

Лабораторная работа 4

«**Leak – off test**» используется для определения давления, при котором порода в открытом стволе скважины только начинает разрушаться (или «вытекать»). В этом типе испытания операция прекращается, когда давление больше не продолжает линейно расти по мере закачивания бурового раствора в скважину (см. Рисунок 24). На практике давление и объем закачиваемых скважин строятся в реальном времени по мере закачивания жидкости в скважину. Когда видно, что давление больше не увеличивается линейно с увеличением закачиваемого объема (точка C), предполагается, что пласт начинает разрушаться. Когда это происходит, в скважину закачивают второе, меньшее количество бурового раствора (обычно 1/4 барреля), чтобы убедиться, что отклонение от линии не является просто ошибкой (точка D). Если подтверждается, что пласт начал «просачиваться», испытание прекращается и выполняются приведенные ниже расчеты.

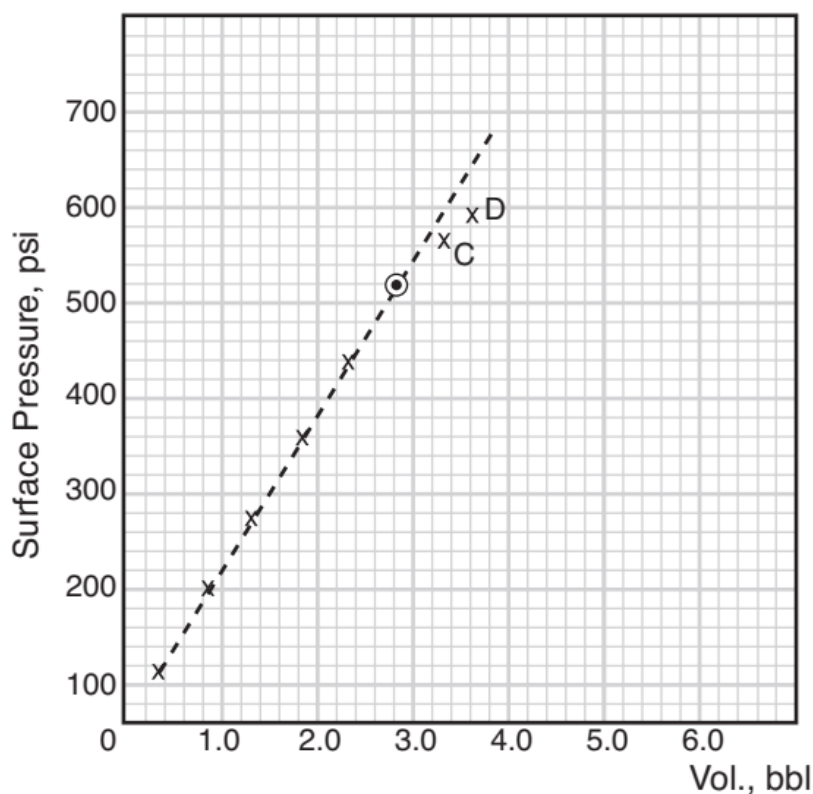


Figure 24 P-V behaviour during a leak off test

«**Limit Test**» используется для определения того, выдержит ли порода в открытом стволе скважины определенное заданное давление. Это давление представляет собой максимальное давление, которому пласт будет подвергаться во время бурения следующего участка ствола

скважины. Отношение давления к объему во время этого теста показано на рисунке 25. Этот тест фактически является ограниченной версией Leak – off test.

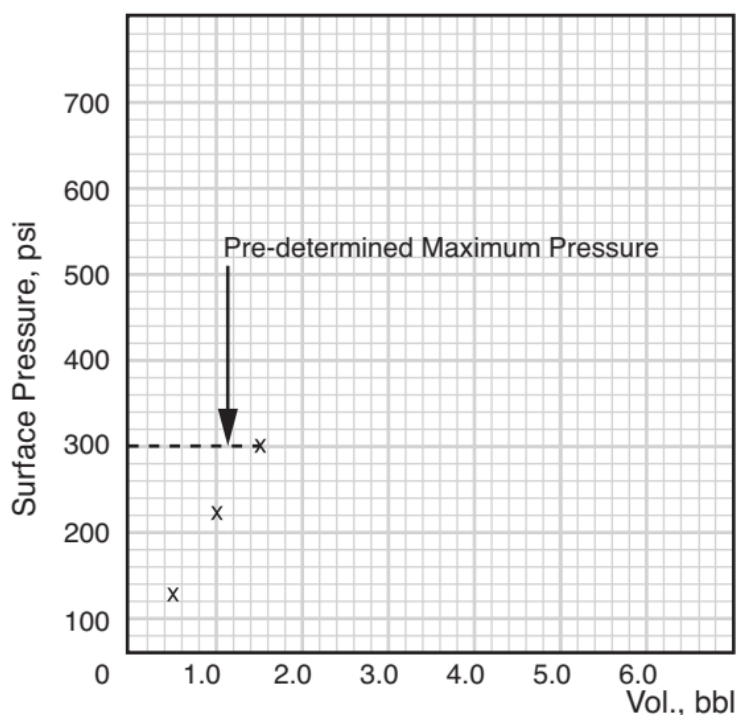


Figure 25 P-V behaviour in a limit test

«**Formation Breakdown Test**» используется для определения давления, при котором порода в открытом стволе скважины полностью разрушается. Если продолжать закачку жидкости в скважину после утечки и разрушения, давление в стволе скважины будет вести себя, как показано на Рисунке 26.

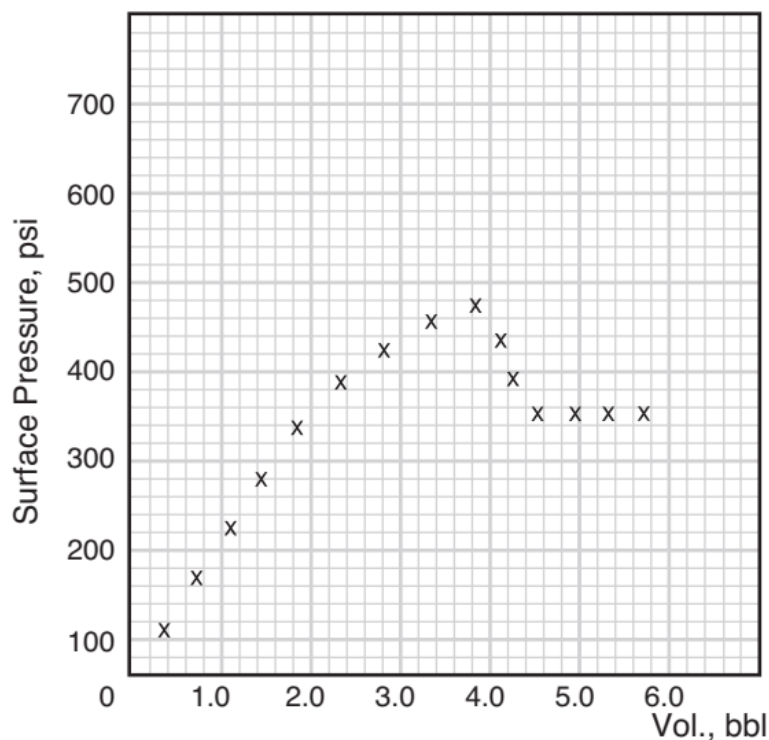


Figure 26 Behaviour in a FBT in a ductile rock

Эквивалентная циркулирующая плотность (ECD) жидкости

Из всего предыдущего обсуждения ясно, что давление на забое ствола скважины должно быть точно определено, если не должно быть превышено давление утечки или разрыва пласта. Когда буровой раствор циркулирует через бурильную колонну, скважинное давление на дне кольцевого пространства будет больше, чем гидростатическое давление бурового раствора. Дополнительное давление возникает из-за давления трения, необходимого для перекачивания жидкости вверх по кольцевому пространству. Это фрикционное давление необходимо добавить к давлению из-за гидростатического давления от столба бурового раствора, чтобы получить истинное представление о давлении, действующем на пласт на забое скважины.

Эквивалентная циркулирующая плотность (ECD) затем может быть рассчитана как сумма гидростатического давления и давления трения, деленная на истинную вертикальную глубину скважины.

ECD для системы можно рассчитать по формуле:

$$ECD = MW + \frac{P_d}{0.052 \times TVD}$$

где ,

ECD = Эквивалентная циркулирующая плотность (ppg)

MW = Вес бурового раствора (ppg)

Pd = падение давления на трение в кольцевом пространстве при заданной скорости циркуляции (psi)

TVD = Истинная вертикальная глубина (футы)

ЭЦП жидкости следует постоянно контролировать, чтобы гарантировать, что давление в пласте под башмаком из-за ЭЦП жидкости и системы не превышает испытательное давление Leak – off test.

MAASP

Максимально допустимое поверхностное давление в кольцевом пространстве - MAASP - при предварительном бурении представляет собой максимальное закрытое (не циркулирующее) давление, которое может быть приложено к затрубному пространству (бурильная труба x противовыбросовый превентор) на поверхности до того, как пласт сразу под башмаком обсадной колонны начнет разрушаться (утечка выкл). MAASP можно определить по следующему уравнению:

MAASP = Максимально допустимое давление в пласте сразу под башмаком минус гидростатическое давление бурового раствора в пласте сразу под башмаком.

1. LEAK – OFF TEST

Leak – off test было проведено чуть ниже 13 3/8 " башмака обсадной колонны на 7000 фут. TVD с использованием бурового раствора на 9,0 ppg. Результаты испытаний приведены ниже. Какова максимально допустимая плотность бурового раствора для секции скважины 12 1/4" ?

Закаченный объем раствора (bbl)	Давление на устье (psi)
1	400
1.5	670
2	880
2.5	1100
3	1350
3.5	1600
4	1800
4.5	1900
5	1920

2. ЭКВИВАЛЕНТНАЯ ПЛОТНОСТЬ ЦИРКУЛЯЦИИ - ECD Если потери при циркуляционном давлении в кольцевом пространстве вышеупомянутой скважины составляют 300 psi при бурении на 7500 футов с буровым раствором на 9,5 ppg, то каким будет ECD бурового раствора на 7500 футов.

3. Максимально допустимое устьевое давление в межколонном пространстве - MAASP

Если для бурения участка скважины диаметром 12 1/4" дюйма в вышеуказанной скважине требуется буровой раствор плотностью 9,5ppg, каким будет MAASP при бурении этого участка?

1. «Leak – off test»

После высверливания башмака 13 3/8 дюйма, но перед бурением отверстия 12 1/4 дюйма было выполнено испытание на герметичность. Из рисунка 3.1 видно, что при поверхностном давлении 1800 фунтов на квадратный дюйм равномерное увеличение объема бурового раствора, закачиваемого в скважину, не привело к линейному увеличению давления, наблюдаемого на поверхности. Это указывает на то, что пласт у башмака обсадной колонны разрушился и что жидкость, закачиваемая в скважину, вытекает в трещины в пласте.

Таким образом, максимальное давление, которое пласт будет выдерживать на башмаке (которое считается самым слабым местом в следующей секции ствола), составляет 1800 фунтов на квадратный дюйм

при 9 фунтах на галлон бурового раствора в скважине. Таким образом, максимальное абсолютное давление, которое пласт будет выдерживать (при нулевом давлении на поверхности), составляет:

$$(9 \times 0.052 \times 7000) + 1800 = 5076 \text{ psi.}$$

Максимально допустимый вес бурового раствора, который можно использовать на следующем участке ствола, составляет:

5076/7000	= 0.73 psi/ft = 13.95 ppg
-----------	------------------------------

Если ожидается, что потребуется более высокий буровой раствор, то следует рассмотреть возможность установки еще одной колонны обсадных труб до входа в зону, для которой потребуется этот более высокий раствор. Запас прочности на 0,5 фунта на галлон при недовесе обычно вычитается из рассчитанного выше допустимого забойного веса.

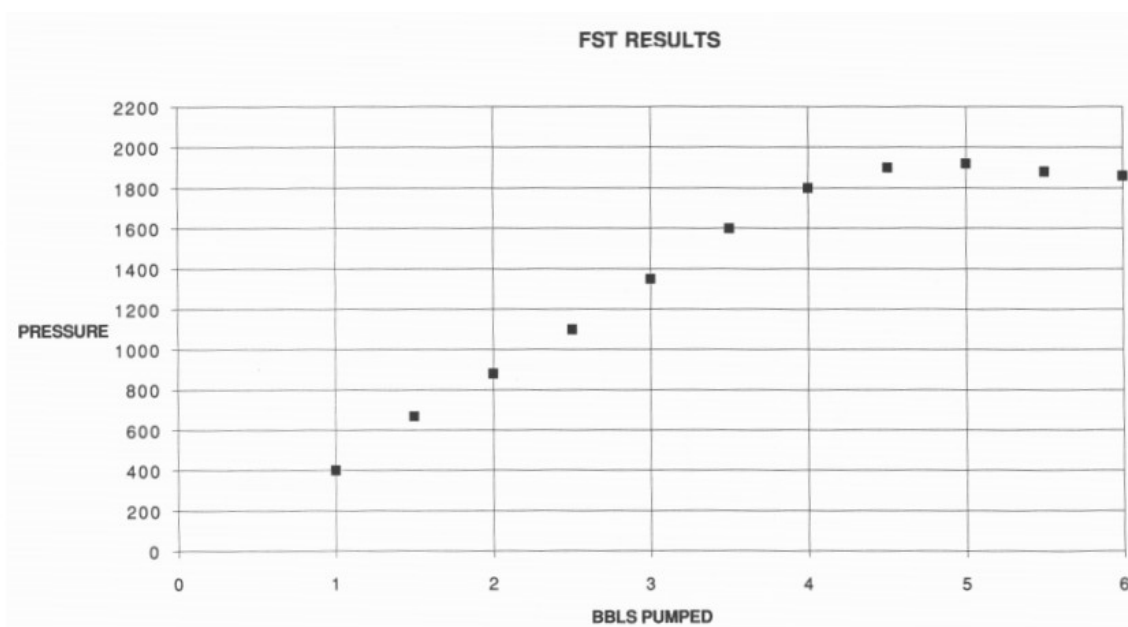


Figure 3.1 FST Results

2. ЭКВИВАЛЕНТНАЯ ПЛОТНОСТЬ ЦИРКУЛЯЦИИ - ECD

Если потери циркуляционного давления в затрубном пространстве указанной выше скважины составляют 300 фунтов на квадратный дюйм, когда

При бурении на высоте 7500 футов ECD для бурового раствора 9,5 фунтов на галлон на высоте 7500 футов будет:

$$9,5 + (300/7500) / 0,052 = 10,27 \text{ ppg}$$

3. Максимально допустимое устьевое давление в межколонном пространстве - MAASP

Если для бурения секции ствола 12 1/4 дюйма указанной выше скважины требуется буровой раствор 9,5 ppg, то MAASP при бурении этой секции ствола будет:

Максимально допустимая плотность в следующем разделе отверстия

(Упражнение 1 выше) составляет 13,95 ppg.

Давление на башмак обсадной колонны с буровым раствором 13,95 ppg:

$$13,95 \times 0,052 \times 7000 = 5078 \text{ psi}$$

Давление в башмаке обсадной колонны с буровым раствором 9,5 ppg:

$$9,5 \times 0,052 \times 7000 = 3458 \text{ psi}$$

Следовательно, MAASP = 5078 - 3458 = 1620 psi.