

# Режим бурения СКВАЖИН

<https://www.youtube.com/watch?v=JiaO9HoQ188> 12. 01 мин

Режим бурения – это некоторое сочетание управляемых факторов, влияющих на количественные показатели бурения.

Эти факторы называются **параметрами режима бурения**.

Они определяют условия работы бурового снаряда, **от рациональности подбора** числовых значений которых зависит **эффективность** выполнения этого процесса.

Соотношения между параметрами режима подбирают таким образом, чтобы получить наиболее **высокие количественные** показатели при **требуемых качественных**, и возможно более **низкую себестоимость 1 м** проходки.

# Параметры режима бурения

- осевая нагрузка на долото  $G_o$ ,
- скорость  $\omega$  и частота  $n$  вращения снаряда;
- количество  $Q$  и **качество** бурового раствора:
  - ✓ фильтрация  $\Phi$ , (фи)
  - ✓ статическое напряжение сдвига  $\theta$  (греч. Тета),
  - ✓ вязкость  $\eta$  (эта),
  - ✓ плотность  $\rho$  (ро).

# Параметры режима бурения подбирают в зависимости от определенных **факторов**:

- характер и **свойства пород**  
(твердость, абразивность,  
трещиноватость, устойчивость и др.);
- **глубина** скважины;
- **состояние ствола** скважины;
- конструкция **ПРИ** и его качество;
- вид и характеристика бурового  
**оборудования**;

**Режим** бурения может быть:

- 1. оптимальным,**
- 2. рациональным**
- 3. специальным.**

# (1) Оптимальный режим – характеризуется:

- самым благоприятным сочетанием числовых значений параметров,
- подбираемых, исходя из современных достижений науки и техники,
- и обеспечивающих максимальную скорость углубки

## **(2) Рациональный режим бурения обеспечивает получение наиболее высоких показателей в данных конкретных условиях**

- При этом числовые значения параметров подбирают с учетом возможностей, имеющихся в наличии технических средств и породоразрушающих инструментов,
- Рациональные режимы далеко не всегда соответствуют оптимальным.

## (3) Специальный режим

определяется значениями параметров, которые подбирают с учетом необходимости **получения высоких качественных показателей**, подчас в ущерб **количественным**.

К **специальным режимам** прибегают , например,

- при бурении в неблагоприятных геологических условиях, когда:
  - снижаются частота вращения, осевая нагрузка и интенсивность промывки,
  - ограничивается величина углубки за рейс;
- при изменении направления оси ствола скважин;
- в других случаях.



При сооружении скважин  
выполняется **ряд видов работ:**

- **строительно-монтажные** работы;
- **забуривание** и оборудование устья скважины;
- **подготовительные** операции к бурению;
- **спуско-подъемные** операции (СПО).

**Технологические процессы,**  
**выполняемые при бурении**  
**скважин**  
**и их общая характеристика**

# Выполняются технологические операции, связанные:

- с углубкой скважины,
- с отбором керна,
- с укреплением стенок скважин,
- с направленным бурением,
- с исследованиями в скважине,
- с ликвидацией аварий,
- с демонтажом оборудования,
- с ликвидацией скважин,
- с перевозкой бурового оборудования.

Все операции  
можно подразделить  
по их роли или значению  
в технологической схеме  
сооружения скважин на:

**производительные**

**и**

**непроизводительные.**

# Производительные операции

- собственно **бурение** (углубка скважины);
- **спуско-подъемные** операции ;
- **очистка** скважины от шлама;
- **закрепление** стенок скважин.

# Непроизводительные операции

- ликвидация **аварий** в скважине;
- **ремонт** оборудования;
- **простои** по разным причинам.

Выполняемые в процессе сооружения скважин операции объединяются в циклы – *малый и большой*.

**Малый цикл** включает операции, связанные непосредственно с углубкой скважины и выполняемые в течение **одного рейса (периода)** — это подготовка бурового снаряда к спуску, спуск снаряда в скважину, приработка породоразрушающего инструмента, собственно бурение, перекрепление шпинделя, наращивание бурильных труб, заклинивание и срыв керна, подъем снаряда и извлечение керна из колонковой трубы. Малый цикл или рейс характеризуется продолжительностью в часах или в станко-сменах и величиной углубки скважины за цикл (рейс).

**Большой цикл** включает все операции, связанные с полным сооружением скважины, начиная со строительно-монтажных работ и кончая ликвидацией скважины.

# Основные технико-экономические показатели (ТЭП) бурения скважины:

- величина углубки за рейс;
- расход породоразрушающих элементов (алмазов, твердых сплавов) на 1 м пробуренной скважины;
- скорости бурения:
  - механическая,
  - техническая,
  - коммерческая,
  - цикловая,
  - парковая.



# Механическая скорость бурения $V_M$

Это – скорость:

- продвижения забоя (углубка) –  $l_t$
- за время чистого бурения –  $t_{ч.б.}$

$$\bullet V_M = l_t / t_{ч.б.}, \text{ м/ч}$$

# *Техническая (рейсовая) скорость бурения*

Это— **скорость** **углубки** скважины с учетом **затрат времени** только на производительные операции в течение рейса.

$$\bullet \mathbf{V_{т.р.} = l_p / t_{п.о.б.}}$$

**где:**

- **$l_p$**  — углубка за рейс, м
- **$t_{п.о.б.}$**  — время, затраченное на выполнение производительных операций в процессе бурения в течение рейса, ч.

**Коммерческая** скорость характеризует скорость углубки скважины с учетом затрат времени на производительные и непроизводительные операции, а также времени простоев как в малом, так и большом циклах.

**Цикловая** скорость сооружения скважины определяется с учетом выполнения всех работ в большом цикле, включая монтажно-демонтажные и ликвидационные (в м/ст.-мес).

**Парковая** скорость является показателем средней скорости сооружения скважины каждой буровой установкой из имеющихся на балансе той или иной производственной единицы (партии, экспедиции, объединения) в период одного календарного года .

# Геолого-технические условия бурения скважин

- **Это свойства горных пород, оказывающие влияние на процессы бурения скважины.**
- Существенное влияние оказывают свойства, определяющие состояние пород и их поведение
- **при разрушении** (скорость бурения)
- **при обнажении** (устойчивость ствола)  
в процессе формирования ствола скважины.

# Буримость горных пород

- **Механическая скорость бурения** зависит от комплексного показателя — **буримости горных пород**.
- **Буримость** характеризует **способность** горной породы **разрушаться** в определенных условиях при воздействии ПРИ.

# Зависит буримость от многочисленных факторов:

- свойств самих пород,
- способа разрушения,
- конструкции ПРИ,
- режима воздействия ПРИ на породу.

Породы по буримости  
делятся на 12 категорий.

# Буримость горных пород

*Буримость горных пород является функцией многих переменных, зависящей от природных, технологических и технических факторов, что в значительной степени затрудняет однозначное ее определение.*

**Методы определения** буримости горных пород:

1. **Метод ЦНИГРИ** - определение категорий горных пород по буримости на основе их абразивности и динамической прочности в объединенном выражении.
2. **Метод ВИТР** - определение категорий горных пород по буримости с помощью прибора ВИТР - ОТ (определитель буримости горных пород).
3. **Метод** определения **фактической** буримости горных пород путем опытного бурения и характеризуется механической скоростью бурения – значением углубления скважины за единицу времени.

В ЦНИГРИ (Н.И.Любимов) разработана шкала для определения категории пород по буримости по значению так называемого объединенного показателя  $\rho_M$ , учитывающего влияние прочностных и абразивных свойств пород на механическую скорость бурения:

$$\rho_M = 3 F_g^{0,8} \cdot K_{абр},$$

где  $F_g$  – коэффициент динамической прочности породы, определяемый на установке ПОК;

$K_{абр}$  – коэффициент абразивности, оцениваемый по методу Н.И.Любимова на ПОАК – 2М.



# Категории горных пород по буримости (ЦНИГРИ)

Категория пород по буримости	Объединенный показатель, $\rho_M$	Твердость по штампу, $P_{ш}$ , МПа
I	-	0,005 – 0,025
II	-	0,025 – 0,125
III	2,0 – 3,0	0,125 – 0,625
IV	3,0 – 4,5	-
V	4,5 – 6,8	-
VI	6,8 – 10,1	-
VII	10,1 – 15,2	-
VIII	15,2 – 22,8	-
IX	22,8 – 34,2	-
X	34,2 – 51,2	-
XI	51,2 – 76,8	-
XII	76,8	-

# Устойчивость пород

- По **устойчивости** все породы, встречающиеся при проведении буровых работ, разделяются на **четыре группы**

# Классификация пород по устойчивости

- 1 группа – Весьма неустойчивые
- 2 группа – Слабо устойчивые
- 3 группа – С изменяющейся устойчивостью
- 4 группа – Устойчивые

# Закономерности в процессах бурения скважин

При **вращательном** бурении скважин с достаточно полной очисткой забоя от шлама, **механическая скорость** бурения определяется

$$V_m = f(\sigma, G_o, n, Q),$$

где:

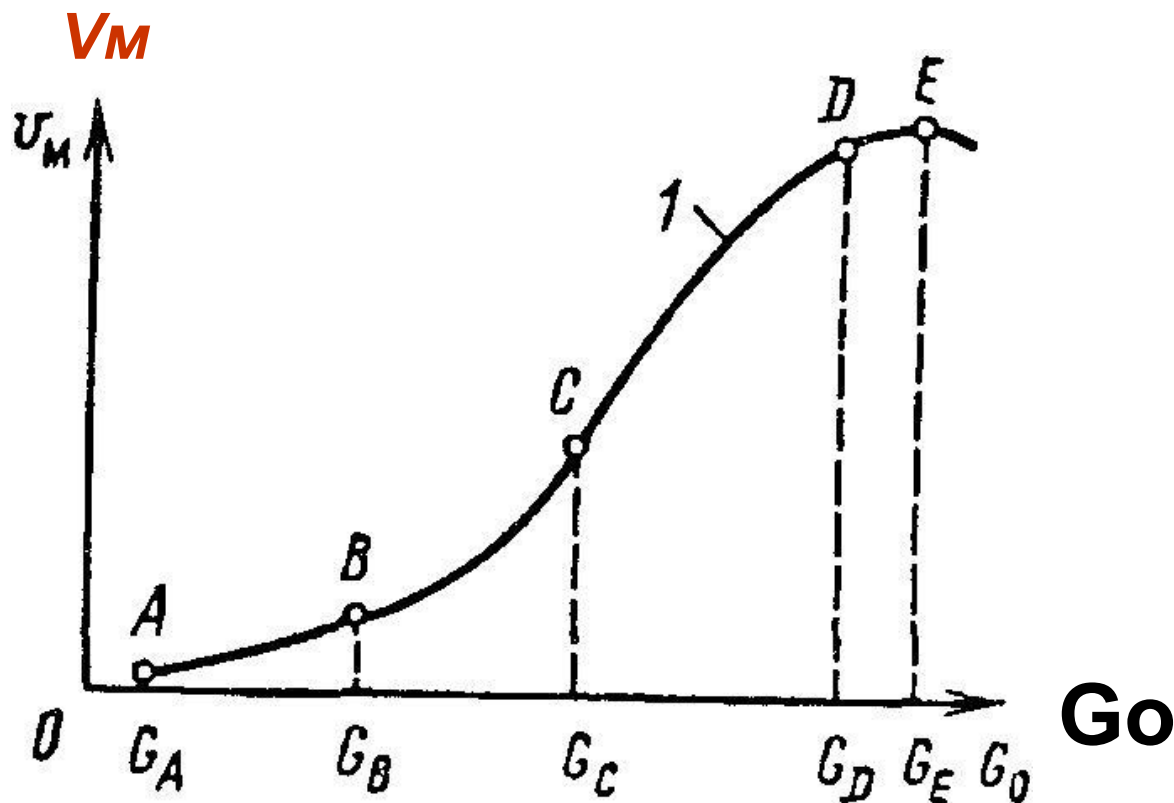
- $\sigma$**  - сопротивление породы разрушению;
- $G_o$**  - осевая нагрузка;
- $n$**  - частота вращения ПРИ;
- $Q$**  - интенсивность очистки забоя от продуктов разрушения.

# Основные параметры режимов бурения скважин

# Режимные параметры

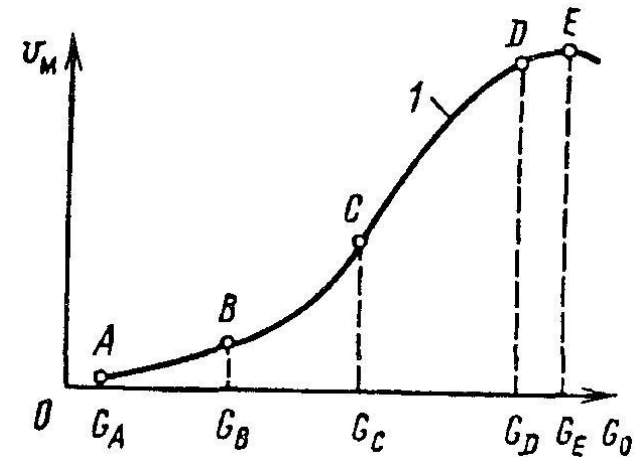
1. **Осевая нагрузка.**
2. **Частота вращения.**
3. **Интенсивность циркуляции жидкости**

Усилие подачи породоразрушающего инструмента (**осевая нагрузка**)– $G_o$



Зависимость **механической скорости бурения**  $V_M$  от **усилия подачи** породоразрушающего инструмента (**осевой нагрузки**– $G_o$ ).

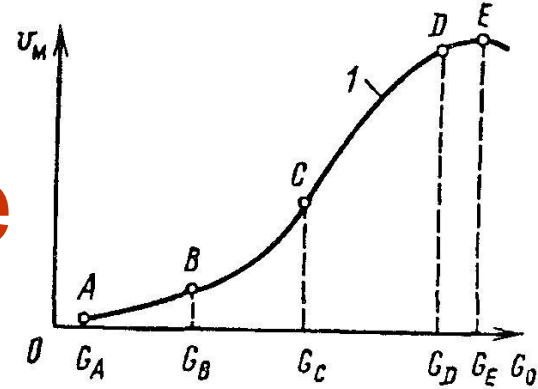
Выделяются **несколько**  
**участков**,  
соответствующих  
различным **формам и**  
**масштабам разрушения**  
пород:



- **поверхностному** (участок **AB**)
- **усталостно-объемному** (участок **BC**)
- **объемному** (участок **CE**).

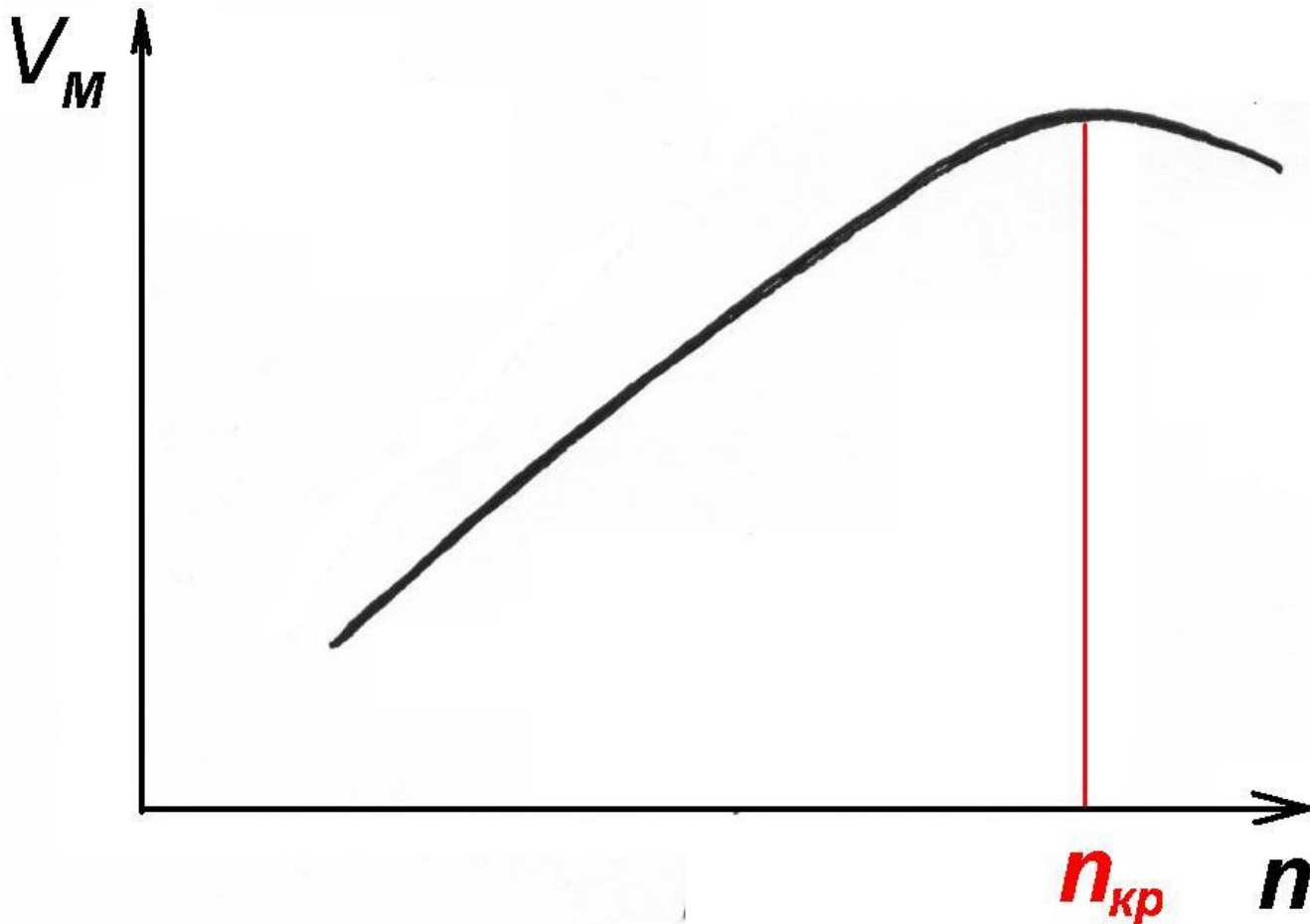


# В точке С наступает объемное разрушение



- Механическая скорость в этой области достигает **максимального значения** в точке **Е**.
- Последующее увеличение  $G_0$  не приводит к росту механической скорости потому, что **глубина внедрения** породоразрушающих элементов **ограничена их** конструктивными особенностями и **прочностью**.
- Поэтому **усилие** подачи, соответствующее этому моменту (**точка Е**), названо **предельным**.

# Частота вращения ПРИ – $n$

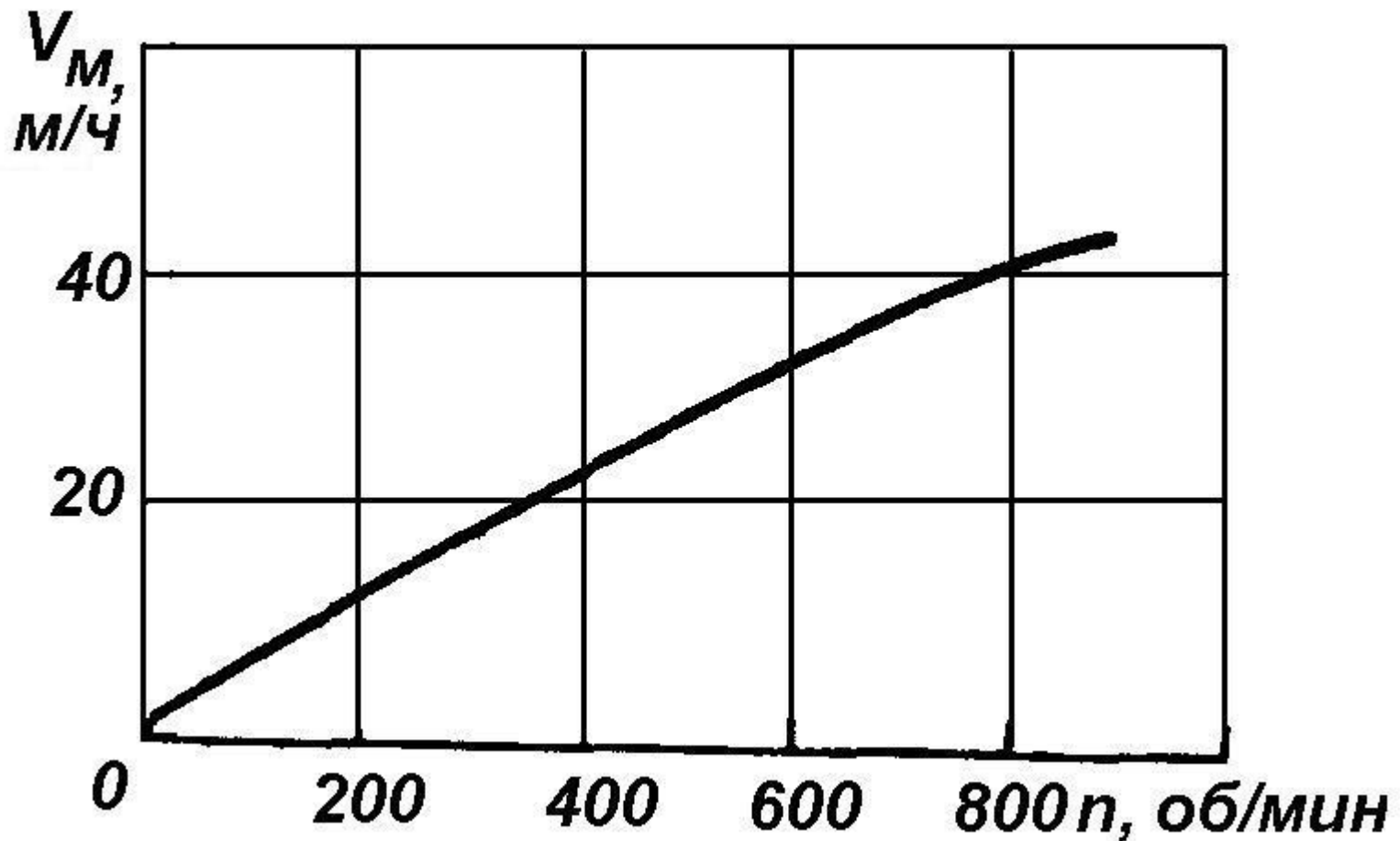


- $V_M$  – механическая скорость бурения,
- $n_{кр}$  – критическая частота вращения

# Частота вращения ПРИ

- **Скорость резания** оказывает весьма существенное влияние на эффективность вращательного способа бурения за счет увеличения **продолжительности контактов** рабочих элементов ПРИ **с породой**, чтобы в породе разрушение носило **объемный** характер.
- **Как только** время контакта окажется **меньше** значения, необходимого для **полного объемного разрушения** породы процесс разрушения станет неполным и будет носить скорее **усталостно-объемный** характер.
- Эффект разрушения породы **будет уменьшаться**, **скорость** бурения начинает **снижаться** и, достигнув максимума, быстро падает.

# Зависимость механической скорости от частоты вращения



# Определения частоты вращения

$$n = \frac{60\omega}{\pi \frac{(D_n + D_v)}{2}} = \frac{38,5\omega}{D_n + D_v}$$

***n** — частота вращения коронки, об/мин;*

***ω** — окружная скорость вращения коронки,  
м/с;*

***D<sub>n</sub>, D<sub>v</sub>** — наружный и внутренний  
диаметры коронки, м.*

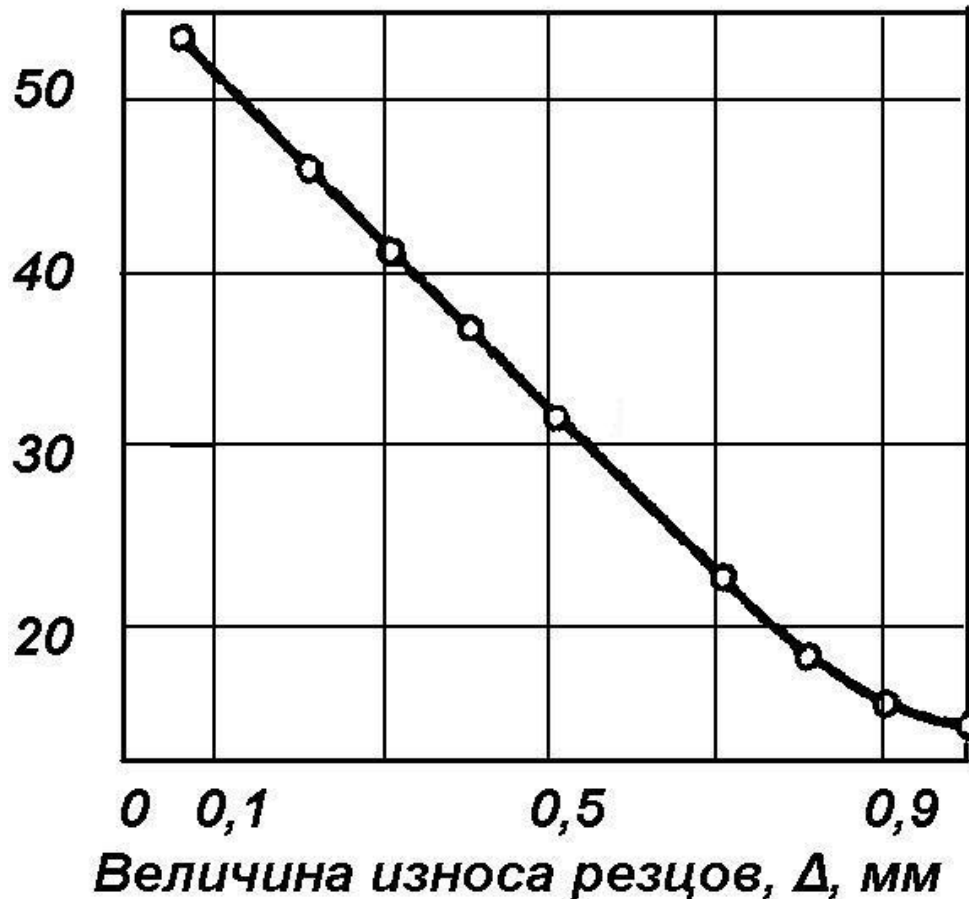
# Износ породоразрушающих элементов

- При разрушении породы **затупляются** породоразрушающие элементы из-за их **механического износа**.

Происходит:

- **увеличение контактной площади** у породоразрушающих элементов,
- **снижение глубины внедрения** резцов
- **снижение механической скорости** бурения

$V$ , см/мин



Порода – алевролит

Коронка твердосплавная

# Интенсивность очистки забоя скважины от продуктов разрушения – Q

Зависит :

- от **количества** подаваемой к забою жидкости или воздуха,
- от **скорости** движения восходящего потока.
- С **повышением** интенсивности промывки до некоторого критического значения, **механическая скорость** бурения как правило существенно **увеличивается**.
- Влияние на работоспособность резцов коронки оказывает **качество** применяемого очистного агента

Осевая нагрузка– *Go*



# Осевая нагрузка– $G_o$

- В практической деятельности **осевую нагрузку** рассчитывают исходя из рекомендуемых ее удельных значений на 1 см диаметра долота:
  - **$G_o = D \cdot G_y$ ,**
- *где:  $D$ - диаметр долота, см;*
- *$G_y$  -нагрузка на 1 см диаметра долота, даН*

# Gy – Нагрузка на 1 см диаметра долот

- Тип долота  
M C T K, OK
- Нагрузка на 1 см диаметра долота, даН  
140–250 200–350 200–400 200–500

# Gu -нагрузка на 1 см диаметра долота; даН

Тип долота	Категория пород по буримости					
	I-II	III	IV-V	VI-VII	VIII-IX	X-XII
М	150–200	200–250				
С			200–300	210–300		
СТ				230–350		
Т				250–350	250–400	
ТК					250–400	
ОК					200–500	250–500

Частота вращения

# Частота вращения

$$n = 60\omega/\pi D$$

- где  $\omega$  - окружная скорость вращения долота, м/с;
- $D$  — диаметр долота, м

Окружная скорость вращения долота,  $\omega$ , м/с  
(рекомендуемая)

Тип долота			
М	С	Т	К
1,2–1,4	1–1,2	0,8–1,0	0,6–0,8

# Связь осевой нагрузки и окружной скорости шарошки

- Для эффективного бурения шарошечными долотами необходимо, чтобы **энергия удара зуба** шарошки о породу была **достаточна для ее разрушения**.
- Величина этой **энергии** зависит от **осевой нагрузки**, **окружной скорости** шарошки и шага зубьев.
- **Одну и ту же величину энергии удара** можно получить при **максимальной** осевой нагрузке и **минимальной** окружной скорости шарошки или при **максимальной** окружной скорости и **минимальной** осевой нагрузке.

- **Наибольшую энергию удара** следует передавать на забой при бурении твердых и крепких пород.
- Если **увеличивать** только **окружную скорость**, то могут **быстро сработаться зубья шарошек** и **износиться опора**.
- В неабразивных породах, особенно пластичных и мягких, не происходит **интенсивного износа** зубьев, поэтому **окружная скорость** должна быть **наибольшей**, а **осевая нагрузка** **наименьшей**,

# Интенсивность циркуляции жидкости

- $Q=vF,$

- где:  $v$ —скорость восходящего потока,
- $F$ —площадь забоя.

Рекомендуемая скорость восходящего потока:

- в очень твердых породах –0,3 м/с,
- в твердых – 0,5–0,6 м/с,
- в породах средней твердости и мягких –0,75–0,9 м/с



- **С** **ростом** частоты вращения (**n**) и осевой нагрузки (**G**) **интенсивность циркуляции** жидкости следует **увеличивать**.
- В практике бурения скважин (**D<sub>c</sub>**– от 59 до 151мм) значения параметра **Q** колеблются в пределах от **100** до **500** л/мин. (**Крепкие** – **Мягкие** породы).

# Проектирование режимов

- Учет опыта бурения на соседних площадях
- Результаты теоретических и экспериментальных исследований

# Последовательность проектирования режима

## 1. Обоснование класса и типоразмеров **породоразрушающих инструментов** по интервалам бурения.

Используют

- а) сведения о механических свойствах **горных пород** (твердость, абразивность, пластичность, упругость и др.) разбуриваемых площадей;
- б) данные **о способе** бурения:
  - роторное бурение;
  - с использованием забойных двигателей;
- в) сведения о **конструкции** скважины;
- г) информация о результатах и рекомендациях использования в данном **регионе** различных типоразмеров и классов **ПРИ** (режуще-скалывающего действия - РСД, дробяще-скалывающего действия - ДСД, истирающе-режущего действия - ИРД и др.).

### Критерии оптимальности:

- **минимум эксплуатационных затрат на 1 м проходки;**
- **максимум проходки на ПРИ;**
- **максимум механической скорости бурения в интервале**

# *Расчет осевой нагрузки на долото*

## **Методы:**

- **Статистический анализ** обработки долот в аналогичных геолого-технических условиях.
- **Аналитический расчет** на основе качественных показателей механических свойств горной породы и характеристик шарошечных долот, применении базовых зависимостей долговечности долота и механической скорости бурения от основных параметров бурения.
- Расчет из **условия допустимой нагрузки** на долото.

## ***Аналитический метод:***

Расчет осевой нагрузки, исходя из объемного разрушения горной породы ПРИ, ведется по формуле:

$$G_{o1} = 0,1 R_{ш} * F,$$

где:

**F** – опорная площадь рабочей поверхности ПРИ, см<sup>2</sup> - справочная величина;

**R<sub>ш</sub>** – твердость горных пород, МН/м<sup>2</sup> ,

## ***Статистический метод:***

Расчет осевой нагрузки ведется по формуле:

$$G_{o2} = g * D_g,$$

где:

**g** – удельная нагрузка на один сантиметр долота, кг/см<sup>3</sup>;

**D<sub>g</sub>** – диаметр долота, см.

**Значения удельной нагрузки** принимаются по данным, полученным на основании статистического анализа работы ПРИ в различных регионах – **справочная величина**.

## ***Расчет осевой нагрузки допустимой по паспорту долота (ПРИ):***

Расчет осевой нагрузки ведется из условия:

$$G_{o3} < 0.8 * G_{o \text{ доп.}},$$

где:

**G<sub>o доп.</sub>** – **допустимая** осевая нагрузка на долото, кН – паспортная характеристика ПРИ.

# Значения удельных нагрузок для пород категории

Категория по буримости	Удельная нагрузка, кгс/см <sup>3</sup>
Мягкие (М)	200-600
Средней мягкости (С)	600-1000
Твердые (Т)	1000-1400
Крепкие (К)	1400-1600
Очень крепкие (ОК)	1600-1800

$$G_{oc}^{расч} \leq 0,8 \cdot P_{дон.},$$

# Предельно допустимая нагрузки Рдоп. на долото

Диаметр долота, мм	Предельная нагрузка Рдоп., Тс
190,5	22
215,3	26
244,5	30
269,9	32
295,3-490	40
Тип опор долота	Предельная частота оборотов, об/мин
В - опоры на подшипниках с телами качения	70
Н (НУ) – на одном подшипнике скольжения (остальные на подшипниках с телами качения)	400
А (АУ) – на двух и более подшипниках скольжения	600

**Далее : сравнение**  
**расчетного значения**  
**осевой нагрузки с**  
**предельно**  
**допустимой нагрузки**  
 **$R_{доп.}$  на долото**



# Расчет частоты вращения долота (ПРИ):

Для приближенного расчета частоты оборотов используется выражение

$$n = \frac{60V_l}{\pi d_\partial} \quad \text{или} \quad n = 19,1 \frac{V_l}{d_\partial},$$

где  $n$  – частота оборотов долота, об/мин;

$V_l$  – рекомендуемая линейная скорость на периферии долота, м/с;

$d_\partial$  – диаметр долота, м;

$\pi=3,14$ .

# Рекомендуемая линейная скорость $V_l$

Категория по буримости	Линейная скорость, м/с
М; МЗ	3,4-2,8
МС; МСЗ	2,8-1,8
С; СЗ	1,8-1,3
СТ; Т	1,3-1,1
ТЗ; ТК	1,1-1,0
ТКЗ; К	1,0-0,8
ОК	0,8 и менее

Расчетное значение частоты оборотов  $n$  не должно превышать 80 % от допустимой частоты вращения долота  $n_{\text{доп}}$ .

$$n < 0,8 n_{\text{доп}}$$

По результатам расчета осевой нагрузки и частоты оборотов определяется типоразмер и конструкция шарошечного долота.

# Расчет необходимого расхода очистного агента

- Расход промывочной жидкости должен обеспечить:
- эффективную очистку забоя скважины от шлама Q1;
- транспортирование шлама на поверхность без аккумуляции его в кольцевом пространстве между бурильными трубами и стенками скважины Q2;
- нормальную (устойчивую) работу забойного двигателя Q3;
- сохранение целостности и нормального диаметра ствола скважины (предупреждение эрозии стенок скважины и гидроразрыва пород) Q4.

# Расчет **Q1** - для эффективности очистки забоя скважины

$$Q1 = K \cdot S_{ЗАБ} \text{ л/сек,}$$

Где:

K – коэффициент удельного расхода жидкости  
равный 0,3...0,65 м<sup>3</sup>/сек на 1 м<sup>2</sup> забоя;

S<sub>ЗАБ</sub> – площадь забоя м<sup>2</sup>, определяется по  
формуле:

$$S_{ЗАБ} = 0,785 \cdot D_d^2 \text{ м}^2 .$$

# Расчет $Q_2$ - по скорости восходящего потока

$$Q_2 = V_{\text{восх}} \cdot S_{\text{КП}} \text{ м}^3/\text{сек},$$

Где:

$V_{\text{восх}}$  – скорость восходящего потока; рекомендуемая скорость согласно промышленной классификации горных пород находится в пределах:  $M=0,9 \dots 1,3$  м/сек,  $C=0,7 \dots 0,9$  м/сек.

$S_{\text{КП}}$  – площадь кольцевого пространства,  $\text{м}^2$ , которая рассчитывается по формуле:

$$S_{\text{КП}} = 0,785 \cdot (D_{\text{д}}^2 - d_{\text{БТ}}^2) \text{ м}^2,$$

Где:

$d_{\text{БТ}}$  – диаметр бурильных труб,  $\text{м}^2$ ;

# Расчет $Q_3$ , обеспечивающий ВЫНОС ШЛАМА

$$Q_3 = V_{\text{КР}} \cdot S_{\text{МАХ}} + (S_{\text{ЗАБ}} \cdot V_{\text{МЕХ}} \cdot (j_{\text{П}} - j_{\text{Ж}})) / (j_{\text{СМ}} - j_{\text{Ж}}) \text{ м}^3/\text{сек},$$

Где:

$V_{\text{КР}}$  – скорость частиц шлама относительно промывочной жидкости, м/сек; обычно  $V_{\text{КР}} = 0,5$  м/сек;

$S_{\text{МАХ}}$  – максимальная площадь кольцевого пространства в открытом стволе, м<sup>2</sup>, определяемая по формуле (20.10);

$V_{\text{МЕХ}}$  – механическая скорость бурения, м/сек;

$j_{\text{П}}$  – удельный вес породы, Н/м<sup>3</sup>;

$j_{\text{Ж}}$  – удельный вес промывочной жидкости, Н/м<sup>3</sup>;

$j_{\text{СМ}}$  – удельный вес смеси шлама и промывочной жидкости, Н/м<sup>3</sup>.

Пределы изменения:  $j_{\text{СМ}} - j_{\text{Ж}} = 0,01 \dots 0,02 \cdot 10^4$  Н/м<sup>3</sup>.

# Расчет $Q_4$ , предотвращающего размыв стенок скважины

$$Q_4 = V_{\text{КП МАХ}} \cdot S_{\text{МИН}} \text{ м}^3/\text{сек},$$

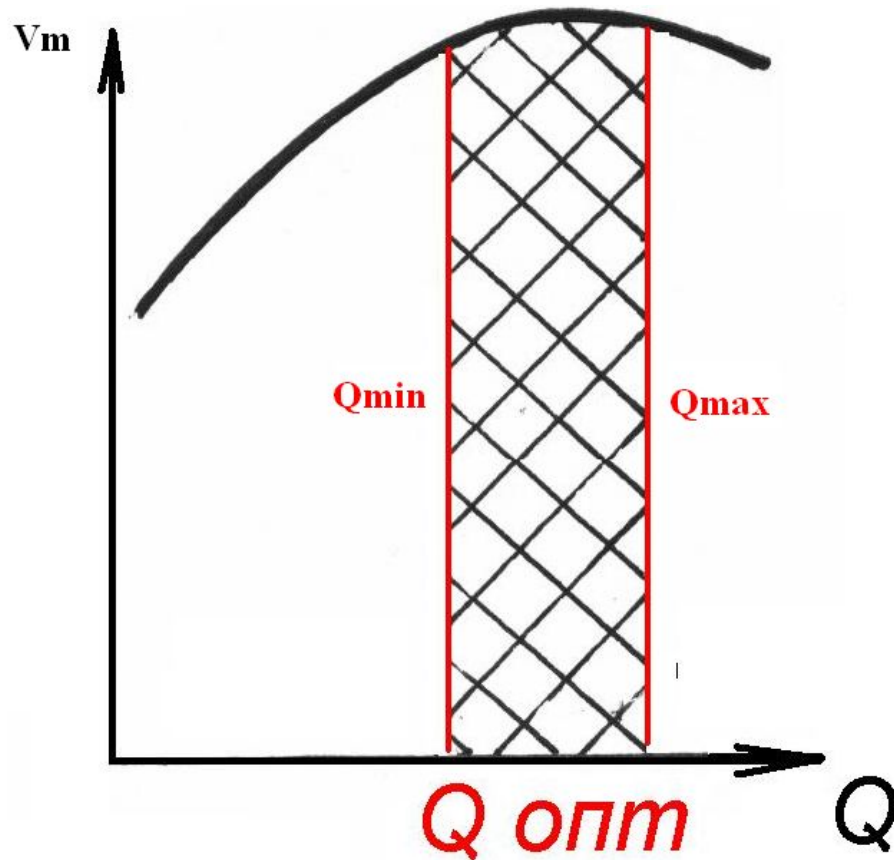
где:

$S_{\text{МИН}}$  – минимальная площадь кольцевого пространства;

$V_{\text{КП МАХ}}$  - максимально допустимая скорость течения, жидкости в кольцевом пространстве, м/сек;  
возможно принять  $V_{\text{КП МАХ}} = 1,5$  м/сек.



# Оптимальный расход промывочной жидкости $Q_{\text{опт}}$



$$Q_{\text{min}} > Q_1 - Q_2;$$

$$Q_{\text{max}} < Q_3 - Q_4$$

# *Расчет расхода промывочной жидкости*

Промывочная жидкость должна обеспечивать очистку забоя скважины от шлама и транспортировку его на поверхность.

Интенсивность промывки (расход жидкости) оценивается объемом жидкости прокачиваемой через скважину в единицу времени и измеряется, как правило, в л/с.

Практикой установлено, что расход промывочной жидкости, при котором происходит удовлетворительная очистка забоя скважины, составляет в среднем 0,05 – 0,065 л/с на 1 см<sup>2</sup> площади забоя скважины при минимальном значении 0,03 – 0,04 л/с.

**Расход промывочной жидкости** определяется из выражения  $Q = K \cdot S_z$ ,

где  $K$  – коэффициент удельного расхода, равный 0,03 – 0,065 л/с на 1 см<sup>2</sup> площади забоя;

$S_z$  – площадь забоя (см<sup>2</sup>), определяемая как  $S_z = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$  где  $d$  – диаметр долота в см.

Вынос продуктов разрушения по затрубному кольцевому пространству обеспечивается при скоростях восходящего потока, превышающих скорость падения частиц в неподвижной жидкости.

Значение скоростей восходящего потока промывочной жидкости  $V_{восх.}$  рекомендуется от 0,5 – 0,8 м/с до 1,5 – 1,8 м/с.

Большие значения рекомендуется применять для более мягких пород.

Из этого условия расход промывочной жидкости составит

$$Q = V_{восх.} \cdot S_{к.п.},$$

где  $V_{восх.}$  – скорость восходящего потока, м/с;

$S_{к.п.}$  – площадь кольцевого зазора между стенками скважин и бурильными трубами, м<sup>2</sup>.

$$S_{к.п.} = 0,785 \cdot (d_{\delta}^2 - d_{б.т.}^2),$$

где  $d_{\delta}$  – диаметр ствола скважины, принимаемый равным диаметру долота, м;

$d_{б.т.}$  – диаметр бурильных труб, м.

# Отработка ПРИ

- При работе **острым** инструментом и при достаточной осевой нагрузке происходит **объемное** разрушение породы– (**максимальная  $V_m$** ).
- При бурении ПРИ, **затупившимся** в результате износа, **скорость бурения уменьшается**, что требует замены инструмента.

## Избежать этого можно:

- **повышением** усилия подачи по мере затупления режущих кромок **резцов**
- или **приданием** **резцам** такой формы, при которой по мере износа площадь контакта рабочих элементов коронки с породой оставалась бы постоянной.

К такому типу ПРИ относятся:

- **самозатачивающиеся** коронки с резцами из твердых сплавов,
- **многослойные** микрорезцовые коронки, у которых резцы очень малого размера – **зерна алмазов**.

# Методика или режим отработки ПРИ

Включает в себя:

- **время** приработки ПРИ;
- рациональное **сочетание** и **изменение** параметров **режима бурения** в зависимости от свойств пород и по мере износа резцов

Бурение скважин  
породоразрушающим  
инструментом  
**шарошечного** типа

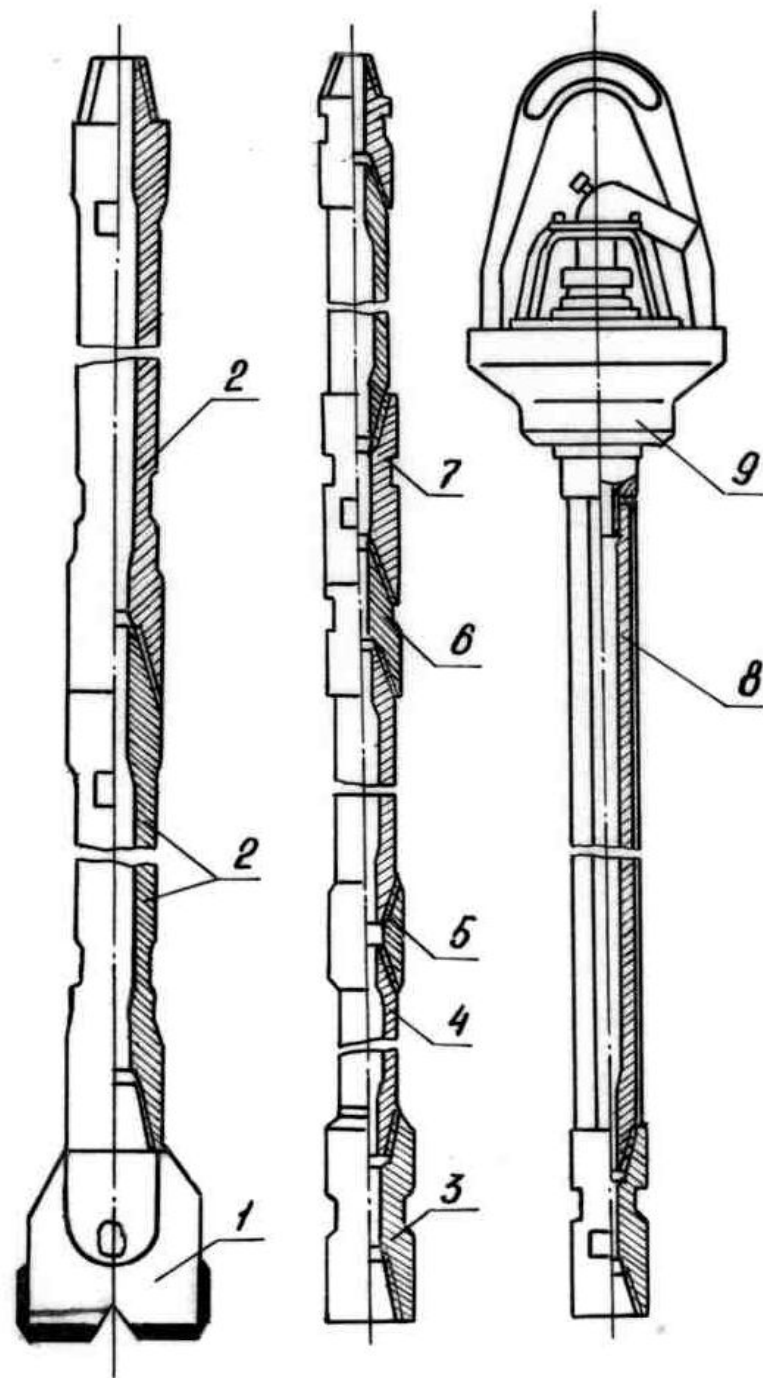
# 1.1.Выбор типа долота

- Выбирают долота в зависимости от физико-механических **свойств пород.**
- При бурении **перемещающихся** пород если пропластки имеют небольшую мощность выбирать долота для преобладающего типа пород.
- Обязательно учитывается абразивность пород.



# 1.2.Компоновка бурового снаряда для бескернового бурения

- 1 – долото;
- 2 – УБТ;
- 3,5,6,7 – муфтозамковые  
соединения;
- 4 – бурильная труба;
- 8 – ведущая труба;
- 9 – переходник-сальник  
(вертлюг).



# 1.3.Режимные параметры

- **Осевая нагрузка.**
- **Частота вращения.**
- **Интенсивность циркуляции жидкости**