

ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ТРЕНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА

Анкушев Я.Е. Email: Ankushev1154@scientifictext.ru

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

Аннотация: в статье рассматриваются возможные осложнения при проведении гидравлического разрыва пласта при отсутствии параметров по потерям давления на трение или неправильном их анализе и интерпретации. Приводится расчёт потерь давления на трение в насосно-компрессорных трубах, используя уравнение Джоши. Также приводятся некоторые рекомендации по анализу полученных данных и в зависимости от полученных результатов указаны возможные изменения в графике обработки гидравлического разрыва пласта, меры по улучшению результатов.

Ключевые слова: гидравлический разрыв пласта, трения в зоне перфорации, трения в призабойной зоне пласта, анализ, запесочивание.

EVALUATION OF VARIOUS FRICTION TYPES DURING HYDRAULIC FRACTURING Ankushev Ya.E.

Ankushev Yaroslav Evgenievich – Graduate Student,
DEPARTMENT OF DEVELOPMENT AND EXPLOITATION OF OIL AND GAS FIELDS,
TYUMEN INDUSTRIAL UNIVERSITY, TYUMEN

Abstract: the article discusses possible complications when conducting a hydraulic fracturing in the absence of parameters for friction pressure losses or their incorrect analysis and interpretation. The calculation of pressure loss due to friction in tubing is given using the Joshi equation. Some recommendations on the analysis of the obtained data are also given, and depending on the results obtained, possible changes in the hydraulic fracturing treatment schedule and measures to improve the results are indicated.

Keywords: hydraulic fracturing, friction in the perforation zone, friction in the bottomhole formation zone, analysis, fracture dusting.

УДК 622.276.66

Гидравлический разрыв пласта является основным методом интенсификации притока пластовых флюидов в современном рассмотрении разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений. Несмотря на популярность, проведение работ по ГРП по-прежнему остаются дорогостоящими. Экономическая эффективность при разработке месторождений является ключевым фактором, в связи с этим успешность проведения операций по ГРП должна стремиться к 100% [4, с. 16].

Для того чтобы успешно провести операцию по гидравлическому разрыву, необходимо учитывать большое количество параметров, как до проведения работы, так и в ее процессе. Одним из таких параметров являются трения. Если при проведении ГРП не уделять должного внимания трениям или провести неправильный их анализ, то можно получить серьезные осложнения, вплоть до получения «СТОПа».

Потери давления на трение (общие) складываются из следующих составляющих: трения жидкости гидроразрыва по НКТ ($P_{тр. НКТ}$), давления трений в зоне перфорации ($P_{тр. перф-я}$) и давление трений в призабойной зоне пласта ($P_{тр. пзп}$) [1, с. 67].

$$P_{тр. общ.} = P_{тр. НКТ} + P_{тр. перф-я} + P_{тр. пзп}$$

Определить общие потери давления на трение является достаточно простой задачей. Для этого необходимо два параметра: конечное давление диагностической закачки (P_k) и мгновенное давление остановки ($P_{МДОЗ}$) после ее проведения. Стоит отметить, что для получения информативного значения общих трений, необходимо, чтобы на момент остановки диагностической закачки в стволе скважины находилась однородная жидкость (лучше всего линейный гель), так как при наличии в скважине жидкостей с разной плотностью, полученные данные по общим трениям будут искажены.

$$P_{тр. общ.} = P_k - P_{МДОЗ}$$

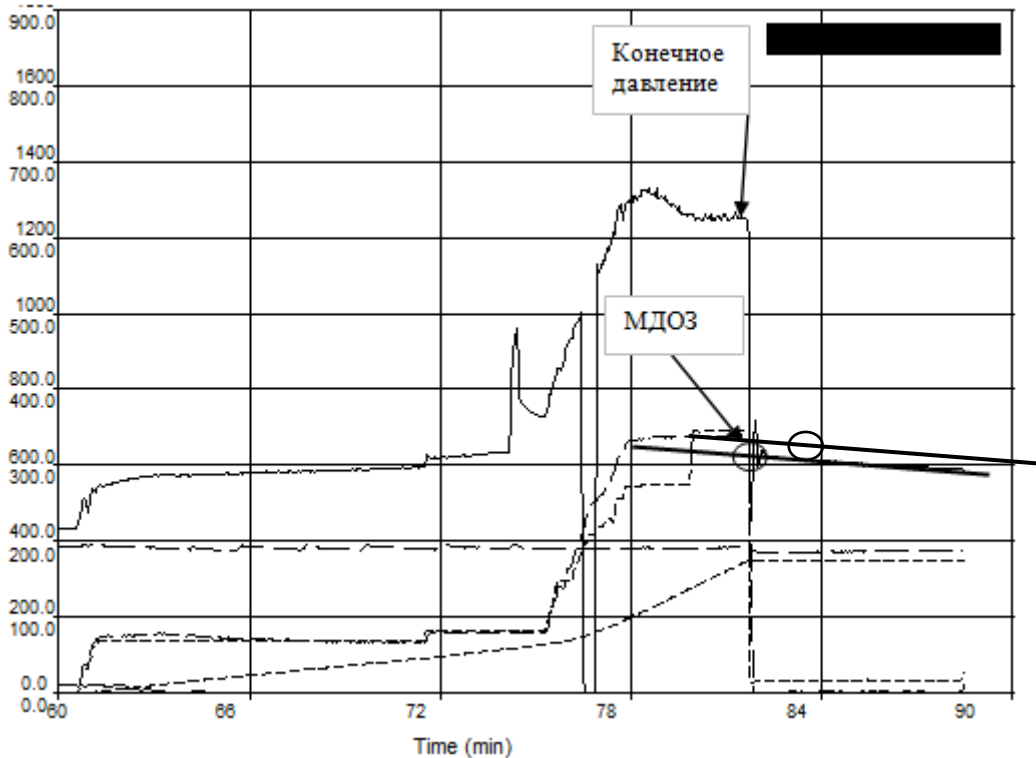


Рис. 1. Определение общих потерь давления на трение

После того как определены общие потери давления на трение, можно определить теоретическое значение потерь давления на трение по НКТ по формуле Джоши [3, с. 42]:

$$\Delta P = \frac{4f_{\text{app}} L \rho v^2}{2gd}$$

где - f_{app} – кажущийся безразмерный коэффициент трения, б/р;

L - длина ствола, футы;

ρ - плотность флюида, lbm/ft^3 ;

v - скорость потока, фт/с ;

g - гравитационная постоянная, $32,2 \text{ lbm}\cdot\text{ft}/(\text{sec}^2\cdot\text{lbf})$;

d - диаметр ствола, футы.

Далее, вычитая из общих потерь давления на трения, трения по НКТ, получаем сумму потерь давления на трения в зоне перфорации и потерь давление на трения в призабойной зоне пласта. Разделение этой суммы на собственные составляющие представляет собой очень сложный вычислительный процесс, который можно осуществить с помощью использования программного обеспечения и специального теста, проводимого в конце диагностической закачки (тест со ступенчатым снижением расхода). Несмотря на то, что нет возможности разделить трения, наличие параметров $P_{\text{тр. нкт}}$ и $P_{\text{тр. перф-я}} + P_{\text{тр. пзп}}$ может обеспечить адекватный и полезный анализ. Путем сбора статистических данных, были определены границы значений суммы трений в зоне перфорации и призабойной зоне пласта. Таким образом если полученная сумма трений превышает значение в 80 атмосфер, то это говорит о том, что прохождение высокой концентрации проппанта может быть затруднено. Учитывая это, перед основной закачкой необходимо провести дополнительную диагностическую закачку, с разным видом проппанта, также может быть рассмотрен вариант изменения набора концентраций проппанта и многое другое. При сумме трений от 40 до 80 атмосфер вероятность запесочивания небольшая. Возможные изменения включают в себя: использование пропантовой пачки в подушке, увеличение объёма подушки и/или первых пропантовых стадий, уменьшение скорости закачки или понижение максимальной концентрации проппанта. Выбор изменений основывается на опыте и результатах остальных анализов. При сумме трений ниже 40 атмосфер обычно не является проблемой для проведения ГРП.

Давления, указанные выше являются рекомендованными, они могут изменяться исходя из месторождения, пласта, на котором будет проводиться ГРП, или размера проппанта. Лучше иметь заметки из идентично проведённых работ для сравнения. Анализ не должен учитывать увеличение давления в трещине после остановки насосов. Если дело обстоит так, что что-то образуется в НКТ или на устье, что мешает нам учесть зависимость фактического забойного давления. Одна общая причина – это

высоковязкий гель в НКТ и интервале перфорации, создающий «закупоривающий» эффект. Чтобы предотвратить это, лучше убедиться в том, что сильно гелированные жидкости проходят через интервал перфорации до остановки насосов.

Список литературы / References

1. *Godbey J.K.* Pressure measurements during hydraulic fracturing // Trans. AIME, 1958. № 21. С. 65-69.
2. *Азиз Х., Сеттари Э.* Математическое моделирование пластовых систем, М.: Недра, 1982. С. 408.
3. *Анкушев Я.Е.* Моделирование работы горизонтальных скважин с гидравлическим разрывом пласта. Дисс. магистр нефтегазового дела. Тюмень, 2016. 42 с.
4. *Анкушев Я.Е.* Анализ Мини-ГРП при проведении гидроразрыва пласта // Достижения науки и образования, 2018. № 1. С. 15-18.