

**РАСЧЁТНЫЕ ФОРМУЛЫ**  
(МЕТРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА)

Раздел 1. Упражнения на базе заполненного листа глушения – меры, принимаемые по показаниям приборов.

Упражнения для решения задач по показаниям приборов составлены, исходя из заполненного листа глушения с уже произведенными всеми необходимыми расчётами объёмов и давлений.

Каждый вопрос основан на данных о суммарном числе ходов, производительности насоса и показаниях манометров на стояке и обсадной колонне в конкретные моменты операции глушения скважины. Любое из показаний или их комбинация могут указывать на действия, которые необходимо предпринять. Приводятся варианты ответа для выбора.

Давления на устье в КП и/или бурильных трубах потребуют предпринять соответствующие действия, если:

- давления в КП и/или в трубах, данные в вопросе, ниже ожидаемых давлений, или
- давления в КП и/или в трубах, данные в вопросе, выше ожидаемых давлений на 5 бар или более.

Раздел 2. Расчётные формулы

**СОКРАЩЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ЭТОМ ДОКУМЕНТЕ**

Л/М	=	ЛИТР НА МЕТР
Л/МИН	=	ЛИТРОВ В МИНУТУ
Л/ХОД	=	ЛИТРОВ ЗА ХОД
М	=	МЕТР
М/ЧАС	=	МЕТРОВ В ЧАС
М/МИН	=	МЕТРОВ В МИНУТУ
КП	=	КОЛЬЦЕВОЕ ПРОСТРАНСТВО
ИПП	=	ИСПЫТАНИЕ ПЛАСТА НА ПОГЛОЩЕНИЕ
МДУДКП	=	МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМОЕ УСТЬЕВОЕ ДАВЛЕНИЕ В КП
КГ/Л	=	КИЛОГРАММОВ НА ЛИТР
БАР	=	ЕДИНИЦА ДАВЛЕНИЯ, РАВНАЯ 100 КПА
БАР/М	=	БАР НА МЕТР
БАР/ЧАС	=	БАР В ЧАС
ДКПЗС	=	ДАВЛЕНИЕ НА УСТЬЕ В КП ПРИ ЗАКРЫТИИ СКВАЖИНЫ
ДБТЗС	=	ДАВЛЕНИЕ НА УСТЬЕ В БУРИЛЬНЫХ ТРУБАХ ПРИ ЗАКРЫТИИ СКВАЖИНЫ
ХОД/МИН	=	ХОДОВ В МИНУТУ
ГСВ	=	ГЛУБИНА СКВАЖИНЫ (ИЛИ ИНТЕРВАЛА) ПО ВЕРТИКАЛИ
0,0981	=	ПОСТОЯННЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ

**1. ГИДРОСТАТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ, БАР**

$$\text{ПЛОТНОСТЬ ФЛЮИДА (КГ/Л)} \times 0,0981 \times \text{ГСВ (М)}$$

**2. ГРАДИЕНТ ДАВЛЕНИЯ, БАР/М**

$$\text{ПЛОТНОСТЬ ФЛЮИДА (КГ/Л)} \times 0,0981$$

**3. ПЛОТНОСТЬ БУРОВОГО РАСТВОРА, КГ/Л**

$$\frac{\text{Градиент давления (бар/м)}}{0,0981}$$

**4. ПЛАСТОВОЕ (ПОРОВОЕ) ДАВЛЕНИЕ, БАР**

$$\text{ГИДРОСТАТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ В БУРИЛЬНОЙ КОЛОННЕ (БАР)} + \text{ДБТЗС (БАР)}$$

**5. ПОДАЧА НАСОСА, Л/МИН**

Подача насоса за ход (л/ход) × скорость работы насоса (ход/мин)

**6. СКОРОСТЬ ПОТОКА В КП, М/МИН**

$$\frac{\text{Подача насоса (л/мин)}}{\text{Удельный объём КП (л/м)}}$$

**7. ЭКВИВАЛЕНТНАЯ ПЛОТНОСТЬ БУРОВОГО РАСТВОРА, КГ/Л**

$$\frac{\text{Потери давления в КП (бар)}}{\text{ГСВ (м)} \times 0,0981} + \text{Плотность бурового раствора (кг/л)}$$

**8. ПЛОТНОСТЬ РАСТВОРА С УЧЁТОМ ЗАПАСА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СПО, КГ/Л**

$$\frac{\text{Запас безопасности (бар)}}{\text{ГСВ (м)} \times 0,0981} + \text{Плотность бурового раствора (кг/л)}$$

**9. ПРИБЛИЖЁННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА НАСОСЕ ПРИ ПРОКАЧКЕ С НОВОЙ СКОРОСТЬЮ, БАР**

$$\text{Старое значение давления (бар)} \times \left( \frac{\text{Новая скорость насоса (ход/мин)}}{\text{Старая скорость насоса (ход/мин)}} \right)^2$$

**10. ПРИБЛИЖЁННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА НАСОСЕ ПРИ ПРОКАЧКЕ РАСТВОРА НОВОЙ ПЛОТНОСТИ, БАР**

$$\text{Старое значение давления насоса (бар)} \times \frac{\text{Новая плотность раствора (кг/л)}}{\text{Старая плотность раствора (кг/л)}}$$

**11. МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМАЯ ПЛОТНОСТЬ БУРОВОГО РАСТВОРА, КГ/Л**

$$\frac{\text{Устьевое давление при ИПП (бар)}}{\text{Глубина башмака по вертикали (м)} \times 0,0981} + \text{Плотность жидкости при ИПП (кг/л)}$$

**12. МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМОЕ УСТЬЕВОЕ ДАВЛЕНИЕ В КП (МДУДКП), БАР**

[Макс. доп. плотность бур. р-ра (кг/л) - плотность применяемого р-ра (кг/л)] × 0,0981 × Глуб. башмака по верт. (м)

**13. ПЛОТНОСТЬ БУРОВОГО РАСТВОРА ГЛУШЕНИЯ, КГ/Л**

$$\text{Старая плотность бурового раствора (кг/л)} + \frac{\text{ДБТЗС (бар)}}{\text{ГСВ (м)} \times 0,0981}$$

**14. НАЧАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ ЦИРКУЛЯЦИИ, БАР**

ДАВЛЕНИЕ ПРОКАЧКИ (БАР) + ДБТЗС (БАР)

**15. КОНЕЧНОЕ ДАВЛЕНИЕ ЦИРКУЛЯЦИИ, БАР**

$$\frac{\text{Давление прокачки (бар)} \times \text{Плотность раствора глушения (кг/л)}}{\text{Старая плотность бурового раствора (кг/л)}}$$

**16. УДЕЛЬНЫЙ РАСХОД БАРИТА ДЛЯ УТЯЖЕЛЕНИЯ БУРОВОГО РАСТВОРА, КГ/Л**

$$\frac{\text{Плотность раствора глушения (кг/л)} - \text{Старая плотность раствора (кг/л)} \times 4.2}{4.2 - \text{Плотность раствора глушения (кг/л)}}$$

**17. СКОРОСТЬ МИГРАЦИИ, М/ЧАС**

$$\frac{\text{Приращение давления в бурильных трубах (бар/час)}}{\text{Плотность бурового раствора (кг/л)} \times 0,0981}$$

**18. ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ:**

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 \qquad P_2 = \frac{P_1 \times V_1}{V_2} \qquad V_2 = \frac{P_1 \times V_1}{P_2}$$

**19. СНИЖЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ В СКВАЖИНЕ ПРИ ПОДЪЁМЕ 1 М БУРИЛЬНОЙ ТРУБЫ БЕЗ СИФОНА, БАР/М**

$$\frac{\text{Плотность бурового раствора (кг/л)} \times \text{Уд. объём металла труб (л/м)} \times 0,0981}{\text{Уд. внутр. объём обс. труб/райзера (л/м)} - \text{Уд. объём металла труб (л/м)}}$$

**20. СНИЖЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ В СКВАЖИНЕ ПРИ ПОДЪЁМЕ 1 М БУРИЛЬНОЙ ТРУБЫ С СИФОНОМ, БАР/М**

$$\frac{\text{Плотность бурового раствора (кг/л)} \times (\text{Уд. внутр. объём трубы (л/м)} + \text{Уд. объём металла труб (л/м)}) \times 0,0981}{\text{Удел. внутр. объём обс. трубы/райзера (л/м)} - (\text{Уд. внутр. объём трубы (л/м)} + \text{Уд. объём металла труб (л/м)})}$$

**21. СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ В СКВАЖИНЕ ПРИ ИЗВЛЕЧЕНИИ УТЯЖЕЛЁННЫХ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ ИЗ СКВАЖИНЫ БЕЗ СИФОНА, М**

$$\frac{\text{Длина труб (м)} \times \text{Уд. объём металла труб (л/м)}}{\text{Уд. внутр. объём обс. трубы/райзера (л/м)}}$$

**22. СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ В СКВАЖИНЕ ПРИ ИЗВЛЕЧЕНИИ УТЯЖЕЛЁННЫХ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ С СИФОНОМ, М**

$$\frac{\text{Длина труб (м)} \times \text{Удельный объём УБТ (л/м)}}{\text{Уд. внутр. объём райзера/обсадной колонны (л/м)}}$$

**23. ДЛИНА ТРУБ, ПОСЛЕ ИЗВЛЕЧЕНИЯ КОТОРЫХ БЕЗ СИФОНА ЗАБОЙНОЕ ДАВЛЕНИЕ СТАНОВИТСЯ НИЖЕ ПЛАСТОВОГО, М**

$$\frac{\text{Превыш. заб. давл. над пласт. (бар)} \times [\text{Уд. внутр. объём райзера/обс. тр. (л/м)} - \text{Уд. объём металла труб (л/м)}]}{\text{Градиент бурового раствора (бар/м)} \times \text{Уд. объём металла труб (л/м)}}$$

**24. ДЛИНА ТРУБ, ПОСЛЕ ИЗВЛЕЧЕНИЯ КОТОРЫХ С СИФОНОМ ЗАБОЙНОЕ ДАВЛЕНИЕ СТАНОВИТСЯ НИЖЕ ПЛАСТОВОГО, М**

$$\frac{\text{Превыш. заб. давл. над пласт. (бар)} \times [\text{Уд. внутр. объём райзера/обс. тр. (л/м)} - (\text{Уд. внутр. объём труб (л/м)} + \text{Уд. объём металла труб (л/м)})]}{\text{Градиент бурового раствора (бар/м)} \times (\text{Уд. внутр. объём труб (л/м)} + \text{Уд. объём металла труб (л/м)})}$$

**25. ОБЪЁМ ФЛЮИДА, СТРАВЛИВАЕМОГО ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАВЕНСТВА ЗАБОЙНОГО И ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЙ, Л**

$$\frac{\text{Приращение устьевого давления в КП (бар)} \times \text{Объём притока (л)}}{\text{Пластовое давление (бар)} - \text{Приращение устьевого давления в КП (бар)}}$$

**26. ОБЪЁМ ПАЧКИ УТЯЖЕЛЁННОГО РАСТВОРА, ЗАКАЧИВАЕМОЙ В ТРУБЫ ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СИФОНА, Л =**

$$\frac{\text{Длина пустых труб (м)} \times \text{Уд. внутр. объём труб (л/м)} \times \text{Плотность р-ра (кг/л)}}{\text{Плотность утяж. р-ра (кг/л)} - \text{Плотность р-ра (кг/л)}}$$

**27. УВЕЛИЧЕНИЕ ОБЪЁМА В ЁМКОСТИ ВСЛЕДСТВИЕ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ПАЧКИ УТЯЖЕЛЁННОГО РАСТВОРА, Л =**

$$\text{Объём пачки утяжелённого раствора (л)} \times \left( \frac{\text{Плотность утяжелённого раствора (кг/л)}}{\text{Плотность раствора (кг/л)}} - 1 \right)$$

**28. ЗАПАС ПЛОТНОСТИ РАСТВОРА НА СЛУЧАЙ УДАЛЕНИЯ РАЙЗЕРА, КГ/Л =**

$$\frac{[\text{Высота ротора над уровнем моря (м)} + \text{Гл. моря (м)}] \times \text{Плотн. р-ра (кг/л)} - \text{Глуб. моря (м)} \times \text{Плотн. мор. воды (л/м)}}{\text{ГСВ (м)} - \text{Высота райзера над уровнем моря (м)} - \text{Глубина моря (м)}}$$

**29. СНИЖЕНИЕ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ РАЗРУШЕНИИ ОБРАТНОГО КЛАПАНА ОБСАДНОЙ КОЛОННЫ, БАР**

$$\frac{\text{Плотн. флюида (кг/л)} \times 0,0981 \times \text{Уд.вн. объём обс. трубы (л/м)} \times \text{Высота незаполн. части колонны (м)}}{\text{Уд. вн. объём обс. трубы (л/м)} + \text{Уд. объём КП (л/м)}}$$