

ТЕСТ СО СТУПЕНЧАТЫМ СНИЖЕНИЕМ РАСХОДА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МИНИ-ГРП

Анкушев Я.Е.

Анкушев Ярослав Евгеньевич – аспирант,
кафедра разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений,
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: в статье рассматривается назначение теста со ступенчатым снижением расхода (ССР). Также описывается техника его проведения с графическим представлением. Приводится анализ результатов теста, который проводится перед основным гидроразрывом пласта. Описываются основные источники проблем при завышенных результатах теста. Также приводится интерпретация результатов, используя построенный график значений потерь давления на трение. Описаны причины возникновения ограничения потока между стволом скважины и образованной трещиной.

Ключевые слова: гидроразрыв пласта, мини-ГРП, тест со снижением расхода, потери давления на трение, извилистость трещины, перфорация скважины.

УДК 622.276.66

Проведение теста со ступенчатым снижением расхода, строго говоря, не относится к группе анализа напряжения, поскольку он не определяет давление. Но о нем стоит упомянуть, поскольку он является видом испытания расхода закачки / давления, который часто относят к прочим видам диагностики ГРП. Закачка со ступенчатым снижением расхода, применяется с целью качественной оценки природы забойного сопротивления.

В некоторых случаях возникает ограничение потока между стволом скважины и образованной трещиной. Оно может быть результатом недостаточного диаметра перфорационного отверстия или минимального числа перфорационных каналов, обеспечивающих контакт с трещиной. В любом случае, такое ограничение потока будет формой перфорационного сопротивления. В других случаях, когда направление перфораций ствола и трещины не совпадают, образуется сложный извилистый канал между стволом скважины и трещиной [1].

Тест со ступенчатым снижением расхода служит средством определения источника ограничения контакта. Он может оказать помощь при интерпретации причины потенциальной проблемы.

Основная процедура этого вида теста показана на рисунке 1. Расход снижается достаточно быстро, падая на меньший уровень, давление фиксируется в течение 5 - 10 секунд до момента относительной стабилизации, а затем происходит переход на другой меньший уровень расхода. Важным условием выполнения перехода – это быстрота для того, чтобы определить истинные признаки общего забойного сопротивления. Медленные изменения расхода могут допускать значительные изменения давления за пределами ствола, тем самым нивелируя результат.

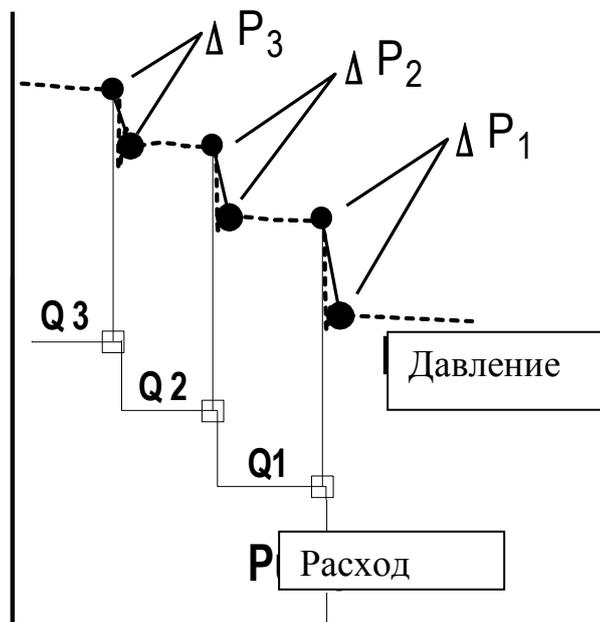


Рис. 1. Тест со ступенчатым снижением расхода

Данные анализируются при построении графика зависимости трения (по оси y) от расхода закачки. Для рассматриваемого случая общее сопротивление выстраивается как $(\Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3)$ по отношению к Q_3 , а затем выводится $(\Delta P_1 + \Delta P_2)$ по отношению к Q_2 , и, наконец, ΔP_1 по отношению к Q_1 . Затем выводится результат по двойной логарифмической шкале, как приведено ниже [3].

На рисунке 2 показана функция расхода и данных давления, полученных в результате небольшого теста с понижением расхода закачки.

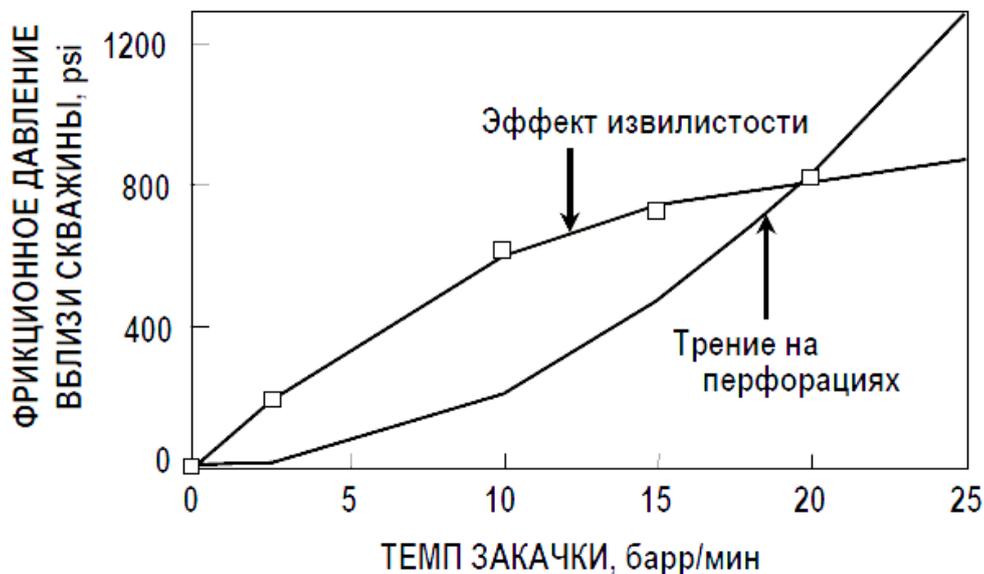


Рис. 2. Анализ полученных результатов

При сопротивлении в чистых перфорационных каналах, падение давления ΔP , приблизительно связано с Q_2 . В этом случае наклон кривой будет иметь выгнутую форму (нижняя линия), как показано на рисунке 2. Перфораторы на НКТ, вероятно, создали слишком малые отверстия. Обработка ГРП, выполненная вслед за проведенным тестом, привела бы к полному и внезапному образованию блока расклинивающего агента, как только порция с высокой концентрацией проппанта на куб жидкости достигла перфораций. Очевидно, что единственно возможным способом ликвидации данного вида сопротивления на забое — это повторная перфорация интервала более качественными перфораторами.

В практике было замечено, что извилистость каналов в пристволенной зоне (т.е. плохой или недостаточный контакт ствола с трещиной) может проявлять себя как сопротивление. Это сопротивление, как правило, приемлемо, если ΔP пропорциональна Q^e , где показатель степени «е» равен $\frac{1}{2}$ или меньше. По сути, ограничение действует как обратный клапан. В качестве примера рассмотрим случай трещины, которая создается при кривизне ствола. Трещина в пристволенной зоне может быть вынужденно открыта против напряжения породы, который превышает давление смыкания. В данном случае давление в скважине должно превышать это более высокое напряжение лишь для того, чтобы открыть трещину. Поскольку трещина растет в противоположном направлении от ствола и поворачивает, ширина трещины может оказаться больше даже при уменьшении давления жидкости (в связи с падением давления в узкой части трещины). Более высокое напряжение в пристволенной части может выступить в роли штуцера, или обратного клапана. Забойное давление должно достичь этого критического уровня для того, чтобы открыть скважину и выполнить закачку. Нужно отметить, что извилистость каналов может выражаться посредством аномально высокого начального мгновенного давления остановки закачки (МДОЗ). В таких случаях, МДОЗ будет представлять напряжение призабойной зоны и не будет представлять эффективное давление в трещине [2]. В таких случаях форма кривой, как показано на рисунке 2, будет вогнута (верхняя линия).

Список литературы

1. *Plahn S.V., Nolte K.G.* A Quantitative Investigation of the Fracture Pump-In / Flowback Test // SPE, 1995. № 30504.
2. *Martinez A.D., Wright C.A.* Field Application of Real-Time Hydraulic Fracture Analysis // SPE, 1993. № 25916.
3. *Wright C.A.* Fracture Treatment Design and Evaluation in the Pakenham Field: A Real-Data Approach // SPE, 1996. № 36471.