

Гидравлика в Бурении

ФУНКЦИИ ПРОМЫВОЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

1. Сохранение стабильности ствола скважины
2. Регулирование давления в скважине
3. Очистка забоя от шлама и вынос его на поверхность
4. Образование фильтрационной корки
5. Удерживание шлама во взвешенном состоянии
6. Смазка и охлаждение долота, снижение веса колонны
7. Передача гидравлической мощности
8. Минимальное загрязнение продуктивных коллекторов
9. Обеспечение геофизической информации о разрезе
10. Предупреждение коррозии
11. Качественное цементирование колонн
12. Экология и охрана здоровья

СОХРАНЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ СТВОЛА СКВАЖИНЫ

- **Физико-химическое воздействие на породы, слагающие разрез**
 - Набухание глин, осыпи и обвалы стенок скважины
 - Растворение солей и переход соединений в раствор
 - Диспергирование и переход частиц в раствор
- **Механическая эрозия стенок скважин**
 - Режим течения раствора в затрубном пространстве
 - Температурное воздействие

РЕГУЛИРОВАНИЕ ДАВЛЕНИЯ В СКВАЖИНЕ

- Уравновешивание Горного Давления
- Уравновешивание Пластового Давления
- Уравновешивание Порового Давления
- Предотвращение гидроразрыва и поглощения

ОЧИСТКА ЗАБОЯ ОТ ШЛАМА И ВЫНОС ЕГО НА ПОВЕРХНОСТЬ

- Плотности, размера и формы шлама
- Скорости проходки
- Вращения бурильной колонны
- Скорости восходящего потока раствора в затрубном пространстве
- Траектории скважины
- Параметров Бурового Раствора:
 - Плотности
 - Реологической характеристики
 - Пластическая вязкость
 - Динамическое напряжение сдвига
 - LSRV (выносная способность раствора)

ОБРАЗОВАНИЕ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ КОРКИ

- Закрепление слабосцементированных пород
- Снижение фильтрации раствора в породы, слагающие разрез скважины
- Предупреждение поглощения раствора

УДЕРЖИВАНИЕ ШЛАМА ВО ВЗВЕШЕННОМ СОСТОЯНИИ

- Поддержание твердой фазы во взвешенном состоянии после остановки циркуляции зависит от тиксотропных свойств раствора.
- Эффективность работы оборудования по очистке бурового раствора (вибросит, гидроциклонов и т.д.) зависит от реологических и структурно-механических характеристик раствора.

ПЕРЕДАЧА ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ

- Обеспечение передачи необходимой гидравлической энергии долоту, забойному двигателю, телеметрической системе и т.д.
- Оптимизация гидравлической энергии на насадках долота
- Эффективная очистка забоя под долотом (вынос шлама из по долота)

ВЫВОДЫ:

Характеристики промывочной жидкости и скорость ее течения оказывают непосредственное воздействие на:

- Сохранение стабильности ствола скважины
- Регулирование давления в скважине
- Очистку забоя от шлама и вынос его на поверхность
- Удерживание шлама во взвешенном состоянии
- Передачу гидравлической мощности

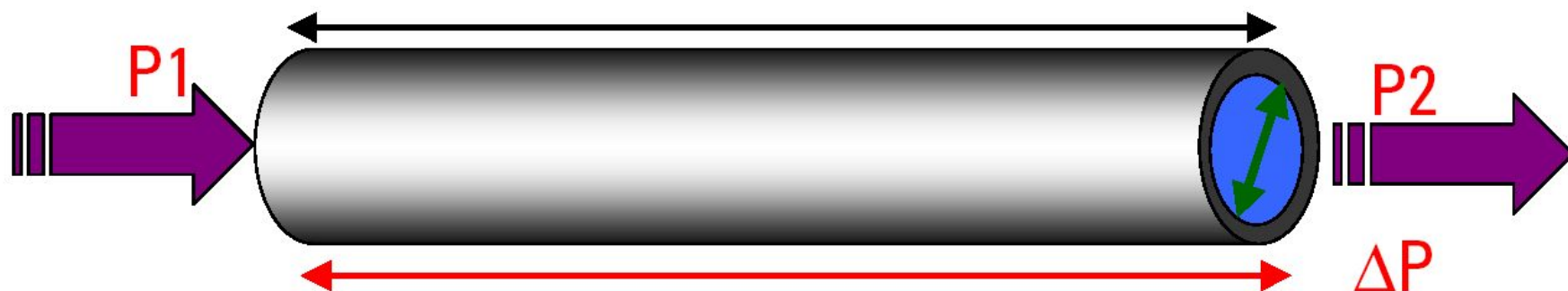
ДАВЛЕНИЯ

Потери напора в системе циркуляции ПЖ зависят от:

- конструкции скважины;
- конструкции бурильной колонны;
- конструкции породоразрушающего инструмента;
- способа бурения;
- подачи ПЖ;
- свойств ПЖ (плотности, вязкости, статического и динамического напряжений сдвига).

Общие потери напора подсчитывают как сумму потерь во всех элементах системы циркуляции ПЖ.

ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ В ТРУБАХ

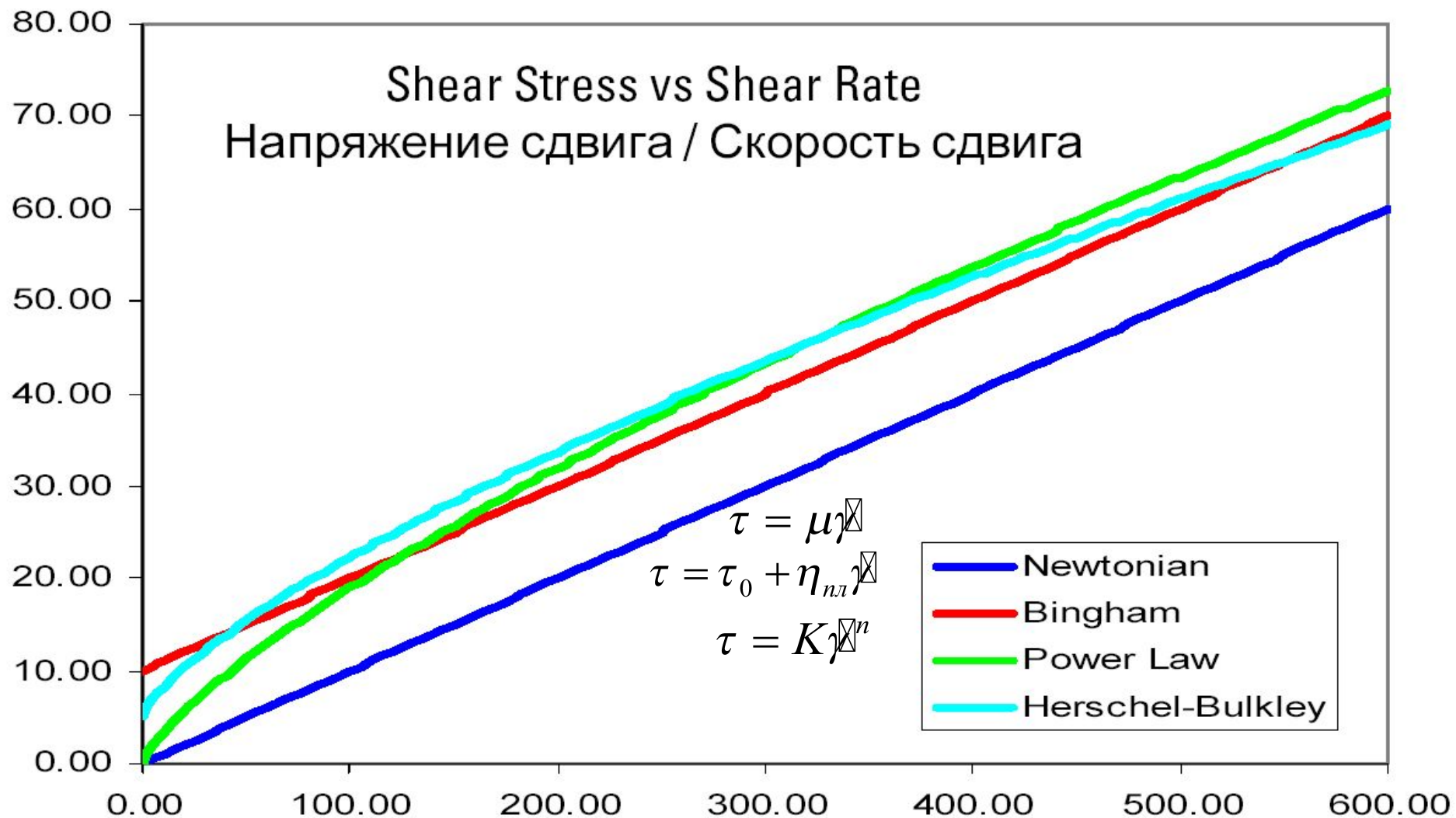


Длина, Сечение, Расход, Вязкость >> Падение давления

Потери давления в основном состоят из:

- Потери из-за трения
- Потери из-за изменения скорости при изменении сечения

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ



КАКУЮ МОДЕЛЬ ВЫБРАТЬ?

Выбор определяется данными, предоставленными инженером по растворам.

- Обычно предоставляются 3 величины: напряжение сдвига при 600 об\мин, напряжение сдвига при 300 об\мин и статическое напряжение сдвига (gel strength).
- Правила выбора:
 - – Если статическое напряжение сдвига (gel strength) выше $\dot{\gamma}_P$ или около него, флюид лучше всего описывается моделью Бингама (Bingham Bingham).
 - – Если статическое напряжение сдвига (gel strength) очень низкое, флюид лучше всего описывается степенной моделью (Power Law Law).
 - – Если доступны все 6 показаний вискозиметра, тогда лучше применять модель Хершеля – Балкли (Hershel-Bulkley).

ПРОБЛЕМЫ, ВЫЗЫВАЕМЫЕ ВЫСОКИМИ СНС

- Высокое пусковое давление на насосах при восстановлении циркуляции бурового раствора
- Высокая репрессия /депрессия на пласты во время спускоподъемных операций
- Опасность гидроразрыва пластов, обрушения стенок скважины, газонефтепроявлений
- «Замораживание» шлама на нижней стенке наклонной или горизонтальной скважины

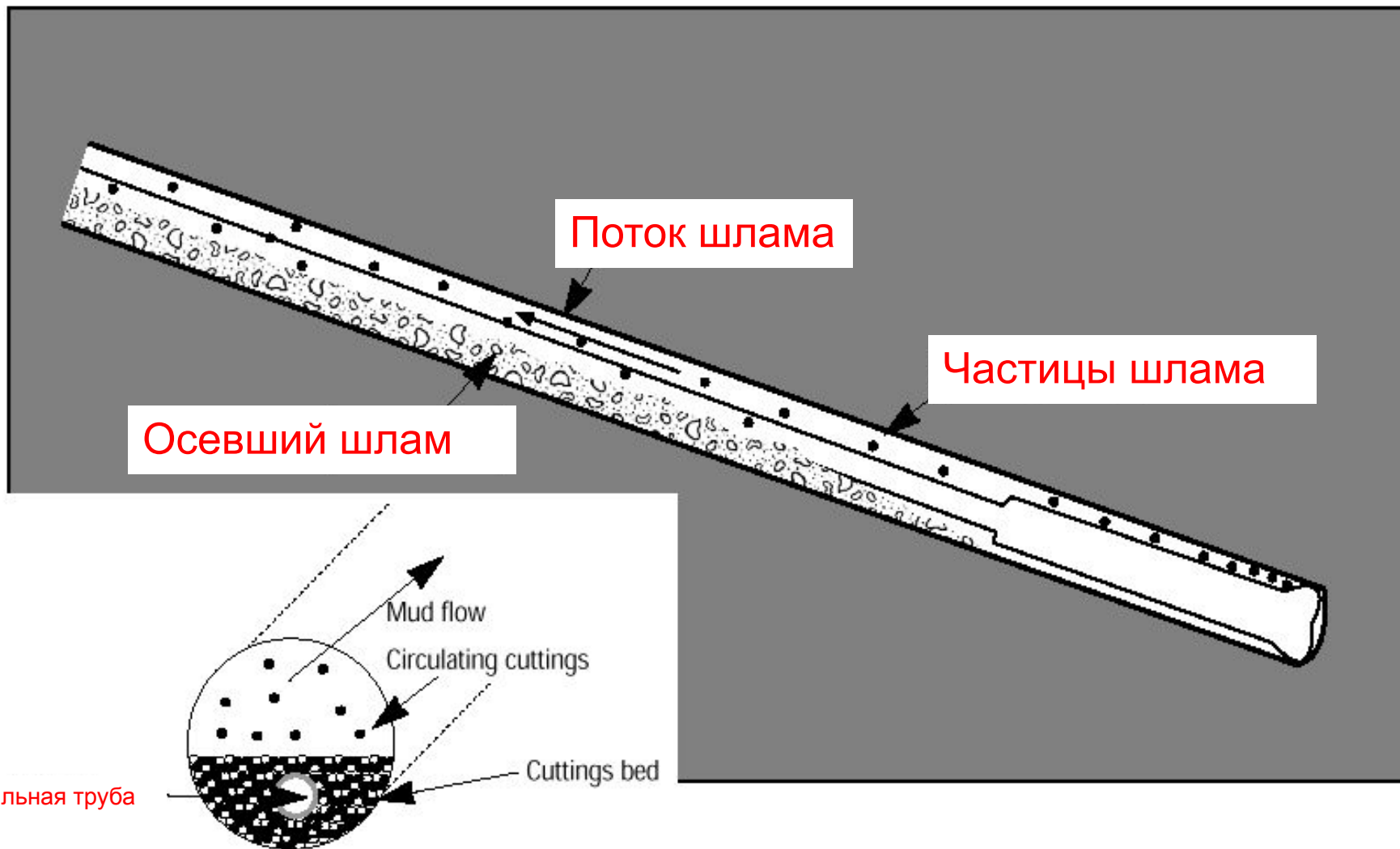
ОЧИСТКА СТВОЛА СКВАЖИНЫ

- Условие выноса выбуренной породы из вертикальной скважины:

$$V > V_s$$

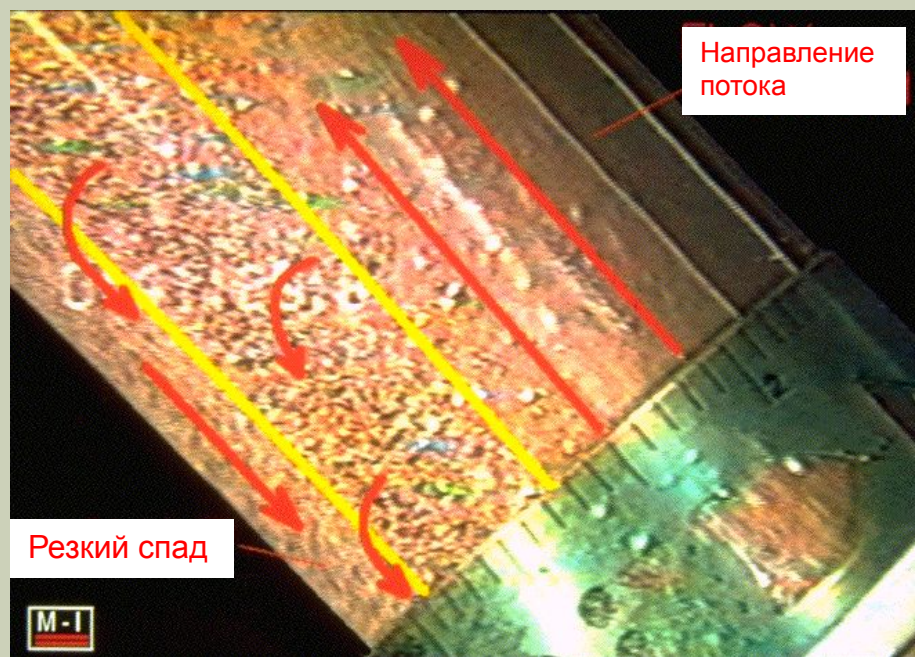
- $V = Q/S$ – средняя скорость потока
- Q – подача насоса
- S – площадь сечения потока
- V_s – скорость оседания частиц породы

ОБРАЗОВАНИЕ ШЛАМОВОЙ ПОДУШКИ

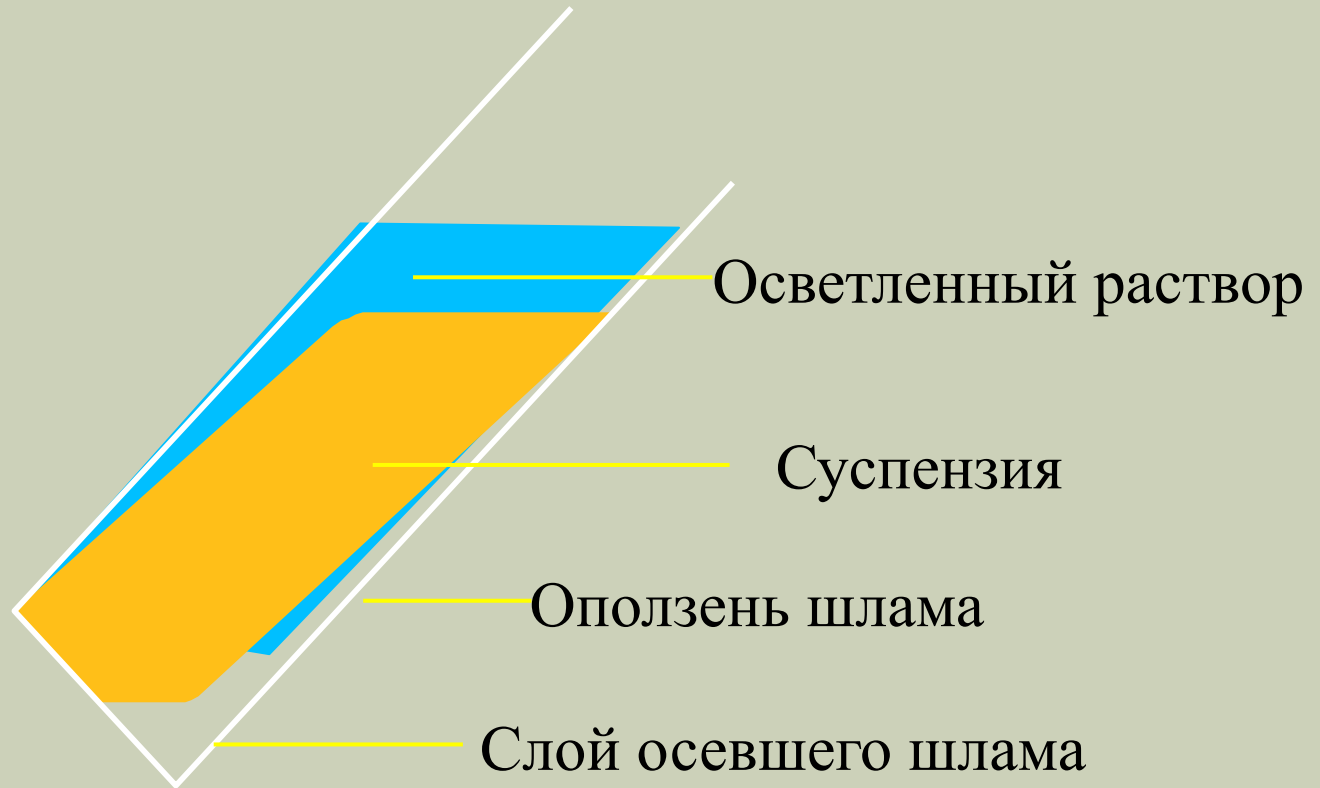


ПОДВИЖНОСТЬ ШЛАМА

- В наклонных участках скважины скопления крупного шлама и дюны из мелкого шлама имеют тенденцию к сползанию и лавинообразованию
- Оползни и лавинообразное движение скоплений шлама наблюдается не только при неподвижном буровом растворе, но и навстречу потоку при циркуляции раствора



ЭФФЕКТ БОЙКОТТА



Конвективные потоки ускоряют осаждение шлама в наклонном стволе в 3 - 5 раз

ПОДАЧА НАСОСА И СКОРОСТЬ ПОТОКА

- При любых углах наклона ствола скважины увеличение скорости бурового раствора повышает эффективность транспорта шлама
- Возможность увеличения скорости потока ограничена величиной давления гидроразрыва пласта, устойчивостью пород к размыву, производительностью насосов
- С увеличением длины ствола ограничения по скорости потока приобретают

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТУРБУЛЕНТНОГО РЕЖИМА

- Маловязкий буровой раствор при турбулентном режиме движения обеспечивает вынос шлама из скважины в интервале значений зенитного угла менее 30° и более 60°
- ★ Турбулентный режим не эффективен для очистки участков ствола скважины с зенитными углами от 30° до 60°

ОЧИСТКА СТВОЛА СКВАЖИНЫ: РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Расчет V , Re ,
2. Регулирование Q ,
 $\tau_0 / \eta_{пл}$ (или K, n) $\rightarrow V > V_S$
✓ Прокатка пачек
3. Регулирование $Re < 2100$,
4. $LSRV > 35000$ мПа·с
 - ✓ вращение инструмента,
 - ✓ промежуточные промывки
 - ✓ ограничение мех. скорости