



Рис.4 Девятиточечные системы заводнения с использованием горизонтальных скважин

Сопоставление дебитов показало, что применение горизонтальных скважин в площадных системах заводнения позволяеткратно увеличить дебиты нефти на начальных стадиях разработки. Накопленная добыча нефти, по элементам с применением горизонтальных скважин в пятиточечных системах увеличилась с 245 тыс.м³ до 410 тыс. м³. В семиточечных системах - с 618 тыс. м³ до 889 тыс. м³. В девятиточечных - с 1037 тыс. м³ до 1220 м³ (рис.5)

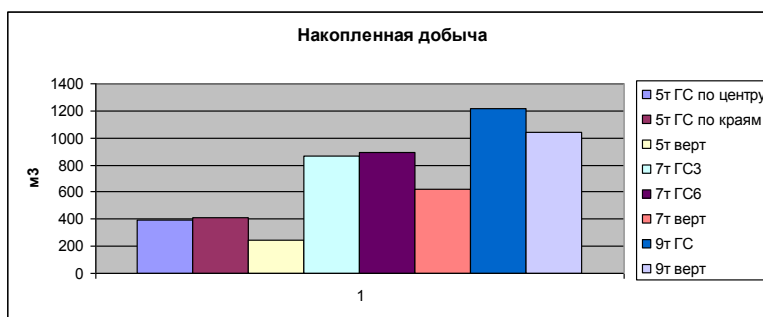


Рис.5 Накопленная добыча нефти за 30 лет

Чистая текущая стоимость, по пятиточечным системам с применением горизонтальных, увеличилась с 797697 тыс.руб. до 1409055 тыс.руб. В семиточечных системах чистая текущая стоимость увеличилась с 1943155 тыс.руб. до 3127036 тыс.руб. В девятиточечных - с 3043695 тыс.руб. до 3847432 тыс.руб.(рис.6).

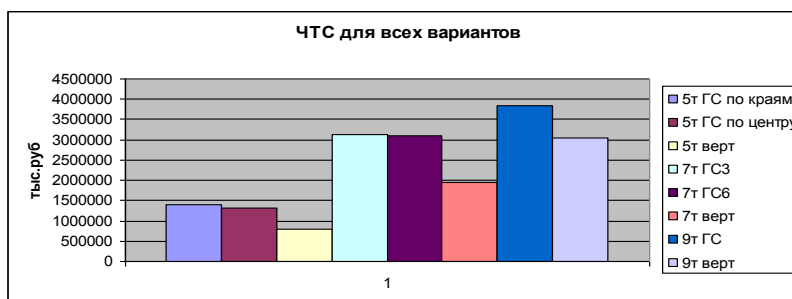


Рис.6 чистая текущая стоимость, всех исследуемых систем

Результаты показали, что применение такого метода размещения горизонтальных скважин в площадных системах заводнения является эффективным и рентабельным с экономической точки зрения. Применение горизонтальных скважин в площадных системах заводнения может быть перспективным при разработке юрских отложений месторождений Западной Сибири.

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА СКВАЖИНАХ ПОСЛЕ ГИДРОРАЗРЫВА Фам Минь Кьонг

Научный руководитель профессор А.Т.Росляк.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск,

Для изучения процессов фильтрации жидкостей и газов в системе «пласт - трещина – скважина» разработана модель, основанная на численном анализе стационарных и нестационарных процессов движения флюидов в пласте до и после ГРП, которая учитывает нелинейность закона фильтрации. Это особенно важно при замерах в скважинах с ГРП, где формируется три вида потоков в пласте: плоскопараллельный, переходной и радиальный [1]. На рисунках (рис.1) показано схематическое изображение трещины ГРП и соответствующих потоков флюида по пласту [2]: линейное течение в трещине, билинейное течение в пласте, линейное течение в пласте, псевдорadiaльный режим течения.

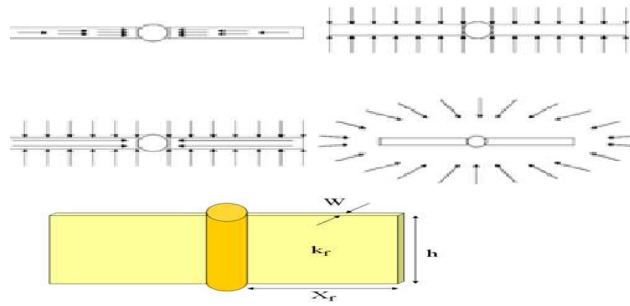


Рис.1 Трещина ГРП и виды течения

Обработка данных скважины с ГРП

Оцениваем kh , Из участка линейного потока оцениваем полудлину трещины, Из участка билинейного течения оцениваем проводимость трещины. Продолжительность периодов течения для скважины с ГРП определяется следующим образом:[3]

Время окончания билинейного течения:

$$t_{Debf} = \begin{cases} \frac{0.1}{F_{CD}^2}, F_{CD} \geq 3 \\ 0.0205[F_{CD} - 1.5]^{1.53}, 1.6 \leq F_{CD} \leq 3 \\ \left[\frac{4.55}{\sqrt{F_{CD}}} - 2.5 \right]^{-4}, F_{CD} \leq 1.6 \end{cases} \quad (1)$$

Продолжительность линейного течения в пласте и время начала радиального течения:

$$\frac{100}{(3.14F_{CD})^2} \leq t_{Dxf} \leq 0.016 \quad t_{Dxf} = 5 \cdot \exp\{-0.5(\pi F_{CD})^{-0.6}\} \quad (2)$$

Для надежной оценки проницаемости или проводимости (kh) нужно время достижения радиального потока умножить на 10, чтобы получить хотя бы один логарифмический цикл на диагностическом графике [3].

Трещины с высоким динамическим перепадом давления.

Существует две модели трещины: с высокой или бесконечно высокой проводимостью (нулевым динамическим перепадом давления) и конечной проводимостью. Конечная проводимость (учитываем перепад давления в трещине). Бесконечная проводимость (безразмерная проводимость трещины более 300, перепад давления в трещине не учитывается) [4].

Модель трещины с высокой проводимостью можно разделить на две подкатегории: модель бесконечно высокой проводимости исходит из нулевого динамического перепада давления в трещине. Модель однородного притока исходит из однородной добычи на единицу длины трещины.

Решение для трещины с бесконечно высокой проводимостью осуществлялось полуаналитическим способом (при высокой стоимости процессорного времени), но оказалось, что эквивалентный отклик можно получить путем расчета решения (быстрого) однородного потока в точке трещины со смещенным центром ($X=0.732 \cdot X_f$). И в большинстве программных оболочек построение двух моделей отличается только в точке, где вычисляется одно и то же решение для однородного потока.

Поборники чистоты экспериментов полагают, что решение для однородного потока является физически некорректным, и настаивают на использовании только решений для бесконечно высокой проводимости. В реальной жизни лучшее соответствие обычно дают именно неустановившиеся режимы однородного потока, и это можно объяснить тем фактом, что продуктивность трещины заданной длины с однородным потоком немного ниже, чем с бесконечно высокой проводимостью, поэтому, возможно, это лучше имитирует небольшие потери давления в трещине.

Кроме того, частный интерес данного решения заключался в специфическом линейном течении, которое может выдавать такая конфигурация, и которое не зависит от ВСС и скин-эффекта. Однако сегодня большинство программ вмещает и ВСС, и скин-эффект. Фокус с моделированием скин-эффекта заключается в том, чтобы узнать, откуда он идет: из трещины или перфораций. Об этой проблеме упоминалось во многих публикациях.

Для обеих моделей, после окончания объема ствола скважины, если позволяет длина трещины, на поведение преимущественно влияют линейный и однородный поток из коллектора, в направлении трещины, под прямым углом к ее плоскости.

Линейный поток характеризуется тем, что изменение давления пропорционально корню времени:

$$p = p_i - \frac{4.064qB}{h} \sqrt{\frac{\mu}{kF X_f^2}} \sqrt{\Delta t}, \quad \Delta p = A\sqrt{\Delta t} \Rightarrow \Delta p' \approx \Delta t \frac{d\Delta p}{d\Delta t} \approx \Delta t - \frac{A}{2\sqrt{\Delta t}} = \frac{1}{2} A\sqrt{\Delta t} \quad (3)$$

При линейном течении прямая движется на графике зависимости Δp от Δt , а X_f (половина длины трещины) получается из уклона m :

$$X_f = \frac{4.064qB}{mh} \sqrt{\frac{\mu}{k\Phi c_i}} \quad (4)$$

Трещина с конечной проводимостью

Характеристическая особенность трещины конечной проводимости – билинейное течение. Во время билинейного течения забойное давление меняется линейно с корнем четвертой степени из времени

По свойству производной, если давление зависит линейно от времени в степени n , тогда производная имеет форму прямой линии наклона n на билогарифмическом графике

Следовательно трещина конечной проводимости имеет характеристический признак – производная принимает форму прямой линии наклона $1/4$ на билогарифмическом графике. Кроме того, график давления в билогарифмическом масштабе тоже представляет собой прямолинейный участок наклона $1/4$, а значит кривые давления и производной давления параллельны. При этом, значение производной меньше значения давления в 4 раза. [4].

Режим билинейного потока обычно возникает на самом раннем этапе времени, и замечен не всегда. Он выражает этап времени, когда имеет место значительно падение давления по трещине, и в реальности это очень короткий срок. Даже когда нет ВСС, данные иногда не представляют четвертичный уклон и могут совмещаться напрямую с моделью трещины с высокой проводимостью. Однако общей моделью для разорванной скважины с искусственно образованной трещиной должна быть модель трещины с конечной проводимостью, поскольку по трещине обязательно должен быть перепад давления, сколь малым он бы ни был. Однако это не имеет значения в сравнении с линейным падением давления в коллекторе в трещину.

В этой модели нужно задавать еще два дополнительных параметра: ширину трещины (w) и проницаемость трещины (k_f), что фактически является проницаемостью пласта в заданной трещине (kfw). При билинейном потоке прямая движется на графике зависимости $\Delta p \cdot \sqrt[4]{\Delta t}$, при уклоне m , связанном с произведением ширины трещины на проницаемость kfw .

Процедура анализа данных ГДИС в скважине с ГРП

Процедура анализа данных ГДИС в скважине с трещиной ГРП следующая: Строится диагностический график (графики зависимости давления от времени и производной от времени в билогарифмическом масштабе). Выделяются режимы течения в соответствии с диагностическими признаками производной: [5]

- Билинейный режим (тангенс угла наклона производной $1/4$ и значение давление в 4 раза больше значения производной)
- Линейный режим (тангенс угла наклона производной $1/2$ и значение давление в 2 раза больше значения производной)
- Псевдорadiaльный режим (стабилизация производной)

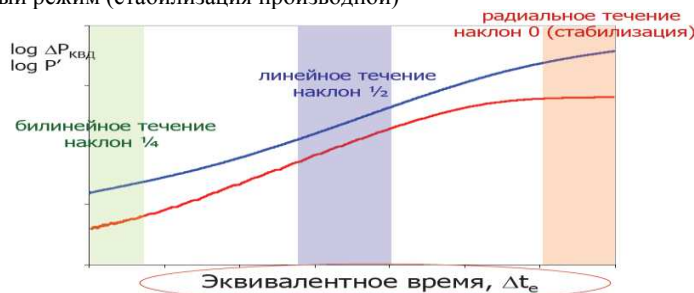


Рис.2 Виды режимов течения в диагностическом графике

Наиболее популярные и полезные – типовые кривые Cinco-Ley для модели трещины конечной проводимости, построенные в координатах $[t_{Dxf}, P_D]$ в билогарифмическом масштабе. При анализе данных методом типовых кривых Cinco-Ley: оценка проницаемости, k , получается из величины смещения графиков по

оси давления, оценка полудлины трещины, X_f , получается из величины смещения графиков по оси времени; оценка безразмерной проводимости трещины, F_{CD} , – есть параметр выбранной типовой кривой [5].

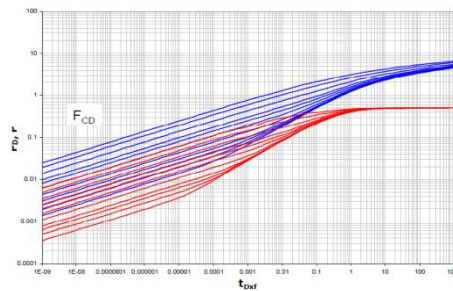


Рис. 3 Типовые кривые Cusco-Levy

Процедура анализа данных КВД в скважине с трещиной ГРП подобна процедуре анализа данных КПД. Различия: диагностический график изменения давления для КВД, $\Delta P_{КВД} = P_{ws}(\Delta t) - P_{ws}(\Delta t = 0)$, и производной давления, P' , строится в зависимости от эквивалентного времени Агарвала, Δt_e .

Литература

1. Меликберов А.С. Теория и практика гидравлического разрыва пласта. Москва: – Недра, 1967 – 139 с
2. Курс лекций по программе повышения квалификации
3. Гидродинамические исследования эксплуатационных и нагнетательных скважин /Центр профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела, 2003
4. Анализ Динамических Потокос – выпуск 4.10.01 – © КАППА 1988 – 2009
5. Карнаухов М.Л., Пьянкова Е.М. Современные методы гидродинамических исследований скважин: справочник инженера по исследованию скважин.-М.:Инфра-Инженерия,2010.– 432с

АНАЛИЗ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ГАЗЛИФТНОГО ФОНДА СКВАЖИН И МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГАЗЛИФТНЫХ СКВАЖИН НА МОРСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ВЬЕТНАМА

Фан Чан Хай Лонг

Научный руководитель доцент Г.Ф. Ильина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Эксплуатация газлифтных скважин во Вьетнаме сопровождается рядом осложнений. В процессе добычи нефти происходит существенное изменение термодинамических параметров добываемой жидкости. Опыт разработки месторождений показывает, что, по мере роста обводненности более 20%, технико-экономические показатели газлифтного способа эксплуатации ухудшаются.

Около 60% газлифтных скважин характеризуются высокой обводненностью, низкими температурами, на устье; образованием асфальто-смоло-парафиновых отложений (АСПО) на стенках насосно-компрессорных трубах (НКТ) и высокими удельными расходами газа. Для анализа основных технологических параметров работы газлифта по состоянию рабочих режимов проведено ранжирование всех газлифтных скважин по дебитам, удельному расходу газа, по степени обводненности продукции, по соответствию точки ввода компримированного газа.

Таблица 1

Результаты анализа режимов работы газлифтных скважин

Категория газлифтных скважин	1	2	3
Число скважин	65	29	17
Средний показатель удельного расхода газа по жидкости, м ³ /сут	661	281	76
Средний суточный дебит нефти, т/сут	6	36	63

Для выявления факторов, влияющих на работу газлифтных скважин месторождения Дракон, проведен анализ режимов газлифтных скважин путем группировки скважин в зависимости от дебита по жидкости, обводненности. С целью ранжирования по удельному расходу газа действующие газлифтные скважины условно разделены на три группы по дебитам: первая группа – скважины с дебитами по жидкости до 30 т/сут; вторая группа – скважины с дебитами по жидкости от 30 т/сут до 100 т/сут; к третьей группе отнесены скважины с дебитами по жидкости более 100 т/сут (табл.1) [1].

Нефти месторождения Дракон при росте обводненности образуют высоковязкую водонефтяную эмульсию. Замеры вязкости эмульсий нефтей проводились автором при обводненности с 0 до 80% с помощью вискозиметра RV 20. Результаты исследования вязкости нефтей месторождения Дракон представлены в таблице 2. Из результатов исследований ясно, что при росте обводненности от 20 до 65% вязкость скважинной продукции резко возрастает (в 10-20 раз), больше, чем вязкость нефти, особенно при температурах ниже 50°C.