



Раздел 1. Упражнения по заполненной карте глушения – Меры, принимаемые в связи с показаниями манометров

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 бурильных труб и обсадной колонне в конкретные моменты операции глушения скважины. Любое из показаний или их комбинация могут указывать на действия, которые необходимо предпринять. Варианты даны в виде ответов на выбор.

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

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

Раздел 2. Расчётные формулы

Аббревиатура	Значение
10.2	константа
л	литры
л/м	литров на метр
л/мин	литров в минуту
л/ход	литров за ход
м	метры
м/час	метров в час
м/мин	метров в минуту
ИПП	испытание пласта на приемистость
MAASP	максимально допустимое устьевое давление в КП
кг/л	килограмм на литр
бар	бар (давление)
бар/м	бар на метр
бар/ч	бар в час
SICP	давление стабилизации в КП
SIDPP	давление стабилизации в бурильных трубах
ход/мин	ходов в минуту
ГСВ	глубина скважины по вертикали
КП	кольцевое пространство

**1. Гидростатическое давление (бар)**

$$\frac{\text{Плотность флюида (кг/л)} \times \text{ГСВ (м)}}{10.2}$$

2. Градиент давления (бар/м)

$$\frac{\text{Плотность флюида (кг/л)}}{10.2}$$

3. Плотность флюида (кг/л)

$$\text{Гидростатическое давление (бар)} \div \text{ГСВ (м)} \times 10.2$$

или

$$\frac{\text{Гидростатическое давление (бар)} \times 10.2}{\text{ГСВ (м)}}$$

4. Пластовое давление (бар)

$$\text{Гидростатическое давление в бурильной колонне (бар)} + \text{SIDPP (бар)}$$

5. Подача насоса (л/мин)

$$\text{Производительность насоса (л/ход)} \times \text{Скорость насоса (ход/мин)}$$

6. Эквивалентная плотность циркуляции (кг/л)

$$\text{Плотность флюида (кг/л)} + (\text{Потери давления в КП (бар)} \div \text{ГСВ (м)} \times 10.2)$$

или

$$\text{Плотность флюида (кг/л)} + \left(\frac{\text{Потери давления в КП (бар)} \times 10.2}{\text{ГСВ (м)}} \right)$$

7. Плотность флюида (кг/л) с учётом запаса безопасности (бар) при СПО

$$\text{Плотность флюида (кг/л)} + (\text{Запас безопасности (бар)} \div \text{ГСВ (м)} \times 10.2)$$

или

$$\text{Плотность флюида (кг/л)} + \left(\frac{\text{Запас безопасности (бар)} \times 10.2}{\text{ГСВ (м)}} \right)$$

8. Приближённое значение давления на насосе (бар) при прокачке с новой скоростью (ход/мин)

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

**9. Приближённое значение давления на насосе (бар) при прокачке раствора новой плотности (кг/л)**

$$\text{Старое значение давления (бар)} \times \left(\frac{\text{Новая плотность флюида (кг/л)}}{\text{Старая плотность флюида (кг/л)}} \right)$$

10. Максимально допустимая плотность флюида (кг/л)

$$\text{Плотн. флюида при ИПП (кг/л)} + (\text{Устьевое давл. при ИПП (бар)} \div \text{ГСВ башмака (м)} \times 10.2)$$

или

$$\text{Плотность флюида при ИПП (кг/л)} + \left(\frac{\text{Устьевое давление при ИПП (бар)} \times 10.2}{\text{ГСВ башмака (м)}} \right)$$

11. Максимально допустимое устьевое давление в КП (MAASP) (бар)

$$\frac{(\text{Макс. допуст. плотн. флюида (кг/л)} - \text{Плотн. флюида в скважине (кг/л)}) \times \text{ГСВ башм. (м)}}{10.2}$$

12. Плотность раствора глушения (кг/л)

$$\text{Плотность раствора в скважине (кг/л)} + (\text{SIDPP (бар)} \div \text{ГСВ (м)} \times 10.2)$$

или

$$\text{Плотность раствора в скважине (кг/л)} + \left(\frac{\text{SIDPP (бар)} \times 10.2}{\text{ГСВ (м)}} \right)$$

13. Начальное давление циркуляции (бар)

$$\text{Давление прокачки на скорости глушения (бар)} + \text{SIDPP (бар)}$$

14. Конечное давление циркуляции (бар)

$$\left(\frac{\text{Плотность раствора глушения (кг/л)}}{\text{Плотность раствора в скважине (кг/л)}} \right) \times \text{Давление прокачки на скорости глушения (бар)}$$

15. Скорость миграции газа (м/ч)

$$\text{Скорость роста давления в бурильных трубах (бар/ч)} \div \text{Плотность раствора (кг/л)} \times 10.2$$

Или

$$\frac{\text{Скорость роста давления в бурильных трубах (бар/ч)} \times 10.2}{\text{Плотность раствора (кг/л)}}$$

**16. Газовые законы**

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

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

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

17. Снижение давления в скважине при подъёме 1 м бурильной трубы без сифона (бар/м)

$$\frac{\text{Плотность флюида (кг/л)} \times \text{Удельный объём металла трубы (л/м)}}{(\text{Уд. внутр. объём обс. трубы/райзера (л/м)} - \text{Удельный объём металла трубы (л/м)})} \times 10.2$$

18. Снижение давления в скважине при подъёме 1 м бурильной трубы с сифоном (бар/м)

$$\frac{\text{Плотность флюида (кг/л)} \times \text{Удельный общий объём трубы (л/м)}}{(\text{Уд. внутр. объём обс. трубы/райзера (л/м)} - \text{Удельный общий объём трубы (л/м)})} \times 10.2$$

19. Снижение уровня в скважине при извлечении оставшихся УБТ без сифона (м)

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

20. Снижение уровня в скважине при извлечении оставшихся УБТ с сифоном (м)

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

21. Длина труб, которую можно извлечь из скважины без сифона, до того, как забойное давление станет ниже пластового (м)

$$\frac{\text{Репрессия (бар)} \times (\text{Уд. внутр. объём обс. трубы/райзера (л/м)} - \text{Уд. объём металла трубы (л/м)})}{\text{Градиент флюида (бар/м)} \times \text{Уд. объём металла трубы (л/м)}}$$

или

$$\frac{\text{Репрессия (бар)} \times 10.2 \times (\text{Уд. внутр. объём обс. трубы/райзера (л/м)} - \text{Уд. объём металла трубы (л/м)})}{\text{Плотность флюида (кг/л)} \times \text{Уд. объём металла трубы (л/м)}}$$



- 22. Длина труб, которую можно извлечь из скважины с сифоном, до того, как забойное давление станет ниже пластового (м)**

$$\frac{\text{Репрессия (бар)} \times (\text{Уд. внутр. объем обс. трубы/райзера (л/м)} - \text{Уд. общий объем трубы (л/м)})}{\text{Градиент флюида (бар/м)} \times \text{Уд. общий объем трубы (л/м)}}$$

или

$$\frac{\text{Репрессия (бар)} \times 10.2 \times (\text{Уд. внутр. объем обс. трубы/райзера (л/м)} - \text{Уд. общий объем трубы (л/м)})}{\text{Плотность флюида (кг/л)} \times \text{Уд. общий объем трубы (л/м)}}$$

- 23. Объем газа, стравливаемого вследствие миграции газа в вертикальной скважине (л)**

$$\text{Стравливаемое рабочее давление (бар)} \times \left(\frac{\text{Удельный объем КП (л/м)}}{\text{Градиент давления (бар/м)}} \right)$$

или

$$\text{Стравливаемое рабочее давление (бар)} \times \left(\frac{\text{Удельный объем КП (л/м)} \times 10.2}{\text{Плотность флюида (кг/л)}} \right)$$

- 24. Объем пачки утяжеленного раствора (л), закачиваемой в трубы для предупреждения сифона**

$$\frac{\text{Длина пустых труб (м)} \times \text{Уд. внутр. объем трубы (л/м)} \times \text{Плотность раствора в скважине (кг/л)}}{\text{Плотность утяжеленного раствора (кг/л)} - \text{Плотность раствора в скважине (кг/л)}}$$

- 25. Увеличение объема в ёмкости вследствие стабилизации пачки утяжеленного раствора в трубах (л)**

$$\text{Объем пачки утяжеленного раствора (л)} \times \left(\frac{\text{Плотность утяжеленного раствора (кг/л)}}{\text{Плотность раствора в скважине (кг/л)}} - 1 \right)$$

- 26. Запас плотности раствора на случай удаления райзера (кг/л)**

$$\frac{((\text{Выс. ротора над ур. моря (м)} + \text{глуб. моря (м)}) \times \text{плот. р-ра (кг/л)}) - (\text{глуб. моря (м)} \times \text{плот. воды (кг/л)})}{\text{ГСВ (м)} - \text{Выс. ротора над ур. моря (м)} - \text{глуб. моря (м)}}$$

- 27. Снижение гидростатического давления при разрушении обратного клапана обсадной колонны (бар)**

$$\frac{\text{Плот. флюида (кг/л)} \times \text{Уд. внутр. объем обс. трубы (л/м)} \times \text{Высота незаполн. части обс. колонны (м)}}{(\text{Уд. внутр. объем обс. трубы (л/м)} + \text{Уд. объем КП (л/м)}) \times 10.2}$$