

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 70 psi или более.

Раздел 2. Расчётные формулы

Аббревиатура	Значение
0.052	константа
баррель	баррель (США)
баррель/фут	баррелей (США) на фут
баррель/мин	баррелей (США) в минуту
баррель/ход	баррелей (США) за ход
фут	футы
фут/час	футов в час
фут/мин	футов в минуту
фунт/баррель	фунтов на баррель
ИПП	испытание пласта на приемистость
MAASP	максимально допустимое устьевое давление в КП
фунт/галлон	фунтов на галлон
psi	фунтов на квадратный дюйм
psi/фут	фунтов на квадратный дюйм на фут
psi/ч	фунтов на квадратный дюйм 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 (psi)**

Плотность флюида (фунт/галлон) $\times$ 0.052 $\times$ ГСВ (фут)

2. Градиент давления (psi/фут)

Плотность флюида (фунт/галлон) $\times$ 0.052

3. Плотность флюида (фунт/галлон)

Гидростатическое давление (psi) $\div$ ГСВ (фут) $\div$ 0.052

или

$$\frac{\text{Гидростатическое давление (psi)}}{\text{ГСВ (фут)} \times 0.052}$$

4. Пластовое давление (psi)

Гидростатическое давление в бурильной колонне (psi) + SIDPP (psi)

5. Подача насоса (баррель/мин)

Производительность насоса (баррель/ход) $\times$ Скорость насоса (ход/мин)

6. Эквивалентная плотность циркуляции (фунт/галлон)

Плотность флюида (фунт/галлон) + (Потери давления в КП (psi) $\div$ ГСВ (фут) $\div$ 0.052)

или

$$\text{Плотность флюида (фунт/галлон)} + \left(\frac{\text{Потери давления в КП (psi)}}{\text{ГСВ (фут)} \times 0.052} \right)$$

7. Плотность флюида (фунт/галлон) с учётом запаса безопасности (psi) при СПО

Плотность флюида (фунт/галлон) + (Запас безопасности (psi) $\div$ ГСВ (фут) $\div$ 0.052)

или

$$\text{Плотность флюида (фунт/галлон)} + \left(\frac{\text{Запас безопасности (psi)}}{\text{ГСВ (фут)} \times 0.052} \right)$$

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

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

**9. Приближённое значение давления на насосе (psi) при прокачке раствора новой плотности (фунт/галлон)**

$$\text{Старое значение давления (psi)} \times \left(\frac{\text{Новая плотность флюида (фунт/галлон)}}{\text{Старая плотность флюида (фунт/галлон)}} \right)$$

10. Максимально допустимая плотность флюида (фунт/галлон)

$$\text{Плотн. флюида при ИПП (фунт/галлон)} + (\text{Устьевое давл. при ИПП (psi)} \div \text{ГСВ башмака (фут)} \div 0.052)$$

или

$$\text{Плотность флюида при ИПП (фунт/галлон)} + \left(\frac{\text{Устьевое давление при ИПП (psi)}}{\text{ГСВ башмака (фут)} \times 0.052} \right)$$

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

$$(\text{Макс. допуст. плотн. флюида (фунт/галлон)} - \text{Плотн. флюида в скважине (фунт/галлон)}) \times \text{ГСВ башм. (фут)} \times 0.052$$

12. Плотность раствора глушения (фунт/галлон)

$$\text{Плотность раствора в скважине (фунт/галлон)} + (\text{SIDPP (psi)} \div \text{ГСВ (фут)} \div 0.052)$$

или

$$\text{Плотность раствора в скважине (фунт/галлон)} + \left(\frac{\text{SIDPP (psi)}}{\text{ГСВ (фут)} \times 0.052} \right)$$

13. Начальное давление циркуляции (psi)

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

14. Конечное давление циркуляции (psi)

$$\left(\frac{\text{Плотность раствора глушения (фунт/галлон)}}{\text{Плотность раствора в скважине (фунт/галлон)}} \right) \times \text{Давление прокачки на скорости глушения (psi)}$$

15. Скорость миграции газа (фут/ч)

$$\text{Скорость роста давления в бурильных трубах (psi/ч)} \div \text{Плотность раствора (фунт/галлон)} \div 0.052$$

или

$$\frac{\text{Скорость роста давления в бурильных трубах (psi/ч)}}{\text{Плотность раствора (фунт/галлон)} \times 0.052}$$

**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 фута бурильной трубы без сифона (psi/фут)

$$\frac{\text{Плотность флюида (фунт/галлон)} \times 0.052 \times \text{Удельный объём металла трубы (баррель/фут)}}{\text{Уд. внутр. объём обс. трубы/райзера (баррель/фут)} - \text{Удельный объём металла трубы (баррель/фут)}}$$

18. Снижение давления в скважине при подъёме 1 фута бурильной трубы с сифоном (psi/фут)

$$\frac{\text{Плотность флюида (фунт/галлон)} \times 0.052 \times \text{Удельный общий объём трубы (баррель/фут)}}{\text{Уд. внутр. объём обс. трубы/райзера (баррель/фут)} - \text{Удельный общий объём трубы (баррель/фут)}}$$

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

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

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

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

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

$$\frac{\text{Репрессия (psi)} \times (\text{Уд. внутр. объём обс. трубы/райзера (баррель/фут)} - \text{Уд. объём металла трубы (баррель/фут)})}{\text{Градиент флюида (psi/фут)} \times \text{Уд. объём металла трубы (баррель/фут)}}$$

или

$$\frac{\text{Репрессия (psi)} \times (\text{Уд. внутр. объём обс. трубы/райзера (баррель/фут)} - \text{Уд. объём металла трубы (баррель/фут)})}{\text{Плотность флюида (фунт/галлон)} \times 0.052 \times \text{Уд. объём металла трубы (баррель/фут)}}$$

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

$$\frac{\text{Репрессия (psi)} \times (\text{Уд. внутр. объем обс. трубы/райзера (баррель/фут)} - \text{Уд. общий объем трубы (баррель/фут)})}{\text{Градиент флюида (psi/фут)} \times \text{Уд. общий объем трубы (баррель/фут)}}$$

или

$$\frac{\text{Репрессия (psi)} \times (\text{Уд. внутр. объем обс. трубы/райзера (баррель/фут)} - \text{Уд. общий объем трубы (баррель/фут)})}{\text{Плотность флюида (фунт/галлон)} \times 0.052 \times \text{Уд. общий объем трубы (баррель/фут)}}$$

23. Объем газа, стравливаемого вследствие миграции газа в вертикальной скважине (баррель)

$$\text{Стравливаемое рабочее давление (psi)} \times \left(\frac{\text{Удельный объем КП (баррель/фут)}}{\text{Градиент давления (psi/фут)}} \right)$$

или

$$\text{Стравливаемое рабочее давление (psi)} \times \left(\frac{\text{Удельный объем КП (баррель/фут)}}{\text{Плотность флюида (фунт/галлон)} \times 0.052} \right)$$

24. Объем пачки утяжелённого раствора (баррель), закачиваемой в трубы для предупреждения сифона

$$\frac{\text{Длина пустых труб (фут)} \times \text{Уд. внутр. объем трубы (баррель/фут)} \times \text{Плотность раствора в скважине (фунт/галлон)}}{\text{Плотность утяжеленного раствора (фунт/галлон)} - \text{Плотность раствора в скважине (фунт/галлон)}}$$

25. Увеличение объема в ёмкости вследствие стабилизации пачки утяжелённого раствора в трубах (баррель)

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

26. Запас плотности раствора на случай удаления райзера (фунт/галлон)

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

27. Снижение гидростатического давления при разрушении обратного клапана обсадной колонны (psi)

$$\frac{\text{Плот. флюида (фунт/галлон)} \times 0.052 \times \text{Уд. внутр. объем обс. трубы (баррель/фут)} \times \text{Высота незаполн. части обс. колонны (фут)}}{\text{Уд. внутр. объем обс. трубы (баррель/фут)} + \text{Уд. объем КП (баррель/фут)}}$$