

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ



Национальный
исследовательский
**Томский
государственный
университет**



**Геолого-
географический
факультет**
Томского
государственного
университета



НАУЧНОЕ
СТУДЕНЧЕСКОЕ
ОБЩЕСТВО
ПРОМЕТЕЙ

Азимут геонаук

Выпуск 2

Материалы Междисциплинарной
молодежной научной конференции

Томск – 2022

С Е К Ц И Я 4
«СЕДИМЕНТОЛОГИЯ, СТРАТИГРАФИЯ И ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ»

**КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА ПРОДУКТИВНОГО ПАРФЕНОВСКОГО
ГОРИЗОНТА КОВЫКТИНСКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
(ИРКУТСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

А.К. Бессонов¹, Е.Н. Жилина²

Национальный исследовательский Томский государственный университет

¹ *магистрант 2 года обучения ГГФ, a.k.bessonov@yandex.ru*

² *доцент кафедры динамической геологии ГГФ, elena@ggf.tsu.ru*

Научный руководитель: к.г.-м.н., доцент Е.Н. Жилина

В работе представлен анализ фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов продуктивного парфеновского горизонта и изложены выявленные закономерности между коллекторскими свойствами и литологическим составом пород, которые сформировались в различных генетических и геодинамических условиях. Полученные данные позволили более точно подойти к оценке качества коллекторов в пределах изучаемого горизонта.

Ключевые слова: венд, парфеновский горизонт, песчаники, коллекторские свойства, коллектор

Район исследования находится на востоке Иркутской области, в 350 км к северо-востоку от г. Иркутска, на территории Жигаловского и Казачинско-Ленского районов. Ковыктинское газоконденсатное месторождение (ГКМ) расположено в пределах Лено-Ангарского плато, приуроченного к южной части Средне-Сибирского плоскогорья на Ангаро-Ленской ступени в пределах Ковыктинского выступа. Выступ выделен в восточной части ступени у границы с Предпатомским региональным прогибом [Конторович и др., 1995].

Основные ресурсы углеводородного сырья на данной территории сосредоточены в комплексе вендских терригенных отложений. Наибольший интерес для исследований представляет верхнечорская подсвита чорской свиты, относящаяся к тирскому горизонту эдикарского яруса верхнего отдела венда.

Ковыктинское месторождение находится в Ангаро-Ленской нефтегазоносной области. Месторождение однозалежное. Газоконденсатная залежь выявлена в парфеновском горизонте. В структурном отношении месторождение – это крупная литологически ограниченная ловушка на моноклинальном, полого погружающемся в северо-западном направлении склоне Ангаро-Ленской ступени; градиент падения от 1,0 до 2,8 м/км. Тело парфеновского горизонта – гигантская линза пластового типа, литологически ограниченная, представляющую собой промышленный резервуар. Природные газы относятся к существенно метановому типу – от 89,9 до 94,2 %. Гомологи метана (этан, пропан, бутан, пентан и др.) составляют 4,5–6,2 %. Конденсаты представляют бесцветную жидкость с резким бензиновым запахом. Плотность 0,69–1,28 мм²/с; зольность до 0,018 %, сернистость 0,03–0,126 %, смолистость 0,01–0,41 %. В них отсутствует вода, практически не содержатся асфальтены и парафины. Бензиновые фракции конденсатов (до 200°С) содержат 82,4–93,1 % метановых, 5,6–16,03 % нафтеновых и 1,3–3,9 % ароматических углеводородов [Галимов и др., 2009]. Центральная часть с запасами категории С₁ составляет 2/3 от площади газоносности в целом, а по запасам в более 70 %. Периферийные зоны с запасами категории С₂ составляют порядка 30 %. По парфеновскому горизонту: общая площадь газоносности 14 153 223 тыс. м²; общий объем газосодержащих пород 103 415 324 тыс. м³; объем начальных геологических запасов пластового газа 2 577 184 млн. м³ и конденсата 113 614 тыс. т [Гришин и др., 1991].

Фактическим материалом для исследования являлся керн по 4 скважинам Ковыктинского ГКМ (Ковыктинская 69, Ковыктинская 71, Чиканская 11, Хандинская 4), который был предоставлен авторам сотрудниками АО «СНИИГГиМС», г. Новосибирск: начальником отдела геологии

Восточной Сибири канд. геол.-минерал. наук Н.А. Ивановой (кern) и ведущим инженером лаборатории петрофизических исследований М.П. Неверовым (петрофизические данные).

Для определения петрографического состава пород Ковыктинского ГКМ авторами было просмотрено 262,27 м, описано и сделаны фотографии 56 м керна материала, обработана коллекция из 60 шлифов. При определении фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) используют образцы горных пород правильной (цилиндрической) формы диаметром 30 мм и высотой 30 мм с параллельно отрезанными, пришлифованными торцами. Авторы обработали петрофизические данные по 140 цилиндрам на 5 видов анализов.

Песчаники парфеновского горизонта разномзернистые, от мелкозернистых до крупнозернистых, преимущественно средне-мелкозернистые, редко гравелитовые (в подошвенной части горизонта) (рисунок 1), размерность уменьшается в верх по разрезу. По вещественному составу по классификации В.Д. Шутова [Шутов, 1967] песчаники преимущественно кварцевые, кремнекlastово-кварцевые, полевошпатово-кварцевые, в меньшей степени мезомиктово-кварцевые, кварцевые граувакки и полевошпат-кварцевые граувакки (рисунок 2).

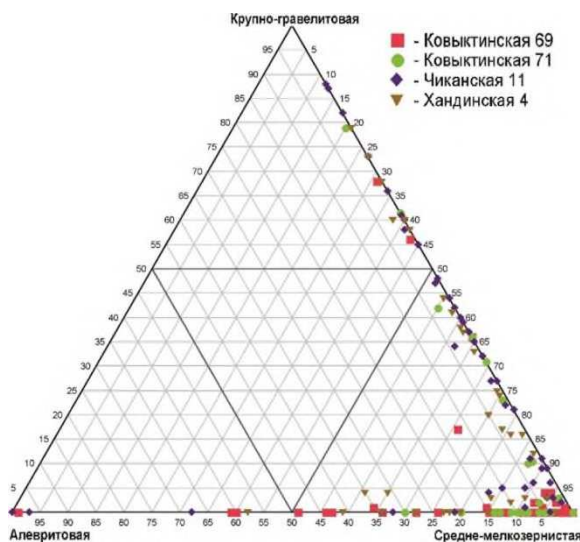


Рисунок 1 – Гранулометрический состав песчаников парфеновского горизонта

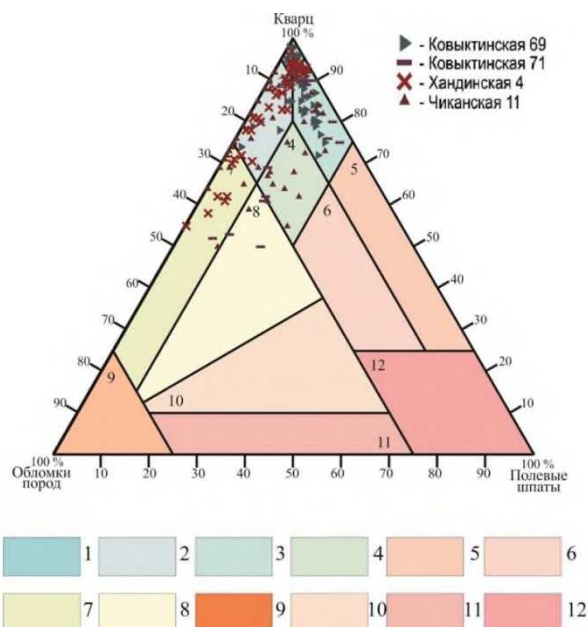


Рисунок 2 – Вещественный состав песчаников парфеновского горизонта по классификации В.Д. Шутова [Шутов, 1967]. Примечание: 1 – кварцевые; 2 – кремнекlastово-кварцевые; 3 – полевошпат-кварцевые; 4 – мезомиктово-кварцевые; 5 – аркозы, 6 – граувакковые аркозы; 7 – кварцевые граувакки; 8 – полевошпат-кварцевые граувакки; 9 – граувакки; 10 – кварц-полевошпатовые граувакки; 11 – полевошпатовые граувакки; 12 – полевошпатовые

Из совокупности всех параметров, характеризующих коллекторские свойства, при прогнозе коллекторов обычно используют главные показатели: пористость и проницаемость, которые применяют практически во всех известных оценочных классификациях [Жилина и др., 2011]. В основе оценки качества коллекторов была использована схема классификации коллекторов А.А. Ханина [Ханин, 1969].

Для выделения типов и классов коллекторов в пласте в целом объеме рассчитанных данных, были построены гистограммы распределения открытой пористости (Кп) и абсолютной газопроницаемости (Кпр), по которым стало видно, в каких пределах изменяются значения. По всему горизонту, по исследованным образцам: максимальное значение Кп, %, по жидкости – 22,4 %, среднее значение – 6,7 %; максимальное значение (Кпр, мД) – 251,2 мД, что обусловлено трещиноватостью некоторых пород, среднее значение – 10,2 мД; объемная плотность $\rho_{нас}$ изменяется от 2,25 г/см³ до 2,80 г/см³ и, в среднем, составляет 2,55 г/см³; объемная плотность $\rho_{сух}$ изменя-

ется от $2,09 \text{ г/см}^3$ до $2,79 \text{ г/см}^3$ и, в среднем, составляет $2,50 \text{ г/см}^3$; минералогическая плотность (скелет породы) $\delta_{\text{кмп}}$ изменяется в пределах $2,57\text{--}3,01 \text{ г/см}^3$ и, в среднем, равна $2,68 \text{ г/см}^3$. По результатам анализа графика зависимости коэффициентов пористости (K_p) от коэффициентов абсолютной газопроницаемости ($K_{пр}$) авторами выявлена линейная зависимость пористости от пористости (рисунок 3).

Составив и проанализировав графики зависимостей K_p и $K_{пр}$ от гранулометрического состава исследуемых образцов стало видно, что коэффициент пористости прямо коррелирует с гранулометрическим составом породы, что отражено на гистограммах плавным переходом преобладающих значений выборки от преимущественно VI класса коллекторов (весьма низкие коллекторские свойства) в алевроитовой фракции к преимущественно V классу коллекторов (низкие коллекторские свойства) в мелкозернистой фракции. Начиная со среднезернистой фракции значения выборки перестали попадать в VI класс и более равномерно распределились между IV классом (пониженные свойства) и III классом (средние свойства), в крупнозернистой фракции также наблюдается продолжение данной тенденции перехода значений из V класса в IV и III классы с преобладанием последнего, также в крупнозернистой фракции представлены II (высокие свойства) и I (очень высокие свойства) классы.

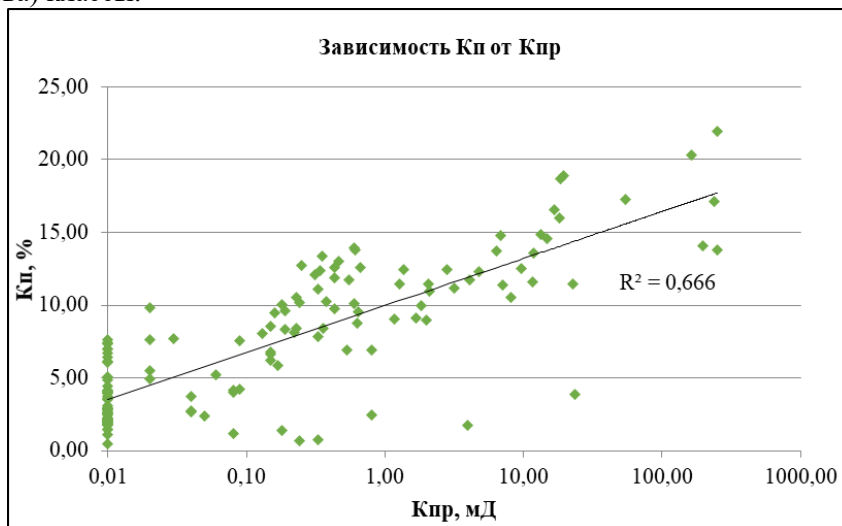


Рисунок 3 – График зависимости коэффициентов пористости (K_p) от коэффициентов абсолютной газопроницаемости ($K_{пр}$)

При рассмотрении распределения показателей проницаемости в зависимости от фракционной принадлежности мы смогли установить некоторую корреляцию, но она является не столь явной как с показателями пористости и наиболее заметна при переходе от мелкозернистой к среднезернистой фракции.

При анализе графиков зависимостей K_p и $K_{пр}$ от вещественного состава пород, авторами было замечено, что количество кварцевой составляющей в песчаниках парфеновского горизонта никак не влияет на значение пористости пород, но незначительно увеличивает проницаемость. Содержание полевых шпатов никак не влияет на пористость и в незначительной степени отрицательно воздействует на проницаемость, по обломкам пород со слюдами наблюдается незначительная положительная зависимость по пористости и отрицательная по проницаемости.

Графики зависимости K_p и $K_{пр}$ от минерального состава цементной составляющей наглядно показали, что пористость и проницаемость падает при увеличении количества цемента в поровом пространстве. Сильное снижение пористости (менее 5 %) и проницаемости (менее 0,1 мД) происходит при присутствии в поровом пространстве глинистого (более 10 %), кварцевого (более 5 %) и карбонатного (более 7 %) цементов. Хлоритовый цемент в песчаниках в целом улучшает коллекторские свойства, так при содержании хлорита до 10 %, пористость песчаников составляет в среднем более 5 %. Содержание сульфатного цемента, по полученным данным, почти не влияет на ФЕС.

По результатам проведенных исследований было установлено, что песчаники парфеновского горизонта преимущественно кварцевые, средне-мелкозернистые, обладают низкими коллекторскими свойствами, относясь к V классу коллектора с признаками IV и реже III классов. На коллекторские свойства исследуемых пород влияет размерность зерен, а также количество цемента в поровом пространстве. Снижение коэффициента пористости и коэффициента проницаемости ис-

следуемых образцов наблюдалось при превышении пороговых значений содержания алевритовой фракции (более 30 %), а также глинистого (более 10 %), кварцевого (более 5 %) и карбонатного (более 7 %) цемента.

Литература

1. *Галимова Т.Ф., Пермяков С.А.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. Серия Ангара-Енисейская. Лист N-48 – Иркутск. Объяснительная записка, 2009. [Электронный ресурс] – URL: <http://webmapget.vsegei.ru/index.html> (дата обращения 11.09.2021 г.).
2. *Гришин Н.П., Ларичев А.И.* Изучить рифейские отложения Сибирской платформы, выполнить количественную оценку перспектив нефтегазоносности и определить направления геологоразведочных работ на нефть и газ / Отчет СНИИГГиМС. Новосибирск, 1991. 300 с.
3. *Жилина Е.Н., Чернова О.С.* Комплексный седиментологический подход к изучению сложнопостроенных природных резервуаров // Сборник статей одиннадцатой международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования, разработка и применение высоких технологий в промышленности» под ред. А.П. Кудинова. Высокие технологии, образование, промышленность. Т.4. СПб.: Изд-во Политех. ун-та, 2011.
4. *Конторович А.Э., Гребенюк В.В., Запывалов Н.П.* Нефтегазоносные бассейны и регионы Сибири (Иркутский бассейн). Вып. 8. Новосибирск: Научно-издательский центр ОИГГМ СО РАН, 1995. 60 с.
5. *Ханин А.А.* Породы коллекторы нефти и газа и их изучение. М.: Недра, 1969. 366 с.
6. *Шутов В.Д.* Классификация песчаников // Литология и полезные ископаемые. 1967. № 5. С. 86–104.