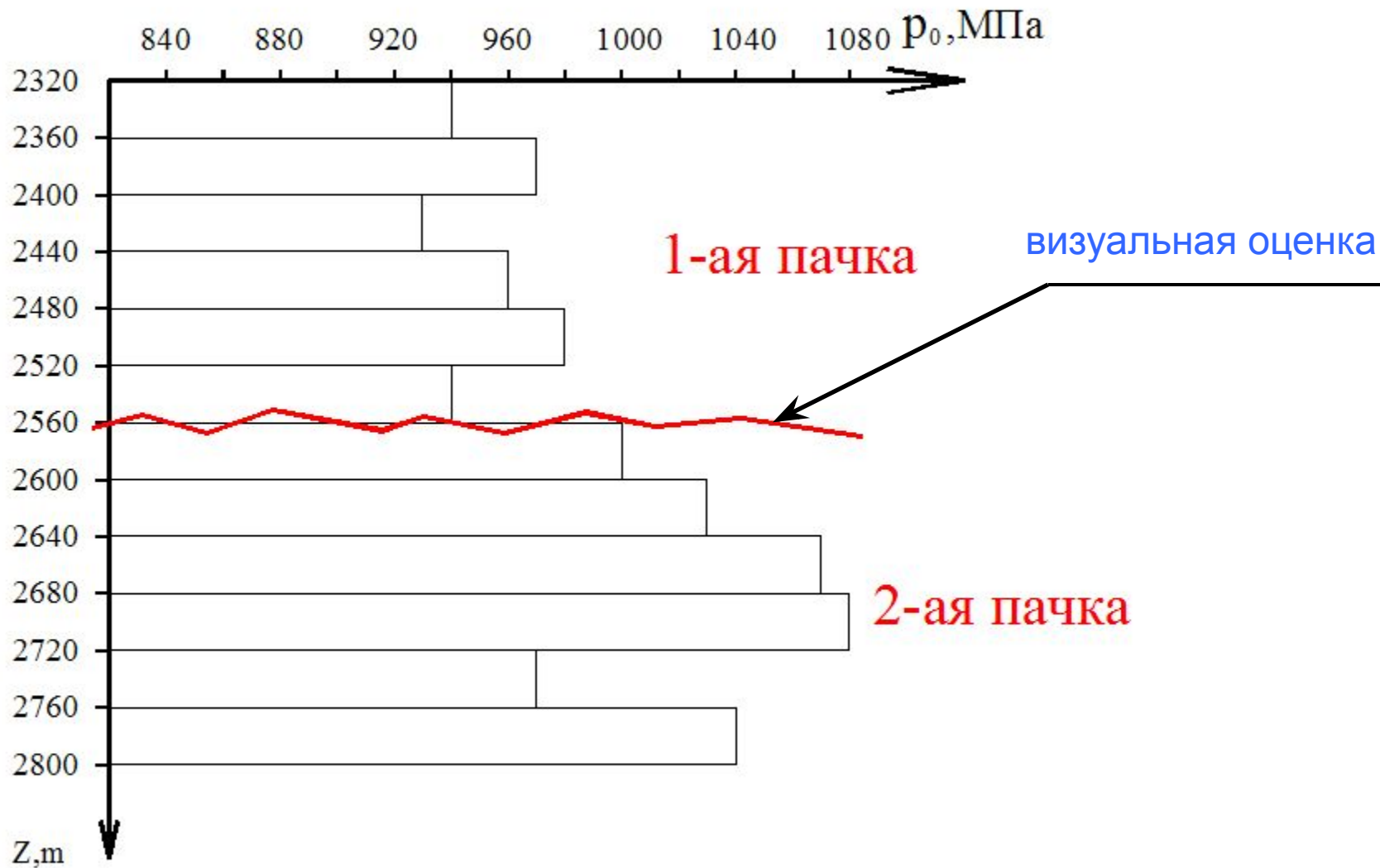
1. По какому показателю ($p_{ш}$, p_0 , a_{21}) оценивать однородность интервала ?

По тому который имеет наибольший относительный размах варьирования:

$$Ro_{(p_{ш}, p_0, a_{21})} = \frac{2(x_{\max} - x_{\min})}{x_{\max} + x_{\min}}$$

Например: p_0

График распределения p_0 по глубине



Статистическим методом сравнения средних оценить отличие показателей первой пачки от второй, но прежде:

2. Нет ли в каждой пачке маловероятных крайних членов (двух наименьших и двух наибольших) ?

Расположить значения показателя первой пачки по возрастанию и оценить их вероятность по таблице 2.1 методички:

Расчет параметров распределения крайних значений ряда

Проверяемые значения	Формула	Проверяемые значения	Формула	Критерий K_i
----------------------	---------	----------------------	---------	----------------

Критерии сравнения K_i :

K_3 - первая строка

K_2 - вторая строка

K_1 - третья строка

Критерии из таблицы 2.2 в зависимости от числа членов пачки:

Если $K_v > K_z(2, 1)$, то дальнейшая оценка прекращается и принимается соответствующее решение

По результатам оценки сделать вывод, например:

а) в первой пачке нет маловероятных членов
и значения показателя следующие:

.....

б) в первой пачке маловероятными являются
члены ряда и значения показателя следующие

Аналогичную оценку провести для показателя второй пачки и сделать соответствующее заключение.

3. Статистически значимо ли отличие среднего значения показателя первой пачки от второй?

Рассчитать среднее значение и среднее квадратическое отклонение показателя для первой пачки:

$$\bar{x}_1 = \frac{1}{n_1} \sum x_{1i} \qquad s_1 = \sqrt{\frac{\sum (x_{1i} - \bar{x}_1)^2}{n_1}}$$

и для второй пачки:

$$\bar{x}_2 = \frac{1}{n_2} \sum x_{2i} \qquad s_2 = \sqrt{\frac{\sum (x_{2i} - \bar{x}_2)^2}{n_2}}$$

Далее рассчитывается среднеквадратическое отклонение показателя первой пачки от показателя второй пачки:

$$s_{12} = \sqrt{\frac{s_1^2 (n_1 - 1) + s_2^2 (n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2}}$$

и параметр распределения Стьюдента:

$$t_{12} = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{s_{12} \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

который сравнивается с критическим значением, найденным по числу степеней свободы.

Принимается окончательное решение

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНОЙ ПОРОДЫ

Для принятого к расчету интервала бурения провести обработку всех вариационных рядов:

- провести отбраковку маловероятных значений;**
- рассчитать среднее арифметическое значение для всех характеристик горной породы;**
- среднее квадратическое отклонение для всех характеристик горной породы.**

Далее следует определить нижнюю x_n и верхнюю x_v границы случайной величины, в пределах которых с заданной вероятностью лежат все ее значения:

$$x_n = \bar{x} - t \cdot s;$$

$$x_v = \bar{x} + t \cdot s,$$

где t – параметр распределения Стьюдента, значения которого приведены в таблице 2.4 методички при заданной вероятности 0,95 и $f = n - 1$.

В нормативной документации по технологии бурения широко используется показатель твердости горных пород H в условных единицах – категориях (кат.).

поэтому далее рассчитываем показатель твердости горных пород в категориях по результатам лабораторных определений p_w :

$$H = 12[1 - \exp(-0,00487 \cdot p_w^{0,666})], \text{ кат,}$$

а для пластичных горных пород по результатам лабораторных определений p_0 :

$$H = 12[1 - \exp(-0,0349 \cdot p_0^{0,433})], \text{ кат.}$$

Результаты расчетов характеристик вариационных рядов, а также нижних и верхних значений свести в таблицу по форме таблицы 3.2 методички.

**ВЫБОР ШАРОШЕЧНЫХ ДОЛОТ,
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТЕЙ
РАЗРУШЕНИЯ
ГОРНОЙ ПОРОДЫ И ОСЕВЫХ
НАГРУЗОК НА ДОЛОТА**

ВЫБОР ДОЛОТ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТЕЙ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНОЙ ПОРОДЫ И ОСЕВЫХ НАГРУЗОК НА ДОЛОТА

Порядок расчетов:

- 1. Предварительный выбор шарошечных долот по данным о механических свойствах горных пород**
- 2. Расчеты характеристик долот и горной породы**
- 3. Расчет областей разрушения горной породы и осевых нагрузок на долота**

ВЫБОР ДОЛОТ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЛАСТЕЙ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНОЙ ПОРОДЫ И ОСЕВЫХ НАГРУЗОК НА ДОЛОТА

Выбираемые шарошечные долота должны:

- 1) соответствовать твердости горных пород;**
- 2) обеспечивать наиболее высокую область разрушения горной породы, что соответствует обеспечению наибольшей механической скорости бурения;**
- 3) вооружение долота первого класса должно обеспечивать использование ресурса опоры, т.е. соответствовать абразивности горной породы.**

Выбор шарошечных долот по данным о механических свойствах горных пород

- 1. Выбор типа вооружения шарошечных долот**
- 2. Выбор типа опор шарошек**
- 3. Выбор типа системы промывки:
центральная (Ц) или гидромониторная (Г)**

Выбор типа вооружения долот

Каждый тип долот имеет свою область рационального использования, которая характеризуется твердостью горных пород, выраженной в категориях (кат.). В общем случае область применимости долота задается диапазоном от нижнего до верхнего значений показателя свойств породы.

Распределение твердости горных пород в категориях симметрично и не противоречит нормальному закону, а поэтому есть возможность рассматривать только половину диапазона от среднего до его верхнего значения.

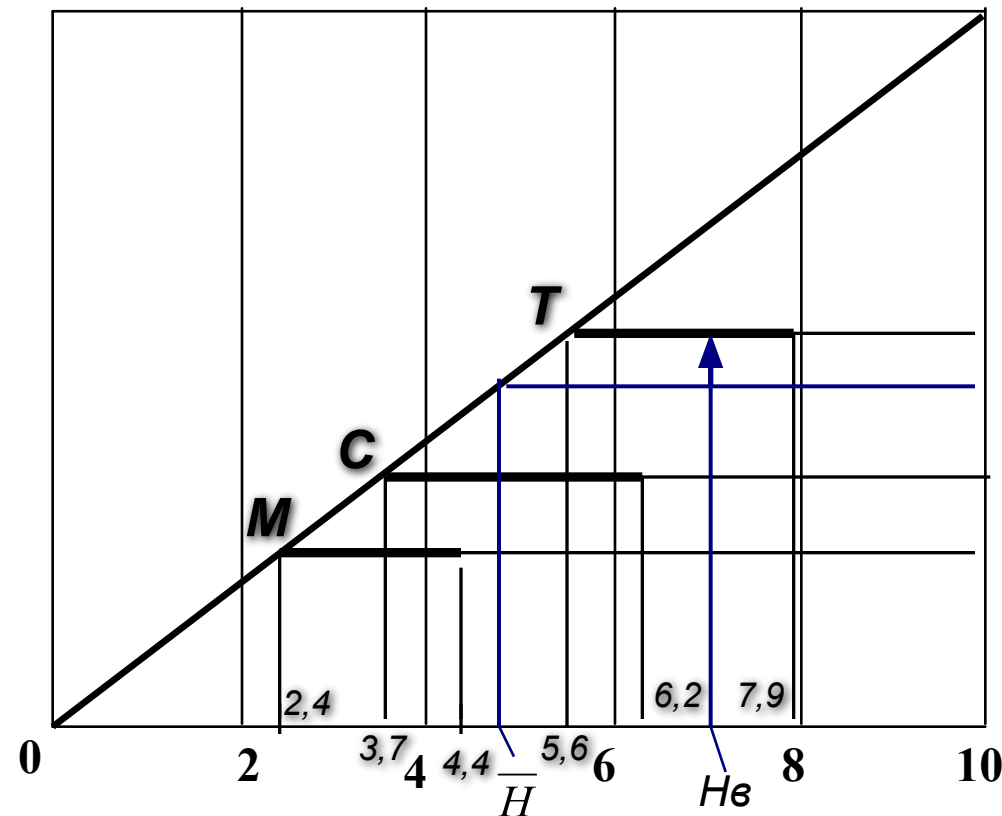
Характеристики **областей применимости долот по твердости** пород приведены в таблице 4.1. В скобках приведены типы вооружения долот по коду Международной ассоциации буровых подрядчиков **МАБП (code IADC)**.

Таблица 4.1 в методичке:

Долота 1-го класса			Долота 2-го класса		
Тип	\bar{H} , кат.	H_V , кат.	Тип	\bar{H} , кат.	H_V , кат.
М (11, 12)	2,4	4,4	МЗ (51)	3,2	4,9
МС (13)	3,0	5,5	МСЗ (53)	4,5	7,7
С (21)	3,7	6,2	СЗ (54)	4,2	7,6
СТ (23)	4,5	7,7	ТЗ, ТКЗ (62, 63)	6,2	9,3
Т (31)	5,6	7,9	К (74)	7,3	10,2

Построение номограммы для выбора типа вооружения долота

Номограммы для выбора типа вооружения долота строим по данным таблицы 4.1. - Области применимости долот по твердости горных пород



Порядок работы с номограммой:

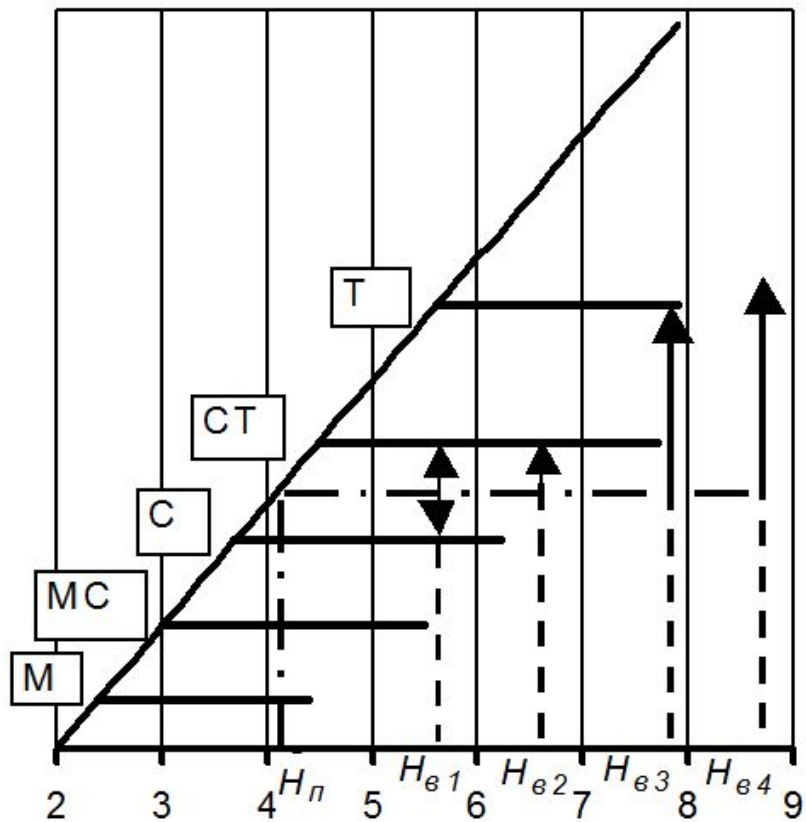
1. На оси абсцисс отложить расчетную величину твердости горной породы и из полученной точки восстановить перпендикуляр до пересечения с наклонной прямой. Из точки пересечения провести вспомогательную горизонтальную прямую (штрихпунктирные линии).

2. На оси абсцисс отложить расчетную величину твердости горной породы H_v и из полученной точки восстановить перпендикуляр (штриховая линия) до пересечения с вспомогательной горизонтальной линией.

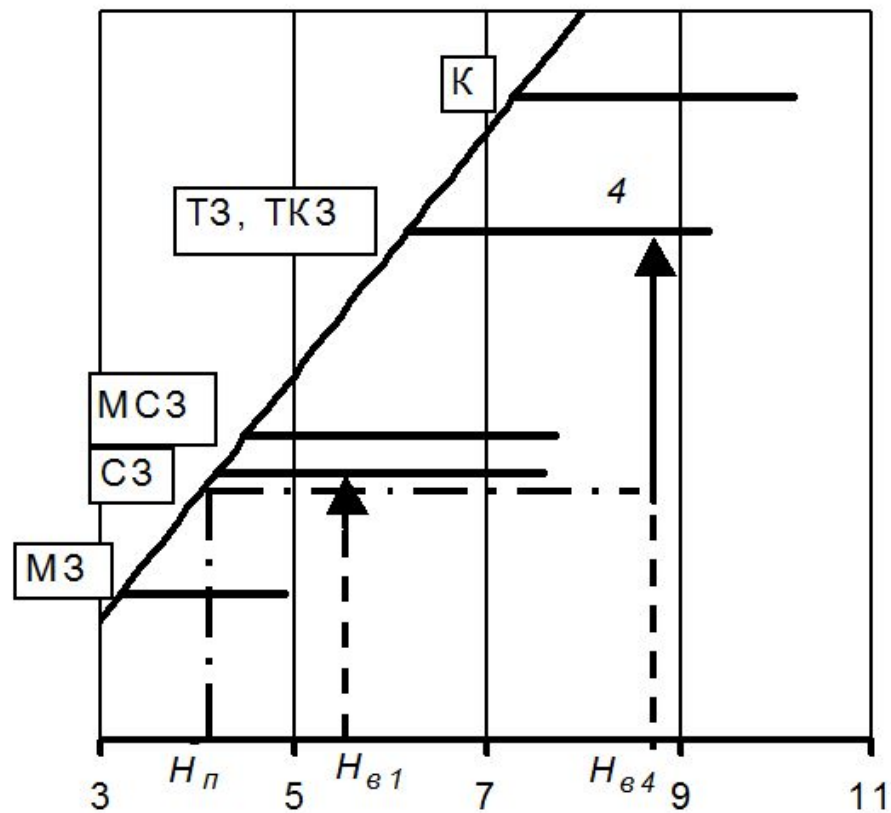
Из точки пересечения провести линии со стрелками до встречи с ближайшими отрезками областей применимости долот.

Пример построенных номограмм для выбора типов вооружения долот

Стрелками показаны перспективные типы долот



Твердость, кат
первого класса



Твердость, кат
второго класса

Выбор типа опор шарошек

По Таблице 4.2 методички - Области применения и ожидаемая стойкость опор шарошек:

Тип опоры	Частота вращения долота, об/мин	$T_{оп}$, ч, для долот типов		
		М, МЗ	от МС до СЗ	от СТ до К
АУ (6, 7)	45-110	50-100	40-80	25-50
НУ (4, 5)	110-300	15-30	12-24	7-15
Н (1, 3)	300-450	7-12	6-10	4-6
В (1, 3)	450-600	4-7	3-6	2-4

Выбор типа системы промывки

Используя выбранные типы вооружения и опор долот, принять решение о типе их системы промывки и записать полный шифр выбранных долот обоих классов

Например:

III 215,9СТ-ГНУ (234)

III 215,9СЗ-ГНУ (545)

РАСЧЕТ ОБЛАСТЕЙ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНОЙ ПОРОДЫ И ОСЕВЫХ НАГРУЗОК НА ДОЛОТА

Необходимо вычислить верхнюю G_v и нижнюю G_n
нагрузки на долото

*Наибольшая расчетная нагрузка на долото
соответствует или предельно допустимой по
паспорту долота, или назначается по
технологическим соображениям.*

Расчеты выполнить с использованием предельной
паспортной нагрузки G_p :

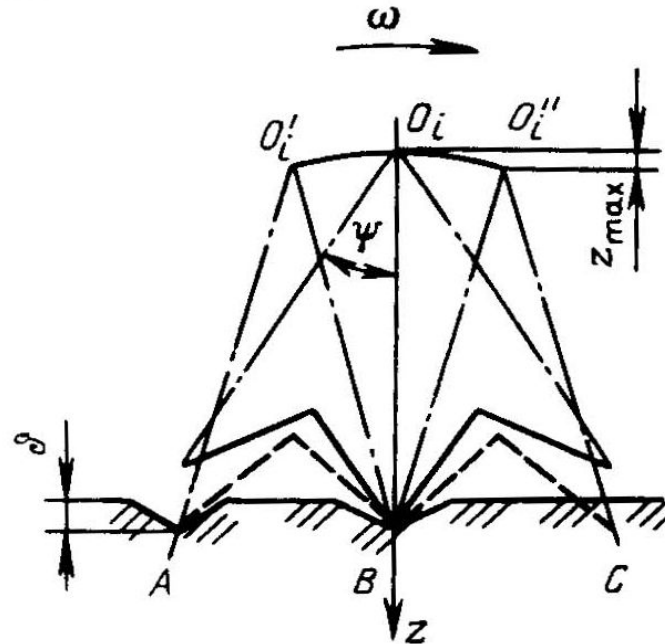
Диаметр долота, мм	190,5	215,9	244,5	269,9	295,3
G_p , кН	200	250	270	320	400

но прежде:

Определить характеристики вооружения
долот и горной породы

Расчетные характеристики долот и горной породы

Схема взаимодействия вооружения долота с забоем:



При перекачивании шарошки с одного элемента вооружения на другой создается *дробящий эффект*, а при проскальзывании вооружения относительно плоскости забоя создается *скалывающий эффект*.

Расчетные характеристики долот и горной породы

По скалывающей способности все типы шарошечных долот делятся на три подгруппы:

1- с низкой скалывающей способностью:

СТ, Т, ТК, ТЗ, ТКЗ, К и ОК;

2 – с средней скалывающей способностью:

С, СЗ, МС, МСЗ;

3 – с высокой скалывающей способностью:

М, ОМЗ и МЗ

Определить к какой подгруппе по скалывающей способности относятся выбранные долота

Расчетные характеристики долот и горной породы

Сопротивление горных пород разрушению в забойных условиях выше, чем в атмосферных.

Это следует учесть путем приведения предела текучести p_0 породы к забойным условиям:

$$p_{03} = k_y p_0$$

где:

p_{03} – предел текучести горной породы в забойных условиях;

k_y – коэффициент, зависящий от угнетающего давления (p_y) бурового раствора на забое скважины:

$$k_y = 1 + a_y (\sqrt{10 p_y} - 1)$$

Расчетные характеристики долот и горной породы

Величина угнетающего давления зависит от динамического давления бурового раствора $p_{c.д.}$ на забой скважины и пластового давления p :

$$p_{c.д.} = \rho_1 gz + \Delta p$$

где ρ_1 – плотность бурового раствора; z – глубина бурения по подошве выбранного интервала (пласта); Δp – ожидаемые колебания давления бурового раствора (по заданию).

Плотность бурового раствора принять из условия предупреждения притока пластового флюида:

$$\rho_1 = k p'$$

где p' – относительное пластовое давление (по заданию);
 k – коэффициент запаса, зависящий от глубины скважины

Расчетные характеристики долот и горной породы

Для горных пород с гранулярной пористостью (аргиллитов, глинистых сланцев, алевролитов и песчаников) принять:

$$P_y = P_{c.d.} - P$$

Для горных пород с кавернозно-трещинной пористостью принять:

$$P_y = P_{c.d.}$$

Коэффициент a_y в уравнении (4.1) методички:

$$a_y = 0,071 \cdot \exp(-0,00084 \cdot \overline{p_0})$$

Расчитать величину коэффициента k_u и далее величины $\square p_{0з}, p_{0зв1}$