

Лекция 8

Ликвидация НГВП в скважине

1. Способ ожидания и утяжеления
2. Способ непрерывного глушения

8.1. Ликвидация НГВП способом ожидания и утяжеления

Название способа раскрывает его суть – в начале требуется время для утяжеления БПЖ до расчетной величины, чтобы затем заглушить скважину.

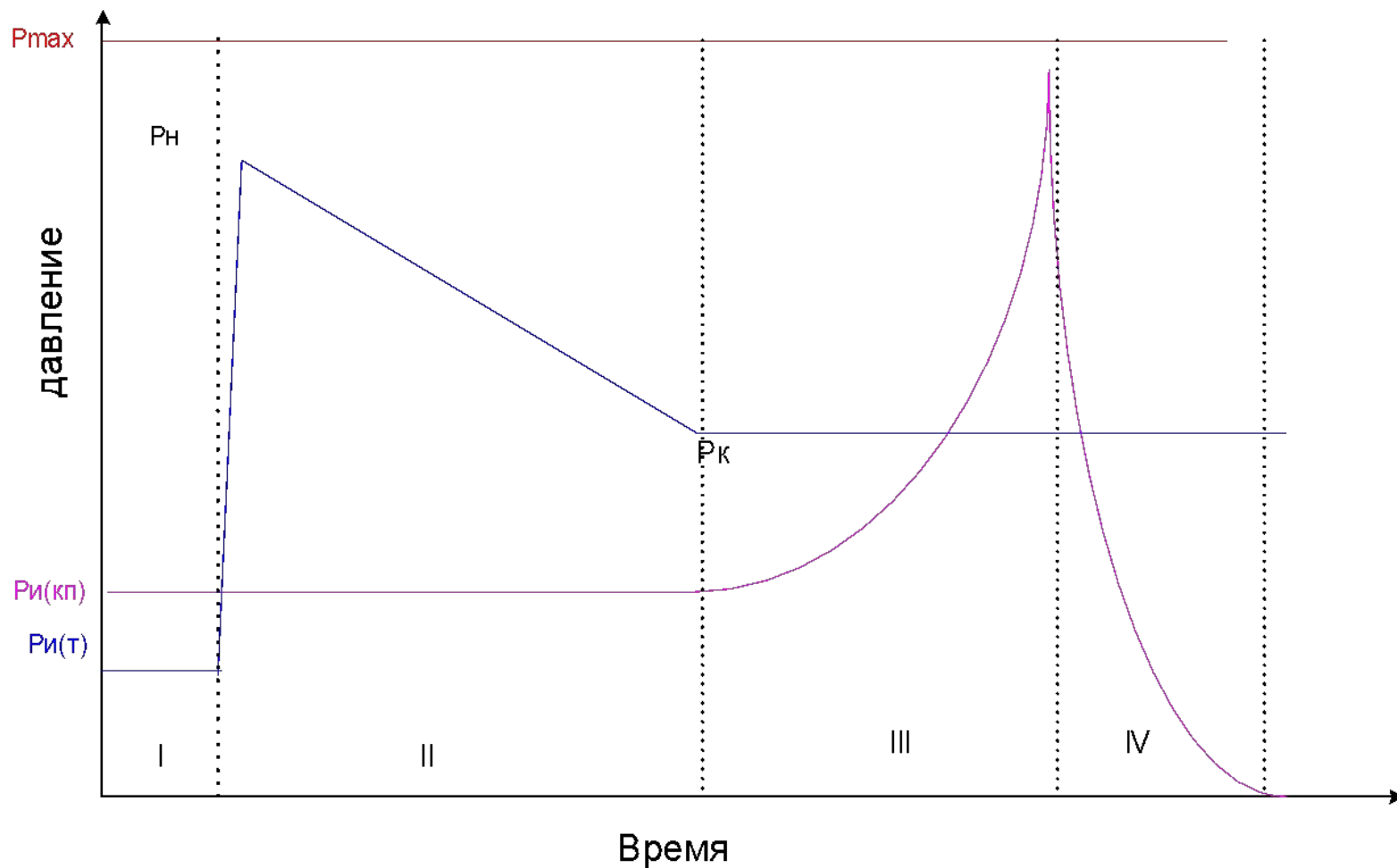
Этот способ является одноцикловой процедурой глушения

При глушении скважины способом ожидания и утяжеления вымывание поступившего пластового флюида и закачка утяжеленного бурового раствора производят одновременно.

Технологически способ ожидания и утяжеления сложный, так как требует проведения инженерных расчетов регулирования давления в скважине при своем осуществлении.

Вследствие этого глушение проявлений этим способом производится под руководством высококвалифицированных специалистов.

График изменения во времени давления при газопроявлении на устье в бурильных трубах и кольцевом пространстве



Порядок глушения скважины:

1. Перед вскрытием пластов с АВПД определить гидродинамические сопротивления ($\Delta P_{\text{прок}}$) в циркуляционной системе при рабочем режиме промывки и при уменьшенной вдвое подаче буровых насосов.
2. При обнаружении НГВП закрыть скважину для стабилизации давления.
3. Записать максимальные установившиеся значения давлений в бурильной колонне ($P_{\text{и.бт}}$) и обсадной колонне ($P_{\text{и.кп}}$).
4. Определить по уровнемеру в приемной емкости объем проявления.
5. Определить вид поступившего в скважину флюида.
5. Заполнить рабочую карту глушения скважины
7. Приготовить утяжеленный буровой раствор требуемой плотности объемом равным 1,5 объема скважины (участок I).

8. Открыть отводы превентора через штуцер на дегазатор или сепаратор. Одновременно включить насосы. Выбрать уменьшенную производительность насосов, записать число двойных ходов, в этот момент давление в кольцевом пространстве должно превышать давление до начала циркуляции на 0,5 – 1,0 МПа. Далее отрегулировать степень открытия дросселя так, чтобы давление в бурильной колонне соответствовало расчетному значению давления начала циркуляции (P_n).

9. Начать закачивание утяжеленного бурового раствора в скважину, снижая открытием дросселя давление в бурильных трубах до значения P_k (участок II) в соответствие с построенным графиком.

10. Продолжить циркуляцию бурового раствора с постоянным давлением P_k в бурильных трубах (участок III, IV) при постоянных значениях производительности насосов и плотности бурового раствора до полного удаления пачки газа из скважины и заполнения скважины утяжеленным раствором

11. После того как из скважины начнет выходить утяжеленный буровой раствор, остановить насосы и проверить, нет ли перетока бурового раствора из скважины ($P_{и.кп} = 0$).

Если перетока раствора нет, то открыть превентор и промыть скважину с полной подачей насосов и выравниванием плотности бурового раствора. Если имеется переток, то вновь закрыть скважину и проверить, не увеличивается ли давление в бурильной колонне или в кольцевом пространстве. При наличии давления процедуру глушения скважины повторить с вновь пересчитанной плотностью бурового раствора

Достоинства способа

- Минимальное время глушения
- Минимальное давление в обсадных трубах

Недостатки этого способа следующие:

- отсутствие циркуляции в скважине в течение периода приготовления утяжеленного бурового раствора;
- большое избыточное давление на устье скважины при всплытии газовой пачки;
- требуется проведения расчетов для заполнения листа глушения скважины.

Лист глушения вертикальной скважины при НГВП

IWCF CERTIFICATION TEST

Вер: 1

ЛИСТ ГЛУШЕНИЯ.
НАЗЕМНОЕ ПВО (верт. скв.)

ДАТА: _____
ФАМИЛИЯ: _____
ЕДИНИЦЫ: МЕТРИЧЕСКИЕ

стр. 1 из 2

ДААННЫЕ ПО ПРОЧНОСТИ ПОРОД:

Давл. испытания на присмистость: (А) 12 МПа

Плотность бур. р-ра при испытании: (В) 1,16 г/см³

Макс. допустимая плотность бур. р-ра:

(А) × 10³ = (С) _____ г/см³
Верт. гл. баш. × 9,81

Начальное Макс. Р_{доп} на устье в КП:

((С) - Плотн. бур. р-ра) × Верт. гл. баш. × 9,81 × 10⁻³ = _____ МПа

ДААННЫЕ ПО СКВАЖИНЕ:

Пл-ть бур. р-ра: 1,26 г/см³ (кг/дм³, кг/л)

Градиент: 0,12 МПа/10м

БАШМАК ОБС. КОЛОННЫ: _____

Диаметр 244,5 мм

Глуб. по стволу 1204 м

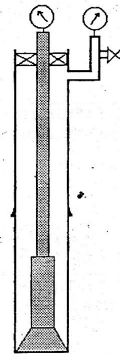
Верт. глубина 1204 м

СКВАЖИНА:

Диаметр 215,9 мм

Глуб. по стволу 1706 м

Верт. глубина 1706 м



ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ НАСОСА			
Насос 1		Насос 2	
л/мин	л/сек	л/мин	л/сек
15,84	л/ход		л/ход
СКОРОСТЬ ПРОКАЧКИ		ДАВЛЕНИЕ ПРОКАЧКИ, МПа	
л/мин	Насос 1	Насос 2	
л/мин			

ЭЛЕМЕНТЫ БУР. КОЛОН.	Длина м	УДО.ОБЪЕМ л/м	ОБЪЕМ л
СБТ	1524	9,3	14173,2
Толстостен. БТ			
УБТ	180	4	720
ОБЪЕМ БУР. КОЛОННЫ			(D) 14893,2

УБТ-Откр. Ствол	180	16,8	3024
СБТ-Толстостен.	320	24	7680
БТ-Откр. Ствол			
ОБЪЕМ ОТКР. СТВОЛА			(F) 10704

БТ-ОБС. КОЛОННА	1204	26,3	(G) 31665,2
ОБЩИЙ ОБЪЕМ ЗАТР. ПР-ВА		(F+G)=H	42369,2
ОБЩИЙ ОБЪЕМ СКВ.		(D+H)=I	57262,4
ЗАПАСНОЙ ОБЪЕМ		(J)	
ОБЩИЙ АКТИВНЫЙ ОБЪЕМ		(I+J)	

ХОДОВ НАСОСА	ВРЕМЯ МИН
ОБЪЕМ л / ХОД	ХОДОВ НАСОСА СКОР. ПРОКАЧКИ
(E) 940,2	ход. мин

675,8 ход. мин

1999	ход.	мин
2675	ход.	мин
3615	ход.	мин
	ход.	мин
	ход.	мин

IWCF CERTIFICATION TEST

ЛИСТ ГЛУШЕНИЯ.
НАЗЕМНОЕ ПВО (верт. скв.)

ДАТА: _____
ФАМИЛИЯ: _____
ЕДИНИЦЫ (БЕ) МЕТРИЧЕСКИЕ

стр. 2 из 2

ДААННЫЕ ПО ПРОЯВЛЕНИЮ:

Давление на устье в БТ:

P_{у.бт} _____ МПа

Давление на устье в КП:

P_{у.кп} _____ МПа

Приток: _____ м³

Превышение забойного давления над пластовым (запас безопасности) S _____ МПа

ПЛОТНОСТЬ БУРОВОГО РАСТВОРА ГЛУШЕНИЯ

$$\frac{(S + P_{у.бт}) \times 10^3}{H_{скв} \times 9,81} + \frac{(\quad + \quad) \times 10^3}{\quad \times 9,81} = \quad \text{г/см}^3$$

ГРАДИЕНТ БУРОВОГО РАСТВОРА ГЛУШЕНИЯ

$$\frac{S + P_{у.бт}}{H_{скв}} + \frac{\quad}{10} = \quad \text{МПа/м}$$

НАЧАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ ЦИРКУЛЯЦИИ

$$P_{нач} = \text{ДАВЛЕНИЕ ПРОКАЧКИ} + P_{у.бт} + S = \quad \text{МПа}$$

КОНЕЧНОЕ ДАВЛЕНИЕ ЦИРКУЛЯЦИИ

$$P_{кон} = \frac{\text{ПЛОТНОСТЬ БУР. Р-РА ГЛУШЕНИЯ}}{\quad} \times \text{ДАВЛЕНИЕ ПРОКАЧКИ} + \frac{\text{ПЛОТНОСТЬ СТАРОГО БУР. Р-РА}}{\quad} \times \quad = \quad \text{МПа}$$

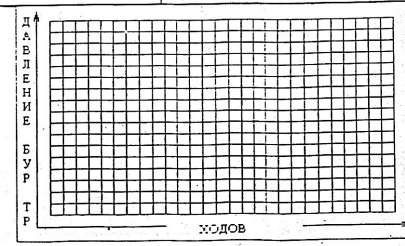
КОНЕЧНОЕ ДАВЛЕНИЕ ЦИРКУЛЯЦИИ

$$P_{кон} = \frac{\text{ГРАДИЕНТ БУР. Р-РА ГЛУШЕНИЯ}}{\quad} \times \text{ДАВЛЕНИЕ ПРОКАЧКИ} + \frac{\text{ГРАДИЕНТ СТАРОГО БУР. Р-РА}}{\quad} \times \quad = \quad \text{МПа}$$

(K) = P_{нач} - P_{кон} = _____ МПа

(E) = _____ × 100 = _____

ХОДОВ	ДАВЛЕНИЕ



Лист глушения н/н скважины при НГВП

IWCF CERTIFICATION TEST Вар: _____ ЛИСТ ГЛУШЕНИЯ. НАЗЕМНОЕ ПВО (накл. скв.)		ДАТА: _____ ФАМИЛИЯ: _____ ЕДИНИЦЫ: МЕТРИЧЕСКИЕ																																																																												
ДАННЫЕ ПО ПРОЧНОСТИ ПОРОД: Давл. испытания на приемистость: (A) <u>7,7</u> МПа Плотность бур. р-ра при испытании: (B) <u>1,25</u> г/см ³ Макс. допустимая плотность бур. р-ра: (A) x 10 ³ = (C) _____ г/см ³ (B) + _____ = (C) _____ г/см ³ Верт. гл. баш. x 9,81 Начальное Макс. P _{дон} на устье в КП: ((C) - Плотн. бур. р-ра.) x Верт. гл. баш. x 9,81 x 10 ⁻³ = _____ МПа		ДАННЫЕ ПО СКВАЖИНЕ: Буровой раствор: Плотность, ρ бр: <u>1,31</u> г/см ³ (кг/дм ³ , кг/л) Градиент: <u>0,128</u> МПа/10м Точка нач. набора зен. угла (A) Глуб. по стволу <u>914,4</u> м Верт. глубина <u>914,4</u> м Точка нач. прямолин. участка (B) Глуб. по стволу <u>1798</u> м Верт. глубина <u>1539</u> м Башмак Обс. колонны: Диаметр <u>244,5</u> мм Глуб. по стволу <u>1890</u> м Верт. глубина <u>1555</u> м Скважина: Диаметр <u>216</u> мм Глуб. по стволу <u>3642</u> м Верт. глубина <u>1859</u> м																																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ НАСОСА</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Насос 1</th> <th colspan="2">Насос 2</th> </tr> <tr> <th>х / мин</th> <th>л/ход</th> <th>х / мин</th> <th>л/ход</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>19,08</td> <td>л/ход</td> <td>19,08</td> <td>л/ход</td> </tr> <tr> <th colspan="2">СКОРОСТЬ ПРОКАЧКИ**</th> <th colspan="2">ДАВЛЕНИЕ ПРОКАЧКИ, МПа</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Насос 1</th> <th colspan="2">Насос 2</th> </tr> <tr> <td>30</td> <td>х/мин</td> <td>4,31</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ НАСОСА				Насос 1		Насос 2		х / мин	л/ход	х / мин	л/ход	19,08	л/ход	19,08	л/ход	СКОРОСТЬ ПРОКАЧКИ**		ДАВЛЕНИЕ ПРОКАЧКИ, МПа		Насос 1		Насос 2		30	х/мин	4,31																																																
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ НАСОСА																																																																														
Насос 1		Насос 2																																																																												
х / мин	л/ход	х / мин	л/ход																																																																											
19,08	л/ход	19,08	л/ход																																																																											
СКОРОСТЬ ПРОКАЧКИ**		ДАВЛЕНИЕ ПРОКАЧКИ, МПа																																																																												
Насос 1		Насос 2																																																																												
30	х/мин	4,31																																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ЭЛЕМЕНТЫ БУР. КОЛОН.</th> <th>ДЛИНА м</th> <th>УДОБЪЕМ л/м</th> <th>ОБЪЕМ л</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>БТ (верт. уч-к)</td> <td>914,4</td> <td>х 9,13</td> <td>= 8347</td> </tr> <tr> <td>БТ (уч-к набора)</td> <td>883,9</td> <td>х 9,13</td> <td>= 8069</td> </tr> <tr> <td>БТ (накл. уч-к)</td> <td>1743,5</td> <td>х 9,13</td> <td>= 15915</td> </tr> <tr> <td>Толстостен. БТ</td> <td>54,9</td> <td>х 4,54</td> <td>= 250</td> </tr> <tr> <td>УБТ</td> <td>45,7</td> <td>х 3,32</td> <td>= 146</td> </tr> <tr> <td colspan="3">ОБЪЕМ БУР. КОЛОННЫ</td> <td>(D) 32727</td> </tr> <tr> <td>УБТ-Откр. Ствол</td> <td>45,7</td> <td>х 16,85</td> <td>= 771</td> </tr> <tr> <td>СБТ-Толстостен.</td> <td rowspan="2">1706,9</td> <td rowspan="2">х 23,94</td> <td rowspan="2">= 40867</td> </tr> <tr> <td>БТ-Откр. Ствол</td> </tr> <tr> <td colspan="3">ОБЪЕМ ОТКР. СТВОЛА</td> <td>(F) 41638</td> </tr> <tr> <td>БТ-Обс. колонна</td> <td>1890</td> <td>х 26,86</td> <td>(G) 50760</td> </tr> <tr> <td colspan="2">ОБЩИЙ ОБЪЕМ ЗАТР. ПР-ВА</td> <td>(F+G)=(H)</td> <td>92398</td> </tr> <tr> <td colspan="2">ОБЩИЙ ОБЪЕМ СКВ.</td> <td>(D+H)=(I)</td> <td>124125</td> </tr> <tr> <td colspan="2">АКТИВНЫЙ ОБЪЕМ НА ПОВ-ТИ</td> <td>(J)</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">ОБЩИЙ АКТИВНЫЙ ОБЪЕМ</td> <td>(I+J)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		ЭЛЕМЕНТЫ БУР. КОЛОН.	ДЛИНА м	УДОБЪЕМ л/м	ОБЪЕМ л	БТ (верт. уч-к)	914,4	х 9,13	= 8347	БТ (уч-к набора)	883,9	х 9,13	= 8069	БТ (накл. уч-к)	1743,5	х 9,13	= 15915	Толстостен. БТ	54,9	х 4,54	= 250	УБТ	45,7	х 3,32	= 146	ОБЪЕМ БУР. КОЛОННЫ			(D) 32727	УБТ-Откр. Ствол	45,7	х 16,85	= 771	СБТ-Толстостен.	1706,9	х 23,94	= 40867	БТ-Откр. Ствол	ОБЪЕМ ОТКР. СТВОЛА			(F) 41638	БТ-Обс. колонна	1890	х 26,86	(G) 50760	ОБЩИЙ ОБЪЕМ ЗАТР. ПР-ВА		(F+G)=(H)	92398	ОБЩИЙ ОБЪЕМ СКВ.		(D+H)=(I)	124125	АКТИВНЫЙ ОБЪЕМ НА ПОВ-ТИ		(J)		ОБЩИЙ АКТИВНЫЙ ОБЪЕМ		(I+J)		<table border="1"> <thead> <tr> <th>ХОДОВ НАСОСА, ход</th> <th>ВРЕМЯ МИН</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(L) 438</td> <td>мин</td> </tr> <tr> <td>(M) 423</td> <td>мин</td> </tr> <tr> <td>(N1) 834</td> <td>мин</td> </tr> <tr> <td>(N2) 13</td> <td>мин</td> </tr> <tr> <td>(N3) 8</td> <td>мин</td> </tr> <tr> <td>1716</td> <td>мин</td> </tr> </tbody> </table>		ХОДОВ НАСОСА, ход	ВРЕМЯ МИН	(L) 438	мин	(M) 423	мин	(N1) 834	мин	(N2) 13	мин	(N3) 8	мин	1716	мин
ЭЛЕМЕНТЫ БУР. КОЛОН.	ДЛИНА м	УДОБЪЕМ л/м	ОБЪЕМ л																																																																											
БТ (верт. уч-к)	914,4	х 9,13	= 8347																																																																											
БТ (уч-к набора)	883,9	х 9,13	= 8069																																																																											
БТ (накл. уч-к)	1743,5	х 9,13	= 15915																																																																											
Толстостен. БТ	54,9	х 4,54	= 250																																																																											
УБТ	45,7	х 3,32	= 146																																																																											
ОБЪЕМ БУР. КОЛОННЫ			(D) 32727																																																																											
УБТ-Откр. Ствол	45,7	х 16,85	= 771																																																																											
СБТ-Толстостен.	1706,9	х 23,94	= 40867																																																																											
БТ-Откр. Ствол																																																																														
ОБЪЕМ ОТКР. СТВОЛА			(F) 41638																																																																											
БТ-Обс. колонна	1890	х 26,86	(G) 50760																																																																											
ОБЩИЙ ОБЪЕМ ЗАТР. ПР-ВА		(F+G)=(H)	92398																																																																											
ОБЩИЙ ОБЪЕМ СКВ.		(D+H)=(I)	124125																																																																											
АКТИВНЫЙ ОБЪЕМ НА ПОВ-ТИ		(J)																																																																												
ОБЩИЙ АКТИВНЫЙ ОБЪЕМ		(I+J)																																																																												
ХОДОВ НАСОСА, ход	ВРЕМЯ МИН																																																																													
(L) 438	мин																																																																													
(M) 423	мин																																																																													
(N1) 834	мин																																																																													
(N2) 13	мин																																																																													
(N3) 8	мин																																																																													
1716	мин																																																																													

IWCF CERTIFICATION TEST ЛИСТ ГЛУШЕНИЯ. НАЗЕМНОЕ ПВО (накл. скв.)		ДАТА: _____ ФАМИЛИЯ: _____ ЕДИНИЦЫ: МЕТРИЧЕСКИЕ	
ДАННЫЕ ПО ПРОЯВЛЕНИЮ: Давление на устье в БТ: P _{сток} <u> </u> МПа Давление на устье в КП: P _{у.кп} <u> </u> МПа Приток: <u> </u> м ³		стр. 2 из 3	
ПЛОТНОСТЬ БУРОВОГО РАСТВОРА ГЛУШЕНИЯ $\rho_{\text{глуш}} = \frac{\rho_{\text{старо}} \times 10^3}{\rho_{\text{нов}} \times 9,81} = \frac{\rho_{\text{старо}} \times 10^3}{\rho_{\text{нов}} \times 9,81} \text{ г/см}^3$	ПЛОТНОСТЬ СТАРОГО БУР. РАСТВОРА + $\frac{\rho_{\text{сток}} \times 10^3}{\rho_{\text{нов}} \times 9,81}$		
НАЧАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ ЦИРКУЛЯЦИИ P _{нач}	ДАВЛЕНИЕ ПРОКАЧКИ + P _{сток} = _____ МПа		
КОНЕЧНОЕ ДАВЛЕНИЕ ЦИРКУЛЯЦИИ P _{кон}	ПЛОТНОСТЬ БУР. Р-РА ГЛУШЕНИЯ x ДАВЛЕНИЕ ПРОКАЧКИ + ПЛОТНОСТЬ СТАРОГО БУР. Р-РА = _____ МПа		
ДАВЛЕНИЕ ПРОКАЧКИ В НАЧАЛЕ ИНТЕРВАЛА НАБОРА ЗЕНИТНОГО УГЛА Δ P _A	ДАВЛЕНИЕ ПРОКАЧКИ + [(P _{кон} - ДАВЛЕНИЕ ПРОКАЧКИ) x $\frac{L_A}{L_{\text{сов}}}$] = _____ МПа		
ОСТАТОЧНОЕ ДАВЛЕНИЕ НА УСТЬЕ В БТ. ПРИ ДОСТИЖЕН. УТЯЖ Р-РОМ НАЧАЛА ИНГ-ЛА НАБОРА ЗЕН. УГЛА P _{ост1}	P _{сток} - [(ρ _{глуш} - ρ _б) x 0,00981 x H _A] - [(_____ - _____) x 0,00981 x _____] = _____ МПа		
ДАВЛЕНИЕ ЦИРКУЛЯЦИИ В НАЧАЛЕ НАБОРА ЗЕН. УГЛА P _{цирк1}	Δ P _A + P _{ост1} = _____ + _____ = _____ МПа		
ДАВЛЕНИЕ ПРОКАЧКИ В КОНЦЕ ИНТЕРВАЛА НАБОРА ЗЕНИТНОГО УГЛА Δ P _B	ДАВЛЕНИЕ ПРОКАЧКИ + [(P _{кон} - ДАВЛЕНИЕ ПРОКАЧКИ) x $\frac{L_B}{L_{\text{сов}}}$] = _____ МПа		
ОСТАТОЧНОЕ ДАВЛЕНИЕ НА УСТЬЕ В БТ. ПРИ ДОСТИЖЕН. УТЯЖ Р-РОМ КОНЦА ИНГ-ЛА НАБОРА ЗЕН. УГЛА P _{ост2}	P _{сток} - [(ρ _{глуш} - ρ _б) x 0,00981 x H _B] - [(_____ - _____) x 0,00981 x _____] = _____ МПа		
ДАВЛЕНИЕ ЦИРКУЛЯЦИИ В КОНЦЕ НАБОРА ЗЕН. УГЛА P _{цирк2}	Δ P _B + P _{ост2} = _____ + _____ = _____ МПа		
(O) = P _{нач} - P _{цирк1}		(O) x 100 = _____ x 100 = _____ (L) _____	
(R) = P _{цирк1} - P _{цирк2}		(R) x 100 = _____ x 100 = _____ (M) _____	
(T) = P _{цирк2} - P _{кон}		(T) x 100 = _____ x 100 = _____ (N1+N2+N3) _____	

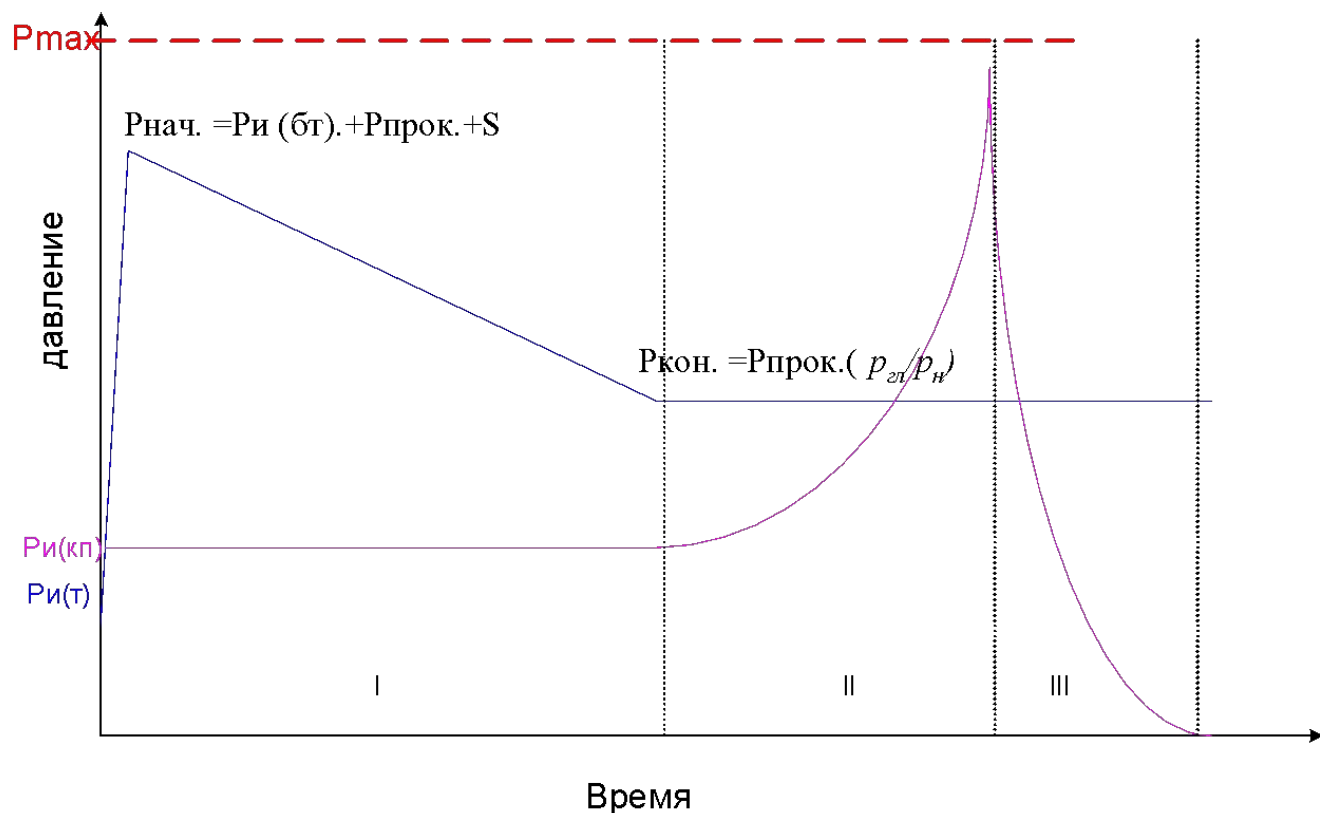
8.2. Ликвидация НГВП способом непрерывного глушения

При этом способе скважину начинают глушить сразу после ее закрытия при непрерывном утяжелении бурового раствора, т.е совмещают процесс вымыва пластового флюида с повышением плотности бурового раствора до значения, необходимого для ликвидации притока из пласта. Обычно проявление ликвидируется в течение нескольких циклов циркуляции.

Если буровой раствор утяжеляют в течение нескольких циклов циркуляции, то его плотность повышают ступенями. Плотность подаваемого в скважину раствора поддерживают постоянной до появления раствора с такой же плотностью на устье скважины. Затем снова начинают увеличивать плотность раствора.

Давление в бурильных трубах и кольцевом пространстве регулируется в соответствии с построенным графиком его изменения

Диаграмма давлений на устье в бурильных трубах и кольцевом пространстве скважины при ликвидации НГВП способом «непрерывного глушения скважины»



- I - заполнение бурильных труб жидкостью глушения;
- II, III – вымывание газа и заполнение кольцевого пространства скважины жидкостью глушения

Порядок выполнения работы

- ▶ 1. Перед вскрытием пластов с АВПД определить гидродинамические сопротивления (ΔP прок) в циркуляционной системе (давление прокачки) при рабочем режиме промывки и при уменьшенной вдвое подаче буровых насосов.
- ▶ 2. При обнаружении НГВП закрыть скважину для стабилизации давления.
- ▶ 3. Записать максимальные установившиеся значения давлений в бурильной колонне ($P_{и.бт}$) и обсадной колонне ($P_{и.кп}$).
- ▶ 4. Определить по уровнемеру в приемной емкости объем проявления.
- ▶ 5. Определить вид поступившего в скважину флюида.
- ▶ 6. Заполнить рабочую карту глушения скважины

- ▶ 7. . Открыть отводы превентора через штуцер на дегазатор или сепаратор. Одновременно включить насосы. Выбрать уменьшенную производительность насосов, записать число двойных ходов, в этот момент давление в кольцевом пространстве должно превышать давление до начала циркуляции на 0,5 – 1,0 МПа. Далее отрегулировать степень открытия дросселя так, чтобы давление в бурильной колонне соответствовало расчетному значению давления начала циркуляции (P_n). Поддерживать циркуляцию с постоянной производительностью и давлением в бурильных трубах.
- ▶ 8. Начать утяжеление бурового раствора

- ▶ 9. По мере утяжеления и закачивания бурового раствора в бурильные трубы строить график снижения давления нагнетания от значения P_n до значения P_k (участок I). Регулярно следить за повышением плотности бурового раствора. Своевременно снижать давление нагнетания.
- ▶ 10. После заполнения бурильных труб утяжеленным раствором продолжить циркуляцию раствора с постоянным давлением P_k в бурильных трубах при постоянной производительности насосов и плотности раствора ρ_k до полного удаления газа из скважины (участок II, III)..
- ▶ 11. После того как из скважины начнет выходить утяжеленный буровой раствор, остановить насосы и проверить, нет ли перетока бурового раствора из скважины ($P_{и.кп} = 0$). Если перетока раствора нет, то открыть превентор и промыть скважину с полной подачей насосов и выравниванием плотности бурового раствора. Если имеется переток, то вновь закрыть скважину и проверить, не увеличивается ли давление в бурильной колонне или в кольцевом пространстве.

- ▶ **Преимущества этого способа** – отсутствие периода простоя скважины под давлением, низкие давления в обсадной колонне при глушении.
- ▶ **Недостаток способа** – сложность процесса регулирования давления в скважине, обусловленная изменением плотности бурового раствора во время циркуляции.