

ИЗУЧЕНИЕ ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ И ПРОМЫСЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛАСТА-КОЛЛЕКТОРА ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ СУРГУТСКОГО СВОДА

В настоящее время планирование объемов и оптимизация технологии воздействия на сложнопостроенные коллектора месторождений Сургутского свода осуществляется на основании не только имеющихся критериев предварительного выбора скважин-кандидатов для проведения геолого-технологических мероприятий, но и результатов петрохимических исследований. На сегодняшний день главным критерием оценки коллекторских свойств породы остается керновый материал по которому возможно получить наиболее точную и детальную информацию обо всех литологических и промысловых характеристиках пласта-коллектора, которые в дальнейшем являются одним из основных параметров для выбора метода воздействия на пласт.

Ключевые слова: гидроразрыв пласта, сложнопостроенный коллектор, цемент горной породы.

Западно-Сибирская плита – молодая эпигерцинская платформа, фундамент которой состоит из блоков доюрских метаморфических, магматических пород и разбит многочисленными разломами, имеющими различную вертикальную и латеральную протяженность (Сурков, Жеро, 1981).

Месторождения Сургутского свода, как правило, являются сложнопостроенными и в геологическом отношении характеризуются нижним структурно-тектоническим этажом сложенным кристаллическими породами фундамента, верхним – представленным отложениями мезозойско-кайнозойского платформенного чехла. В тектоническом отношении все месторождения представляют собой систему локальных поднятий (Рис. 1) (Бахарев и др., 2002).

В настоящее время объекты, которые вводятся в разработку на месторождениях Сургутского свода имеют сложное геологическое строение, в связи с чем, для обеспечения высоких темпов добычи и показателей нефтеотдачи пластов применяют различные методы воздействия на пласт (физико-химические, гидродинамические, тепловые и др.).

На сегодняшний день главным критерием оценки коллекторских свойств породы остается керновый материал по которому возможно получить наиболее точную и детальную информацию обо всех литологических и промысловых характеристиках пласта-коллектора, необходимых в дальнейшем для выбора метода воздействия на пласт. В пределах месторождений центральной части Сургутского свода породы-коллектора характеризуются значительной изменчивостью литолого-фациальных свойств, неравномерностью распределения коллектора (пласты группы АС, БС и ЮС) по площади, что подтверждают данные по добычи и обводненности скважин. Это обуславливает необходимость применения системы методов воздействия на сложнопостроенные объекты, одним из которых является гидроразрыв пласта (ГРП), характеризующийся как наиболее эффективный. ГРП применяется, как правило, для и интенсификации добычи и повышения нефтеотдачи низкопроницаемых, неоднородных коллекторов. Результаты его применения определяются комплексом геолого-тех-

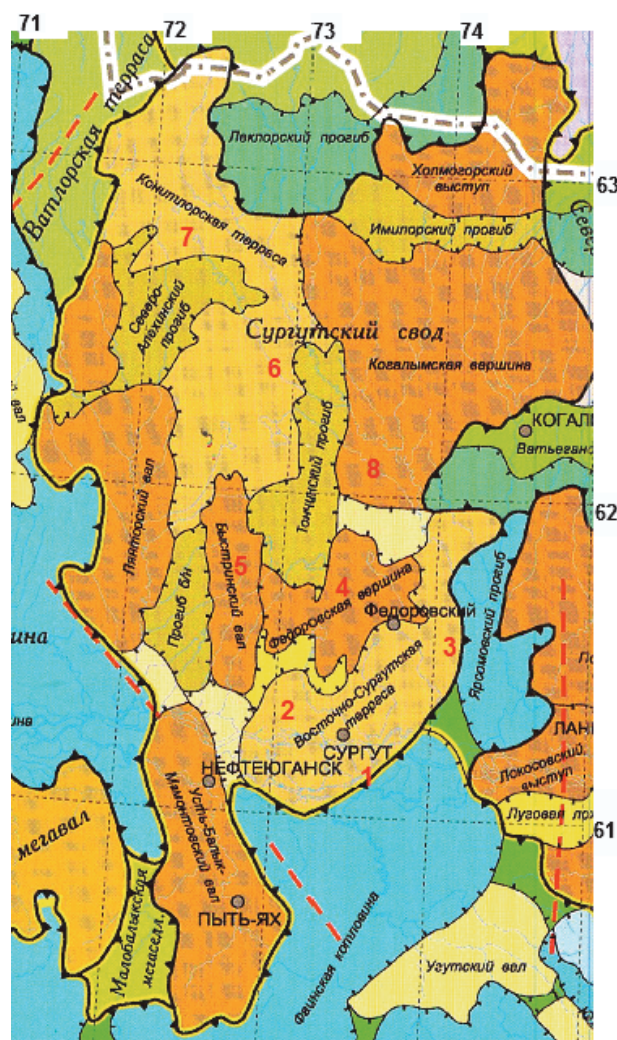


Рис.1. Выкопировка из тектонической карты центральной части Западно-Сибирской плиты (Под редакцией В.И. Шпильмана, Н.И. Змановского, Л.Л. Подсосовой, 1998) (С дополнениями автора: 1 – Восточно-Сургутское месторождение, 2 – Западно-Сургутское, Сайгатинское месторождения, 3 – Родниковое месторождение, 4 – Федоровское месторождение, 5 – Быстринское месторождение, 6 – Конитлорское месторождение, 7 – Тяньское месторождение, 8 – Рускинское месторождение).

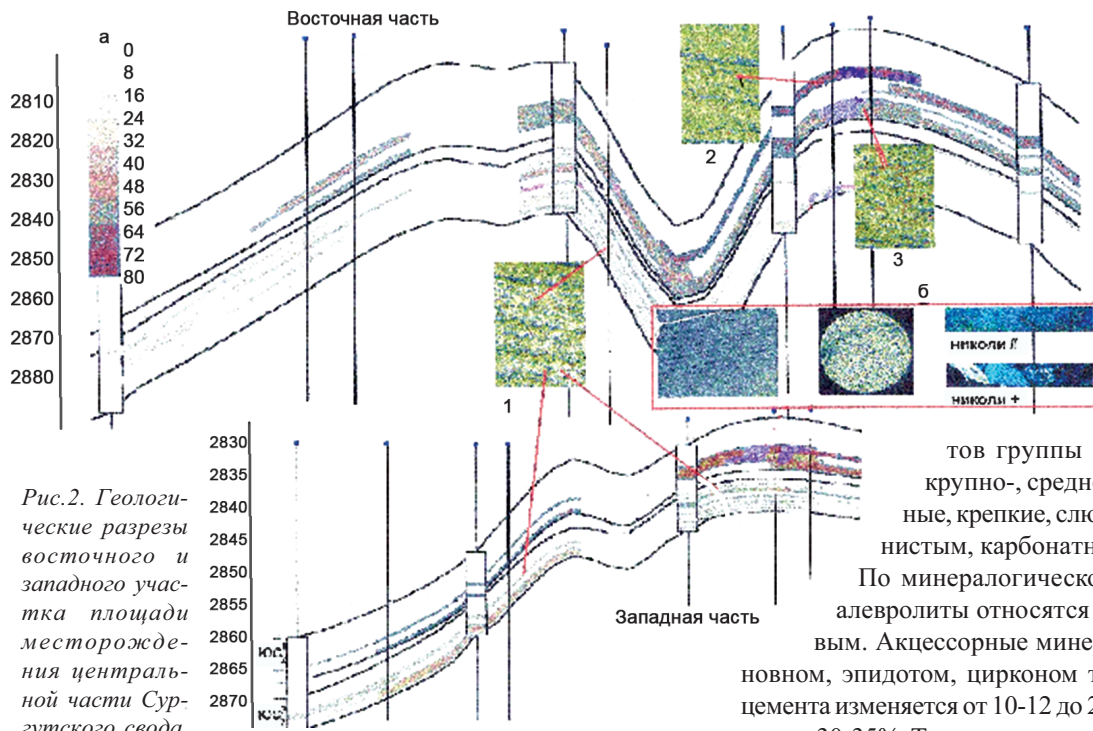


Рис.2. Геологические разрезы восточного и западного участка площади месторождения центральной части Сургутского свода.

1 – песчаники средне и мелкозернистые содержание карбонатного цемента составляет 8-10%; 2 – песчаники средне и мелкозернистые, крупнозернистые алевролиты; 3 – песчаники и алевролиты с карбонатным цементом достигающем 5%; а) нефтенасыщенность (%); б) песчаник серый, мелкозернистый, по трещинам развит кальцит, обломочный материал составляет 60-70% породы. Размер обломков 0,08-0,02 мм. Кварц и полевые шпаты содержатся примерно в равных количествах и составляют более 90% обломков.

нологических факторов, поэтому повысить эффективность ГРП можно как за счет совершенствования способов создания и закрепления трещин, так и адаптации технологий отработанных на других объектах с учетом особенностей геологического строения конкретного пласта. Однако эффект от гидроразрыва в разных скважинах не всегда бывает положительным, а в некоторых случаях и отрицательным.

Опыт применения гидроразрыва пласта на месторождениях ОАО «Сургутнефтегаз» показал, что наибольшая эффективность воздействия достигается в сильнорасчлененных пластах при создании протяженной трещины, вскрывающей все продуктивные прослои (Желудков, Малышев, 2005).

В настоящей работе, в процессе исследований сложнопостроенных коллекторов месторождений Сургутского свода была предпринята попытка установления связи геологических характеристик коллектора с результатами эффективности проведения механических методов воздействия на пласт, в частности, с результатами полученными до и после проведения ГРП.

При выполнении работы был изучен керн песчаных и алевролитовых коллекторов 10 скважин, пробуренных на пласты группы АС, и 12 скважин, пробуренных на пласты группы БС и ЮС. Установлена зависимость коллекторских свойств породы от типа цемента, литологического и гранулометрического состава.

Целью исследований являлось изучение особенностей пород как в шлифах, так и макроскопически: 1) изучение цемента породы, его количественной роли, морфологи-

ческих признаков (окраски, степени прочности), структуры и состава; 2) изучались вторичные изменения: признаки выветрелости, растворения зерен под давлением или перекристаллизации.

По результатам изучения шлифов установлено, что песчаники и алевролиты пла-

стов группы БС, как правило, серые, крупно-, средне-, мелкозернистые, плотные, крепкие, слюдистые, с карбонатно-глинистым, карбонатно-хлоритовым цементом.

По минералогическому составу песчаники и алевролиты относятся к полимиктовым, аркозовым. Акцессорные минералы представлены, в основном, эпидотом, цирконом турмалином.

Содержание цемента изменяется от 10-12 до 20-25%, в алевролитах достигает 30-35%. Тип цемента поровый, пленочно-поровый, базальный, регенерационный, крустификационный. Поры выполнены карбонатом, а также хлоритом, гидрослюдой в некоторых участках отмечаются изменения в виде карбонатизации и сидеритизации глинистого вещества. По результатам исследований составлен геологический разрез восточного и западного участка одного из месторождений центральной части Сургутского свода (Рис. 2) (Тюкавкина, Ешим, 2012).

Многие исследователи: Луговая В.М., Никашкин А.М., Акманаев Р.Ф., Желудков А.В., Малышев Г.А., Малышев А.Г., Сонич В.П., Ивин М.О., Журба В.Н., при изучении особенностей строения пластов месторождений Сургутского свода отмечают, что величина дебита после проведения ГРП не зависит или мало зависит от эффективной мощности пласта, песчаности и расчлененности, а также неоднозначна связь результатов ГРП и проницаемости пласта (при проницаемости равной $76 \times 10^{-3} \text{ мкм}^2$ дебит скважины после ГРП увеличился всего в 1,5 раза). Это еще раз подтверждает, что остается открытым вопрос о соотношении техногенного и геологического факторов.

По результатам исследований показателей дебита нефти, жидкости, обводненности скважин до и после проведения ГРП, изучение наиболее распространенного типа цемента горной породы для соответствующего пласта можно отметить:

1) максимальный эффект ГРП отмечается в баровых отложениях песчаников группы АС и БС с поровым и порово-базальным, кристаллически-зернистым хлоритовым и хлоритово-карбонатным цементом (после проведения ГРП дебит увеличился в 8-25 раз);

2) в отдельных скважинах, в песчаных породах пластов группы ЮС с поровым, кристаллически-зернистым кальцитовым цементом после проведения ГРП дебит увеличился в 3,4-5 раз;

3) в некоторых скважинах вскрывающих песчаные пласты группы БС, сформированных в прибрежно-морских условиях, наблюдается высокая расчлененность и повышенная глинизация пород. Средне-, мелкозернистые пес-

чаники с преобладанием пленочного крустификационного цемента характеризуются небольшими дебитами, которые практически не возрастают после проведения ГРП, а в одной скважине отмечается даже отрицательный результат;

4) возможно, эффективность метода воздействия зависит от прочности цемента (базальный цемент характеризуется прочной цементацией, поровый имеет различную по прочности цементацию, в пленочном чаще всего отмечается не прочная цементация);

5) наименее эффективными являются зоны имеющие линзовидное строение коллектора и неравномерное распределение глинистого материала. В таких зонах отмечаются различные значения нефтенасыщенности и низкие фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС), средний прирост дебита нефти после проведения ГРП составляет 5,4 т/сут, а его эффективность резко меняется от скважины к скважине и в большей степени определяется качеством интерпретации исходной информации (Тюкавкина, Стреляев, 2012).

В заключении следует отметить, что по результатам данных исследований можно с достаточной долей уверенности сказать, что зависимость между типом цемента и степенью его разрушения при технологическом воздействии на пласт выявлена и существует. Но очень важным остается вопрос изучения литологических характеристик породы, в частности слоистости, карбонатности цемента, присутствия хлорит-гидрослюдистых пленок вокруг зерен, что в целом уменьшает проницаемость породы. В настоящее время планирование объемов и оптимизация технологии воздействия на пласт осуществляется на основании не только имеющихся критериев предварительного выбора скважин-кандидатов, но и результатов петрохимических исследований, в частности, карт и объемных моделей литолого-фациального строения пласта.

Также необходимо отметить, что величина дополнительной добычи нефти в результате проведения ГРП зависит от состояния разработки участка, степени выработки запасов, состояния энергетического потенциала залежи и активности системы ППД, строения залежи и экранов (Сонич и др., 2001).

Выводы

1. Для более детальных исследований необходимо учитывать особенности строения резервуаров, сложнопостроенных, тонкослоистых пластов, проводить объемные исследования ядерного материала.

2. Зональная неоднородность пластов месторождений центральной части Сургутского свода обуславливает различие результатов ГРП как по эффективности воздействия на пласт, так и по длительности эффекта.

3. Анализ эффективности применения ГРП, показал, что результаты воздействия в краевых частях объектов БС существенно ниже, чем в центральных, что может быть обусловлено влиянием системы ППД и снижением фильтрационных свойств коллектора в следствии особенностей геологического строения, распределением литолого-фациальных зон.

4. При сопоставлении результатов ГРП с данными литолого-фациального анализа, отмечено, что наиболее низкая эффективность ГРП отмечается в мелководно морс-

ких отложениях, расположенных в краевых частях пласта.

5. Полученный результат позволяет сделать лишь предварительные заключения о возможности использования данных при прогнозе и анализе дебита скважин после проведения гидравлического разрыва пласта (ГРП), т.к. для более точных выводов необходим объемный фактический материал и его статистическая обработка.

Литература

Бахарев М.С., Басалай В.В., Грачев С.И., Сорокин П.М., Юртаев С.Л., Петухов Ю.А., Тюкавкина О.В. Справочное руководство для буровых бригад. Сургут: Рекламно-издательский информационный центр «Нефть Приобья». 2002.

Желудков А.В., Малышев Г.А. совершенствование технологии проведения направленных гидроразрывов пластов. Вопросы геологии, бурения и разработки нефтяных и газонефтяных месторождений Сургутского региона. *Сб. тр. СургутНИПИнефть*. Вып. 6. ЗАО «Изд. «Нефтяное хозяйство». Москва. 2005. 256.

Сонич В.П., Малышев Г.А., Малышев А.Г., Ивин М.О., Журба В.Н. Оценка перспектив применения ГРП на месторождениях ОАО «Сургутнефтегаз». Вопросы геологии, бурения и разработки нефтяных и газонефтяных месторождений Сургутского региона. *Сб. тр. СургутНИПИнефть*. Вып.3. Изд.«Путиведь», Екатеринбург. 2001. 320.

Сурков В.С., Жеро О.Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. М.: «Недра». 1981.

Тюкавкина О.В., Ешимов Г.К. Построение 3D моделей на основе изучения геолого-геофизических характеристик коллекторов группы АС центральной части Сургутского свода. *Сб. мат. VI Межд. научно-практ. конф.: Перспективы развития информационных технологий*. Новосибирск: Изд. «СИБПРИНТ». 2012.

Тюкавкина О.В., Стреляев В.И. Выделение зон коллектора с трудноизвлекаемыми запасами для месторождений Сургутского свода на основе геолого-геофизических данных. Науки о Земле на современном этапе: *Мат. IV Межд. научно-практ. конф.* М.: Изд. Спутник+. 2012. 55-61.

O.V. Tyukavkina. The study of lithological and field characteristics of reservoir after hydraulic fracturing on the fields of Surgut arch

Currently, the capacity planning and optimization of technologies impact on complex reservoirs of fields of Surgut arch are based not only on existing criteria for pre-selection of candidate wells for execution of geological and technical activities, but the results of petrochemical research. To date, the main criterion for evaluation of reservoir rock properties is core material on which we can get the most accurate and detailed information about the lithological and field characteristics of the reservoir, which in the future are one of the key parameters to select the method of stimulation.

Keywords: hydraulic fracturing, complex reservoirs, rock cement.

Ольга Валерьевна Тюкавкина

Кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры Нефтегазовое дело. Научные интересы: геологическое моделирование, изучение процессов рифтогенеза в Западной Сибири, обоснование и выбор методов повышения нефтеотдачи пластов.

Сургутский институт нефти и газа (филиал) ТюмГНГУ. 626400, Тюменская обл., ХМАО., г. Сургут, ул.Энтузиастов 38, Кафедра Нефтегазовое дело. Тел.: -8 (3462) 356445; факс: 8 (3462) 35-25-88.