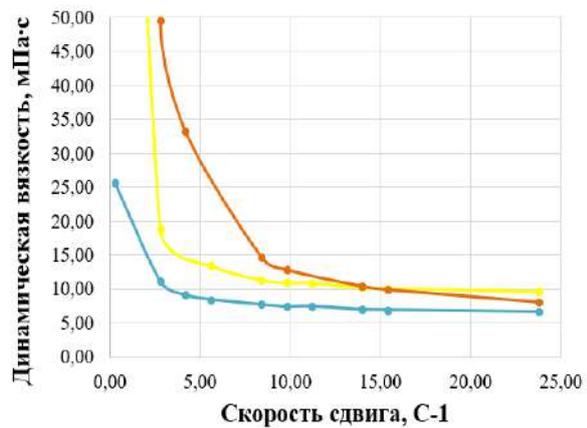


— СНИХ-ИПГ 11А 50 г/т — Исходная нефть — ХПП-007 100 г/т

Рис. 4 Кривые вязкости исходной нефти и с добавлением наиболее подходящей дозировки ингибиторов при $t=25^{\circ}\text{C}$, прямой ход



— СНИХ-ИПГ 11А 150 г/т — Исходная нефть — ХПП-007 200 г/т

Рис. 5 Кривые вязкости исходной нефти и с добавлением наименее подходящей дозировки ингибиторов при $t=25^{\circ}\text{C}$, прямой ход

Выводы: Был проведен эксперимент по измерению вязкости нефти Южно – Майского нефтяного месторождения Томской области. Также проведено исследование влияние ингибиторов парафинообразования на реологические свойства данной нефти. Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод о том, что при 25°C положительные результаты получены с концентрацией 50 г/т ингибитора СНИХ – ИПГ 11А и концентрацией 100 г/т ингибитора ХПП – 007 (рис. 4). При 25°C худшие результаты получены с концентрацией 150 г/т ингибитора СНИХ – ИПГ 11А и концентрацией 200 г/т ингибитора ХПП – 007 (рис. 5).

Литература

1. А.Н. Маркин, Р.Э. Низамов, С.В. Суховерхов. Нефтепромысловая химия. Практическое руководство. Владивосток. «Дальнаука», 2011. – 287 с.
2. Зевакин Н.И., Мухаметшин Р.З. Парафиноотложения в пластовых условиях /Сборник научных трудов ТатНИИПИНефть. ВНИИОЭГ, 2008.
3. Персиянцев М.Н. Добыча нефти в осложненных условиях. М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 2000. 653 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ БЕЗРАЗМЕРНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРЕЩИНЫ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТОВ НА ПРИОБСКОМ НЕФТЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (ХМАО)

Е.О. Ченский, И.А. Карапузов

Научный руководитель - профессор П.Н. Зятиков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Гидравлический разрыв, как и любой другой вид геолого-технических мероприятий направлен на увеличение продуктивности. В случае ГРП - это создание в пласте некоторой зоны высокой проницаемости. Как известно, для решения широкого класса задач и уменьшения числа параметров вводят безразмерные переменные.

Актуальность проблемы обусловлена оптимизацией, которая не была рассмотрена целенаправленно по одному объекту разработки и на данный момент требуется создание метода, показывающего связь безразмерных величин друг с другом и геометрическими характеристиками трещин.

Основной задачей работы является создание метода, основанного на выявлении графических зависимостей, которые, в силу своей универсальности имеют достаточно широкое применение на практике для разных геологических параметров месторождений, с целью определения оптимальных безразмерных параметров трещины гидроразрыва пласта, дающих наиболее эффективное увеличение продуктивности.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАСЧЕТОВ

Основные безразмерные параметры используемые для оценки успешности ГРП являются: безразмерная проводимость трещины, безразмерный индекс продуктивности, индекс вскрытия, число пропанга. В случае использования данного метода оптимизации критерием служит безразмерный индекс продуктивности.

В том случае, когда имеется расклиненная трещина, определение безразмерного индекса продуктивности сводится к выражению:

$$J_D = \frac{1}{\ln\left[\frac{0.472r_e}{r'_w}\right]} \tag{1}$$

где: r_e – радиус дренирования;

r'_w – эквивалентный радиус скважины, вычисляемый по формуле:

СЕКЦИЯ 11. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Эффективность вертикальной трещины, пересекающей вертикальную скважину, вскрывающей прямоугольный дренируемый объем по всей толще, зависит от коэффициента вскрытия:

$$I_x = \frac{2x_f}{x_e} \quad (2)$$

где: x_e – длина стороны квадратной площади дренирования;
 x_f – длина трещины.

Эффективность также зависит от безразмерной проводимости трещины, характеризующей меру относительной легкости течения флюида в трещине, по отношению к способности пласта отдавать этот флюид в данную трещину, и вычисляется по формуле:

$$F_{cd} = \frac{k_f w_f}{k x_f} \quad (3)$$

где: k_f – проницаемость трещины (пропантоной набивки);
 w_f – ширина трещины.

Основной безразмерной величиной при гидроразрыве считается число пропанта (N_{prop}), которое комбинирует в себе два других безразмерных параметра: безразмерную проводимость трещины и коэффициент вскрытия пласта и определяется:

$$N_{prop} = I_x^2 F_{cd} \quad (4)$$

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ОПТИМИЗАЦИИ

Для решения задачи использовались конечные данные с нефтяного месторождения, после проведения ГРП на пласте АВ₁₂³⁻⁵. Была сделана выборка из числа скважин, на которых проводилось ГРП. Критерием для выборки служили: проведение первичного и одностадийного ГРП, проведение безаварийного выполнения работ (без «СТОПов»), проведение на пласте АВ₁₂³⁻⁵, проведение одной фирмой, проведение операции в один сезон, скважина предназначена для добычи нефти, масса закачиваемого пропанта.

Таблица

Результаты расчетов по скважинам

№ скважины	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
F_{cd}	30,66	20,27	30,24	35,21	17,97	28,97	27,44	32,9	19,86	21,26	35,94
$r'_{w,m}$	21,83	17,34	18,23	19,85	28,31	20,15	22,04	27,2	30,36	27,2	24,12
J_D	0,59	0,52	0,54	0,56	0,7	0,57	0,6	0,68	0,74	0,68	0,63
N_{prop}	10,05	4,05	6,55	9,12	9,37	7,87	8,9	13,48	9,1	9,36	14,76
I_x	0,57	0,45	0,47	0,51	0,72	0,52	0,57	0,64	0,68	0,66	0,64

Как уже говорилось, критерием оптимизации служит значение безразмерного индекса продуктивности.

Зависимость J_D от F_{cd} имеет параболический характер. Линия тренда- полиномиальная (степень = 2). Аналогично прослеживалась связь с другими параметрами.

Для определения граничного значения необходимо выяснить за счет чего F_{cd} влияет на изменение J_D . Для этого проследили зависимость F_{cd} от других параметров, таких как: длина и высота трещины, число пропанта, коэффициент вскрытия и коэффициент проницаемости пропантной набивки.

Находим точку экстремума уравнения $y = -0,0128x^2 + 3,1951x - 166,93$ соответствующего функции $F_{cd} = f(xf)$.

Максимальное значение F_{cd} составляет 32,46 124,81 м, при длине трещины 124,81 м.

Аналогично были просчитаны точки экстремума для других зависимостей. Далее используя формулу 3, произведены расчеты минимальной и максимальной ширины.

АНАЛИЗ ПРОВЕДЕННЫХ РАСЧЕТОВ

Анализируя графики и рассчитанные оптимальные параметры можно сделать выводы:

- Увеличение длины неизменно влечет за собой рост безразмерного индекса продуктивности, но увеличение высоты трещины, уменьшает его значение.

- Единственная нелинейная зависимость наблюдается в характере изменения безразмерных индекса продуктивности от проводимости трещины, и подчиняется уравнению $y = 0,0007x^2 - 0,0391x + 1,1152$. Как показали дальнейшие исследования, понижение безразмерной проводимости трещины, увеличивает индекс продуктивности. Ограничением в понижении F_{cd} послужила проницаемость пропантной набивки.

- Максимальный безразмерный индекс продуктивности $J_D = 0,61$, будет достигнут при F_{cd} равным 33,92. Дальнейшее повышение F_{cd} повлечет увеличение проницаемости трещины, и соответственно уменьшение индекса продуктивности.

- Соответствующие $J_D = 0,61$ безразмерные параметры, такие как коэффициент вскрытия I_x и число пропанта N_{prop} соответственно равны 0,57 и 10,83.

- Оптимальные геометрические характеристики: длина, высота и ширина трещины соответственно равны 127,38; 39,1 и 0,0102 метра.

Литература

- Economides M., Oligney R., Valko P. Unified Fracture Design bridging the gap between theory and practice, 2002.
- Д.Г. Ткачев, Анализ и оптимизация гидроразрыва пласта на объекте АВ1 месторождения Томской области [Электронный ресурс] / Д. Г. Ткачев; науч. рук. А. Т. Росляк, Д. В. Воробьев // Проблемы геологии и освоения недр:

- труды XVII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, Томск, 1-5 апреля 2013 г. в 2 т.
3. Загуренко А. Г. Техничко-экономическая оптимизация дизайна гидроразрыва пласта / Загуренко А. Г., Коротовских В. А., Тимонов А.В. и др. // Нефтяное хозяйство. 2008. - № 11. - 54 - 57.
 4. J.I. Rueda, O. March, D. Wolcott, pushing fracturing limits to maximize producibility in Turbidite formation in Russia, SPE 91760.
 5. Warenbourg, P.A., et al. Fracture Stimulation Design and Evaluation//Paper SPE 14379, 2005.
 6. Demarchos, A.S.et al. Analysis of the Performance of Hydraulic Fracturing Treatments and Quantum Design Improvements//Paper SPE 94643 presented at the European Formation Damage Conference held in Scheveningen, Netherlands, 25-27 May 2005.
 7. Economides, M.J., et al. Pushing the Limits of Hydraulic Fracturing in Russia//Paper SPE 90357 presented at SPE Annual Technical Conference and Exhibition held in Houston, Texas, U.S.A., 26-29 September 2004.
 8. Rueda, J., Voronkov, A., Match, J.M. Optimum Fracture Design Under Transient and Pseudosteady Conditions Using Constant Fracture Volume Concept//Paper SPE 94157 presented at the SPE Europe/EAGE Annual Conference held in Madrid, Spain, 13-16 June 2005.
 9. Brannon, H.D., Pulsinelli, R.J. Breaker Concentrations Required To Improve the Permeability of Proppant Packs Damaged by Concentrated Linear and Borate-Crosslinked Fracturing Fluids//Paper SPE 21583-PA, SPE Production Engineering, November 1992. – P. 338 – 342.
 10. Weijers, L., Wright C., Mayerhofer, M., Cipolla, C., 2005. Developing Calibrated Fracture Growth Models for Various Formations and Regions Across the United States. Paper SPE 96080.
 11. Wei, Y., Economides, M.J., 2005. Transverse Hydraulic Fractures from a Horizontal Well. Paper SPE 94671.
 12. Gidley, J.L., 1990. A Method for Correcting Dimensionless Fracture Conductivity for Non-Darcy Flow Effects. Paper SPE 20710.
 13. Lopez-Hernandez, H.D., Valkó, P.P., Pham, T.T., 2004. Optimum Fracture Treatment Design Minimizes the Impact of Non-Darcy Flow Effects. Paper SPE 94644.
 14. Pitakbunkate, T., Yang, M., Valkó, P.P., Economides, M.J., 2011. Hydraulic Fracture Optimization with a p-3D Model. Paper SPE 142303.
 15. Matteo Marongiu-Porcu, Michael J. Economides, Stephen A. Holditch., Economic and physical optimization of hydraulic fracturing. Journal of Natural Gas Science and Engineering 2013. – P. 91 – 107.
 16. Тимонов А.В. Комплексный подход к оптимизации ГРП на месторождениях ОАО «НК «Роснефть» / Тимонов А.В., Загуренко А.Г., Хасанов М.М. и др.//SPE 104355.

**РЕКУЛЬТИВИРОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬ ПРИ ВЕДЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ
НА МЕСТОРОЖДЕНИИ
В.С. Чермошенцев**

Научный руководитель - доцент Т.С. Глызина

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Аннотация. Рекультивация земель – это комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народно-хозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды в соответствии с интересами общества (ГОСТ 17.5.1.01-83 «Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения»).

Введение

К технической рекультивации на землях, отведенных под строительство объектов на месторождении, относятся мероприятия, направленные на сохранение и восстановление плодородного слоя почв (ПСП), а также предотвращение развития процессов деградации почв на рекультивируемых землях. Согласно п. 1 Постановления № 140 рекультивация земель, нарушенных юридическими лицами и гражданами при разработке месторождений полезных ископаемых и торфа, проведении всех видов строительных, геологоразведочных, мелиоративных, проектно-изыскательских и иных работ, связанных с нарушением поверхности почвы, а также при складировании, захоронении промышленных, бытовых и других отходов, загрязнении участков поверхности земли, если по условиям восстановления этих земель требуется снятие плодородного слоя почвы, осуществляется за счет собственных средств юридических лиц и граждан в соответствии с утвержденными проектами рекультивации земель. В работах [1,2] авторы говорят о существенном вреде окружающей среде, наносимом технологическими растворами, обратными эмульсиями и т.д. Данный факт подтверждает значимость рекультивационных работ на месторождениях.

Содержание работ по рекультивации земель

Техническая рекультивация включает следующие мероприятия: снятие ПСП и перемещение его во временный отвал в границе полосы отвода земли; перемещение ПСП из временного отвала и распределение его на поверхности рекультивируемых участков (после укладки нефтепровода и засыпки траншеи минеральным грунтом); планировку нарушенной территории.

Плодородный слой, снятый на участках долгосрочной аренды, предназначенной для размещения опор ВЛ, КИПов, ввиду его незначительного объема, допускается равномерно распределить по полосе отвода.

Плодородный слой, снятый на участках площадных сооружений, используется для рекультивации земель и благоустройства площадок.

В связи с коротким сроком хранения снятого почвенно-растительного слоя грунта и при выполнении работ без отступления от проекта изменение качественного состава почвы не произойдет.

Нанесение плодородного слоя почвы необходимо выполнить после окончания работ в теплое время года. Перед обратной засыпкой выполнить рыхление плодородного слоя.