

**РАСЧЁТНЫЕ ФОРМУЛЫ
(МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА СИ)**

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 500 кПа или более.

Раздел 2. Расчётные формулы

СОКРАЩЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ЭТОМ ДОКУМЕНТЕ

ЗД	=	ЗАБОЙНОЕ ДАВЛЕНИЕ
ПВО	=	ПРЕВЕНТОР
М ³	=	КУБ. МЕТР
М ³ /М	=	КУБ. МЕТРОВ НА МЕТР
М ³ /МИН	=	КУБ. МЕТРОВ В МИНУТУ
М ³ /ХОД	=	КУБ. МЕТРОВ 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/М ³	=	КИЛОГРАММОВ НА КУБ. МЕТР
КПА	=	КИЛОПАСКАЛЬ (ЕДИНИЦА ДАВЛЕНИЯ, РАВНАЯ 10 ³ ПА)
КПА/М	=	КИЛОПАСКАЛЕЙ НА МЕТР
КПА/ЧАС	=	КИЛОПАСКАЛЕЙ 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
0,00981	=	ПОСТОЯННЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ

1. ГИДРОСТАТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ, КПА

$$\text{ПЛОТНОСТЬ ФЛЮИДА (КГ/М}^3\text{)} \times 0,00981 \times \text{ГСВ (М)}$$

2. ГРАДИЕНТ ДАВЛЕНИЯ, КПА/М

$$\text{ПЛОТНОСТЬ ФЛЮИДА (КГ/М}^3\text{)} \times 0,00981$$

3. ПЛОТНОСТЬ БУРОВОГО РАСТВОРА, КГ/М³

$$\frac{\text{Градиент давления (кПа/м)}}{0,00981}$$

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

ГИДРОСТАТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ В БУРИЛЬНОЙ КОЛОННЕ (КПА) + ДБТЗС (КПА)

5. ПОДАЧА НАСОСА, М³/МИНПОДАЧА НАСОСА ЗА ХОД (М³/ХОД) X СКОРОСТЬ РАБОТЫ НАСОСА (ХОД/МИН)**6. СКОРОСТЬ ПОТОКА В КП, М/МИН**

$$\frac{\text{Подача насоса (м}^3\text{/мин)}}{\text{Удельный объём КП (м}^3\text{/м)}}$$

7. ЭКВИВАЛЕНТНАЯ ПЛОТНОСТЬ БУРОВОГО РАСТВОРА, КГ/М³

$$\frac{\text{Потери давления в КП (кПа)}}{\text{ГСВ (м)} \times 0,00981} + \text{Плотность бурового раствора (кг/м}^3\text{)}$$

8. ПЛОТНОСТЬ РАСТВОРА С УЧЁТОМ ЗАПАСА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СПО, КГ/М³

$$\frac{\text{Запас безопасности (кПа)}}{\text{ГСВ (м)} \times 0,00981} + \text{Плотность бурового раствора (кг/м}^3\text{)}$$

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

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

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

$$\text{Старое значение давления (кПа)} \times \frac{\text{Новая плотность раствора (кг/м}^3\text{)}}{\text{Старая плотность раствора (кг/м}^3\text{)}}$$

11. МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМАЯ ПЛОТНОСТЬ БУРОВОГО РАСТВОРА, КГ/М³

$$\frac{\text{Устьевое давление при ИПП (кПа)}}{\text{Глубина башмака по вертикали (м)} \times 0,00981} + \text{Плотность жидкости при ИПП (кг/м}^3\text{)}$$

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

$$\left[\text{Макс. доп. плотность бур. р-ра (кг/м}^3\text{)} - \text{Плотность применяемого р-ра (кг/м}^3\text{)} \right] \times 0,00981 \times \text{ГСВ (м)}$$

13. ПЛОТНОСТЬ БУРОВОГО РАСТВОРА ГЛУШЕНИЯ, КГ/М³

$$\text{СТАРАЯ ПЛОТНОСТЬ БУРОВОГО РАСТВОРА (КГ/М}^3\text{)} + \frac{\text{ДБТЗС (кПа)}}{\text{ГСВ (м)} \times 0,00981}$$

14. НАЧАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ ЦИРКУЛЯЦИИ, КПА

ДАВЛЕНИЕ ПРОКАЧКИ (КПА) + ДБТЗС (КПА)

**15. КОНЕЧНОЕ ДАВЛЕНИЕ ЦИРКУЛЯЦИИ, КПА**

$$\frac{\text{Давление прокачки (кПа)} \times \text{Плотность раствора глушения (кг/м}^3\text{)}}{\text{Старая плотность бурового раствора (кг/м}^3\text{)}}$$

16. УДЕЛЬНЫЙ РАСХОД БАРИТА ДЛЯ УТЯЖЕЛЕНИЯ БУРОВОГО РАСТВОРА, КГ/М³

$$\frac{\text{Плотность раствора глушения (кг/м}^3\text{)} - \text{Старая плотность раствора (кг/м}^3\text{)}}{4,2 - \text{Плотность раствора глушения (кг/м}^3\text{)}}$$

17. СКОРОСТЬ МИГРАЦИИ, М/ЧАС

$$\frac{\text{Приращение давления в бурильных трубах (кПа/час)}}{\text{Плотность бурового раствора (кг/м}^3\text{)} \times 0,00981}$$

18. ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ:

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

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

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

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

$$\frac{\text{Плотность бурового раствора (кг/м}^3\text{)} \times \text{Уд. объём металла труб (м}^3\text{/м)} \times 0,00981}{\text{Уд. внутр. объём обс. труб/райзера (м}^3\text{/м)} - \text{Уд. объём металла труб (м}^3\text{/м)}}$$

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

$$\frac{\text{Плотность бурового раствора (кг/м}^3\text{)} \times \text{Уд. объём трубы (м}^3\text{/м)} \times 0,00981}{\text{Уд. внутр. объём обс. труб (м}^3\text{/м)} - \text{Уд. объём трубы (м}^3\text{/м)}}$$

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

$$\frac{\text{Длина труб (м)} \times \text{Уд. объём металла труб (м}^3\text{/м)}}{\text{Уд. внутр. объём обс. труб/райзера (м}^3\text{/м)}}$$

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

$$\frac{\text{Длина труб (м)} \times \text{Удельный объём труб (м}^3\text{/м)}}{\text{Уд. внутр. объём обс. труб/райзера (м}^3\text{/м)}}$$

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

$$\frac{\text{Превыш. заб. давл. над пластов. (кПа)} \times [\text{Уд. вн. объём обс. тр./райз. (м}^3\text{/м)} - \text{Уд. об. мет. труб (м}^3\text{/м)}]}{\text{Градиент бурового раствора (кПа/м)} \times \text{Уд. объём металла труб (м}^3\text{/м)}}$$

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

$$\frac{\text{Превыш. заб. давл. над пластов. (кПа)} \times [\text{Уд. вн. объём обс. тр./райз. (м}^3\text{/м)} - \text{Уд. объём труб (м}^3\text{/м)}]}{\text{Градиент бурового раствора (кПа/м)} \times \text{Уд. объём труб (м}^3\text{/м)}}$$

**25. ОБЪЁМ ФЛЮИДА, СТРАВЛИВАЕМОГО ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАВЕНСТВА ЗАБОЙНОГО И ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЙ, М³**

$$\frac{\text{Приращение устьевого давления в КП (кПа)} \times \text{Объём притока (м}^3\text{)}}{\text{Пластовое давление (кПа)} - \text{Приращение устьевого давления в КП (кПа)}}$$

26. ОБЪЁМ ПАЧКИ УТЯЖЕЛЁННОГО РАСТВОРА, ЗАКАЧИВАЕМОЙ В ТРУБЫ ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СИФОНА, М³

$$\frac{\text{Длина пустых труб (м)} \times \text{Уд. вн. объём труб (м}^3\text{/м)} \times \text{Плотность раствора (кг/м}^3\text{)}}{\text{Плотность утяж. раствора (кг/м}^3\text{)} - \text{Плотность раствора (кг/м}^3\text{)}}$$

27. УВЕЛИЧЕНИЕ ОБЪЁМА В ЁМКОСТИ ВСЛЕДСТВИЕ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ПАЧКИ УТЯЖЕЛЁННОГО РАСТВОРА, М³

$$\text{Объём пачки утяжелённого раствора (м}^3\text{)} \times \left[\frac{\text{Плотность утяжелённого раствора (кг/м}^3\text{)} - 1}{\text{Плотность раствора (кг/м}^3\text{)}} \right]$$

28. ЗАПАС ПЛОТНОСТИ РАСТВОРА НА СЛУЧАЙ УДАЛЕНИЯ РАЙЗЕРА, КГ/М³

$$\frac{[\text{Выс. рот. над уров. моря (м)} + \text{Глуб. моря (м)}] \times \text{Плотн. р-ра (кг/м}^3\text{)} - \text{Гл. моря (м)} \times \text{Пл. мор. воды (кг/м}^3\text{)}}{\text{ГСВ (м)} - \text{Высота райзера над уровнем моря (м)} - \text{Глубина моря (м)}}$$

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

$$\frac{\text{Плотн. флюида (кг/м}^3\text{)} \times 0,00981 \times \text{Уд. вн. объём обс. труб (м}^3\text{/м)} \times \text{Высота незаполн. части колонны (м)}}{\text{Уд. вн. объём обс. труб (м}^3\text{/м)} + \text{Уд. объём КП (м}^3\text{/м)}}$$