

Саратовский национальный исследовательский
государственный университет имени Н. Г. Чернышевского
Геологический факультет
ООО НПО «Союзнефтегазсервис»



ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ – 2017

*Материалы научной межведомственной конференции
г. Саратов, 12-13 октября 2017 года*

Саратов – 2017

УДК 55(082)
ББК 26.3я43
Г35

Геологические науки – 2017: Материалы науч. межвед. конф. – Саратов: Изд-во "Техно-Декор", 2017. – 64 с.: ил.

ISBN 978-5-9500428-9-8

Сборник содержит материалы докладов научной межведомственной конференции «Геологические науки – 2017» (12-13 октября 2017 г., г. Саратов). Доклады посвящены различным аспектам геологических наук и располагаются в тематическом порядке по разделам: «Геология, поиски и разведка горючих полезных ископаемых», «Геофизика. Методы поиска полезных ископаемых и сопровождения бурения», «Литология, геохимия и геохимические методы поиска полезных ископаемых», «Региональная геология, стратиграфия и палеонтология», «Геологическое сопровождение инфраструктурных проектов», «Аппаратурное и программное обеспечение геолого-геофизических изысканий», «Экологическая геология и геоэкология. Аспекты захоронения промстоков». Для специалистов-геологов, а также для всех интересующихся геологией.

УДК 55(082)
ББК 26.3я43

Ответственные редакторы:
Редакционная коллегия:

М.В. Пименов, В.А. Фомин
Е.Н. Волкова, О.П. Гончаренко, В.Н. Ерем ,
А.Д. Коробов, Е.М. Первушов

Оргкомитет выражает искреннюю благодарность
ООО НПО «Союзнефтегазсервис»
за помощь в издании сборника.

ISBN 978-5-9500428-9-8

© Саратовский национальный
исследовательский государственный университет
имени Н. Г. Чернышевского
© Геологический факультет
© ООО НПО «Союзнефтегазсервис»

**Геология,
поиски и
разведка
горючих
полезных
ископаемых**

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕТРОГРАФИЧЕСКОЙ ПРОБОПОДГОТОВКИ ПОРОД НЕТРАДИЦИОННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

Андрушкевич О.Ю., Андрушкевич С.О., Музалевская Л.В.

ФГБОУ ВО “Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского”

Последние 15-20 лет навсегда ввели в терминологию геологов-нефтяников фразы “глинистые сланцы”, “тяжелая нефть”, “нетрадиционные коллектора” и другие подобные словосочетания. Появление и развитие новейших методов исследования вещества (рамановской спектроскопии, микронзондового анализа и других) позволяет решать многие задачи изучения нетрадиционных пород-коллекторов и нетипичных месторождений УВ. Вместе с тем, по мнению авторов, незаслуженно отодвигаются на второй план старые проверенные годами способы, прежде всего “стандартный” петрографический анализ – изучение пород в шлифах.

Наметилось очевидное отставание специалистов, ответственных за изготовление петрографических препаратов, прежде всего шлифов, от появившихся потребностей. Переход на новые типы пород, которые оказались более сложными в плане изготовления препаратов по сравнению с классическими коллекторами, оказался не подготовленным. Отсутствие практического опыта работы с подобными объектами, нежелание или невозможность перейти на новые типы станочного оборудования и новые реактивы и реагенты, вот лишь некоторые из причин создавшейся ситуации.

На двух примерах покажем насколько эффективным, может быть петрографический анализ при современном подходе к пробоподготовке.

Первым сложным объектом для изготовления геологических препаратов, являются так называемые бажениты – породы баженовской свиты Западной Сибири, представленные, прежде всего, аргиллитами со значительным содержанием различного углеводородного и органического вещества – от тяжёлых битумов и керогена до лёгкой нефти.

Сложность при изготовлении шлифов из “баженитов” определяется двумя основными факторами. Во-первых, сильно трещиноватые, мягкие аргиллиты нередко содержат некоторое количество псаммитовой фракции, что в совокупности приводит к срыву заготовки образца с покровного стекла в процессе обработки. Во-вторых, значительные количества ОВ и УВ делает изготавливаемые по стандартной толщине в 30 микрон шлифы очень тёмными, практически нечитаемыми под микроскопом. Последнее связано с внедрением в мягкую матрицу породы истираемого шлама, тёмного за счёт тяжелых фракций УВ.

Предлагается простое и эффективное решение.

Первое: подготовленная заготовка шлифа запитывается эпоксидными смолами низкой вязкости в вакуумных установках. Учитывая сильную трещиноватость образцов, достаточным является разрежение в -15-20 % от атмосферного.

Второе: необходимо отказаться от стандартных методов шлифовки образца свободными абразивами либо алмазными планшайбами. На практике метод опробован использованием в качестве рабочего инструмента, пластин из технической яшмы, обработанных порошком карбида кремния с зернистостью от М 28, М 14, М 7. Финишная шлифовка заготовки образца происходит за счет заданной шероховатости яшмовых пластин. При таком способе, истираемый шлам удаляется в отрицательные формы микрорельефа пластины и не происходит его внедрение в саму заготовку.

Следующая проблема петрографической пробоподготовки, остро стоящая перед специалистами-практиками, связана с породами, содержащими тяжёлую нефть или

сложные (многофазовые) УВ. Для эффективной разработки таких месторождений необходимо иметь чёткое представление о пространственном взаимном положении компонентов системы “матрица породы-коллектора – поровое пространство – тяжёлая нефть”, так как тяжёлые фракции нефти часто “забивают” свободное поровое пространство и значительно снижают показатели проницаемости породы.

Существующие на сегодняшний день стандартные методики обработки нефте насыщенных пород предполагают предварительное удаление (экстрагирование) УВ из образца. Связано это, прежде всего с тем, что любые УВ содержат в своем составе природные минеральные масла, которые не позволяют наклеивать заготовку образца на предметное стекло. Соединение получается слишком слабым, что приводит к срыву заготовки с предметного стекла в процессе обработки.

При “классическом” подходе к изготовлению препаратов из нефтесодержащих пород, по мнению авторов, возникает некоторый парадокс: специалисты петрографы и литологи, исследуют нефтенасыщенную породу, из которой экстрагированием удаляется большая часть полезной компоненты, и как следствие – важной и значимой информации.

Предлагается новая, опробованная на практике, методика изготовления петрографических шлифов из нефтесодержащих пород. Основная суть которой заключается в том, что все операции по наклейке и шлифовке образца проводятся при пониженных температурах. Такие температуры существенно повышают вязкость нефти и её тяжёлых компонентов, что позволяет без проблем наклеивать шлиф и обрабатывать его до необходимой толщины. При этом единственным появляющимся недостатком является некоторое увеличение времени полимеризации используемых при наклейке эпоксидных смол.

Практическое решение последней задачи нашло неожиданное применение в далёкой от геологии отрасли, а именно в дорожном строительстве. Предлагаемая методика была успешно опробована при изготовлении шлифов из асфальтобетонов. Петрографический анализ асфальтобетона, по сути своей – обломочной песчано-гравийной породы на битумном цементе, может быть использован для оценки качества укладываемого покрытия. С помощью этого метода легко диагностируются процентное содержание песчаной, гравийной и битумной составляющих, однородность и гранулометрический состав обломочной части, температурные режимы изготовления смеси, степень уплотнения асфальта при укладке.

Таким образом, использование новых способов петрографической пробоподготовки позволяет значительно расширить возможности классических методов анализа вещества и открывает новые перспективы исследований сложных объектов нефтяной геологии.

Представленные способы пробоподготовки в настоящее время проходят патентную защиту в Федеральной службе по интеллектуальной собственности.

**Геофизика.
Методы
поиска
полезных
ископаемых и
сопровождения
бурения**

ВНЕДРЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВО ЦЕНТРА УДАЛЕННОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА СТРОИТЕЛЬСТВА СКВАЖИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩИХ КРОСС-МОДЕЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЯ.

Анопин А.Ю.¹, Макутин Н.Н.², Ибрагимов М.Х.²

¹ООО "Центральная партия ГТИ ФГБОУ ВО "Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского".

² ООО "Союзнефтегазсервис-Гео".

Целью внедрения центра удаленного мониторинга являлось повышение эффективности процесса строительства скважин и ГТМ на месторождениях путем обеспечения оперативности, своевременности и оптимальности управленческих решений.

Современным подходом в области удаленного мониторинга является создание многоцелевого центра удалённого мониторинга, включающего в себя оперативный (ситуационный) модуль, аналитический модуль, а также модуль геолого-технологического мониторинга и кросс-моделирования.

Принципы, заложенные в идеологию данного центра, позволяют реализовать своевременную беспрепятственную передачу необходимых потоков агрегированной, расчетной и аналитической информации на все уровни управления строительства скважин для принятия управленческих решений.

Экономическая эффективность создания центра выражается в снижении капитальных затрат за счет оптимизации процесса строительства скважин и ГТМ (геолого-технологических мероприятий). Центром удалённого мониторинга решается множество задач, такие как:

- контроль проведения работ (24/7) по всем объектам мониторинга;
- решение оперативных организационных и инженерных задач в процессе строительства скважин и проведения геолого-технологических мероприятий (ГТМ) с привлечением, при необходимости, узкоспециализированных сотрудников ведомственных, исследовательских и проектных организаций, реальновременной анализ и прогнозирование возможных проблем для предотвращения аварий и осложнений в процессе бурения и ГТМ;
- оперативный анализ и интерпретация данных ГИС, ГТИ, СКЦ, результатов испытаний, керна, шлама. Подготовка отчетов для Заказчика;
- комплексный анализ имеющейся производственно-экономической, технологической и геологической информации, а также информации для уточнения геологического строения;
- построение геологических, гидродинамических моделей для использования в ходе анализа процессов строительства скважин и ГТМ.

Практическое внедрение центра удалённого мониторинга было успешно выполнено на объектах ОАО «Удмуртнефть» при строительстве скважин 754, 534, 558 Киенгопского месторождения; 1, 2 Тимеевского месторождения, 39, 40 Карсовайского месторождения, 3187, 3186 Чутырского месторождения. Состав ЦУМа в данном случае был представлен оперативным (ситуационным) и аналитическим модулем с элементами моделирования. В процессе выполнения работ аналитическим модулем было выполнено построение модели Тимеевского месторождения, включающей в себя стратиграфические горизонты, траектории стволов. В последствие модель была дополнена гидродинамическими параметрами – объёмами и интенсивностями поглощений. Анализ модели позволил прогнозировать интервалы и объёмы поглощений на «виртуальной» скважине еще до начала её бурения. В процессе бурения модель непрерывно дополнялась вновь полученными данными. Применение в работе оперативным модулем кросс-модели

Тимеевского месторождения, построенной аналитическим отделом ЦУМа, позволила прогнозировать интервалы катастрофических поглощений при строительстве скважин, тем самым своевременно рекомендовать провести подготовительные мероприятия для ликвидации зоны поглощения, и тем самым сократить время строительства скважины.

За время выполнения работ оперативным модулем было зафиксировано 57 отклонений от нормальных условий, проектных режимов, а также программы работ, о котором в режиме реального времени сообщалось Заказчику для принятия корректирующих решений. По ряду скважин были на раннем этапе диагностированы развивающиеся осложнения свободного перемещения бурового инструмента и начинающегося поглощения, своевременная реакция на которые, не позволила допускать негативное развитие ситуации.

В процессе сопровождения строительства скважине №1 Тимеевского месторождения по результатам гидравлических расчетов была выявлена не оптимальность геометрии применяемого бурового инструмента. В результате его использования снижалась степень очистки ствола скважины - в интервале нахождения бурильного инструмента диаметром 114мм в открытом стволе диаметром 215,9мм очистка ствола составляла 64,38%, а в обсадной колонне падала до 59,69%.

Расширение сферы применения технологии возможно путем реализации пилотных проектов в области эксплуатации, освоения (испытания) скважин, и формирование НИОКР по развитию геолого-технологического мониторинга, включая обоснование ключевых управляемых геолого-технологических факторов, обеспечивающих оптимизацию процесса строительства скважин для получения максимальной геологической и экономической эффективности.

Особым элементом технологии является внедрение сопровождения моделей, постоянно обновляемых в процессе строительства скважин, по данным, поступающей в открытом формате WITS. Так, например, в настоящее время в рамках совместного проекта ООО НПО «СНГС» и ООО «КАРСАР» (г. Саратов) удалось в режиме реального времени реализовать получение, передачу, комплексирование и отображение в рамках одного планшета данных ГТИ и различных методов ГИС.

В целом по итогам внедрения установлено, что результатом создания Центра удаленного мониторинга является предотвращение аварийных ситуаций на скважине или минимизация их последствий, сокращение затрат на ликвидацию аварийных ситуаций, т.е. снижение капитальных затрат на строительство скважин, оперативное реагирование на форс-мажорные обстоятельства на любом административном уровне, возможность непрерывного контроля процесса строительства скважины, улучшение технико-экономических показателей строительства скважины.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПРАКТИКИ КАК ФОРМА ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ В СОВРЕМЕННОМ ГЕОЛОГИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Власенко Е.А., Волкова Е.Н.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Реалии современной геологии как отрасли науки и производства требуют от специалистов повышения эффективности временных затрат на принятие решений. В связи с этим возникает необходимость в интересах абсолютного большинства работодателей, готовых принять специалиста с практическими навыками, корректировать положения образовательных стандартов в сторону увеличения объема практик в аудиторной нагрузке. В системе подготовки специалистов в области геологического образования в

современном ВУЗе важнейшее место начинают занимать практики. Формируется модель подготовки специалистов, способных принимать инженерные решения в процессе практической деятельности на основе принципа неразрывного единства теоретического и практического обучения.

Основная цель учебной практики – закрепить теоретические знания по дисциплинам и познакомить студентов в условиях реальной жизни с изучаемыми процессами; привить студентам первые навыки работы геолога, ознакомить с документацией наблюдений и обработки собранного материала. Цели производственной практики — формирование профессиональных компетенций; закрепление, обобщение и систематизация знаний путем их применения в решении профессиональных задач; расширение и углубление знаний благодаря изучению работы конкретных предприятий и учреждений; практическое освоение современного оборудования и технологий, методов управления.

Значительно повысить эффективность производственных и учебных практик возможно путем создания действующих представительств учебных подразделений (в форме базовых кафедр) на производствах. У многих ВУЗов геологического направления устарела материально-техническая база, давно не обновлялось оборудование, а на производстве используются новые технологии и приборы, опытом работы на которых студенты не обладают. Филиалы кафедр на производствах имеют современное оборудование, что позволяет ликвидировать пробелы в практическом опыте студентов. Кроме того, создание базовых кафедр позволяет привлечь к педагогической деятельности ведущих специалистов отрасли, имеющих огромный опыт работы, как в полевых исследованиях, так и в работе на современных приборах.

Создание и развитие полигонов для проведения комплексных учебных и производственных практик геологического факультета позволяет кардинально повысить уровень профессиональной подготовки студентов по профильным специальностям за счет проведения практики на реальных геологических объектах с использованием современной аппаратуры и применением новейших технологий обработки, интерпретации и сопоставления полученного материала как непосредственно в рамках проведения практики, так и после её завершения.

Необходимо формирование картографической основы практики, которая позволит обеспечить современный уровень работы геологов – съемщиков в полевых условиях, в частности приобрести навыки общения со спутниковыми системами и приборами типа ГЛОНАСС и GPS. Получение картографического материала в цифровом исполнении, который допускает его совершенствование и создание на его основе специализированных карт и схем.

Следует изыскивать возможности применения новых способов обработки материала, занесения наблюдений и ежедневных рейсов в электронные базы данных, что, несомненно, обеспечивает кардинально более высокий уровень при обучении студентов непосредственно в условиях полевых практик.

Особую актуальность представляет этот вопрос при проведении геофизических практик, поскольку геофизические приборы нового поколения обеспечены электронной системой автоматической записи регистрируемых сигналов геофизических полей и в рамках учебной практики студенты, при соответствующем оснащении получают уникальную возможность ежедневной первичной обработки полевого материала с целью оперативной корректировки запланированных для съёмки маршрутов.

Разработанные в соответствии с современными тенденциями рынка образовательных услуг учебные программы, некоторый опыт инновационной реализации образовательных практик в учебном процессе позволят продолжить совершенствовать конкретные технологии и методики практик с учетом актуального социального заказа.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫСОКОТОЧНЫХ ПОЛЕВЫХ МЕТОДОВ ГЕОФИЗИКИ

Волкова Е.Н., Власенко Е.А.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

На кафедре геофизики геологического факультета в Саратовском государственном университете были выполнены исследования, позволившие создать рациональный комплекс, пригодный для ранжирования территорий по степени их нефтегазоперспективности [Рыскин, 2009]. В него включены геофизические и геохимические методы, посредством которых можно получать взаимодополняющую косвенную и прямую информацию о возможной нефтегазоносности выявленных структур до вскрытия их скважинами, преодолевая комплексированием одно из главных препятствий - косвенный характер геофизических данных, мешающий осуществлению достоверного прогноза [Молостовский, 2004].

Целью исследований, продолжающихся в рамках данной тематики, является оценка возможности применения технологии прогнозирования залежей углеводородов. Ранее были установлены выводы, касающиеся площадных исследований. Продуктивные скважины месторождения Правобережья Саратовской области приурочены к градиентной зоне, оконтуривающей изометричные минимумы ΔT , выявленные в ходе полевых работ. Основная структурная часть, формирующая ловушку, приходится на максимум ΔG .

Авторами проанализированы результаты пространственного сопоставления продуктивных отложений реального, т.е. натурального геологического разреза по профилю скважин и графиков значений геофизических параметров. Графики были построены по значениям, сформированным при оцифровке схем термомагнитного коэффициента, наблюдаемого гравиметрического поля, остаточного поля силы тяжести, магнитометрического поля, значений комплексных параметров [Дэвис Д., 1973].

На схемах комплексного параметра двухсоттысячного масштаба конфигурация изоаномал сходства на юго-востоке участка, в зоне скопления скважин частично совпала с геометрией изогипс отражающего горизонта, что подчеркивает структурный фактор изучаемого объекта. На карте различия геопотенциальных полей, в рисовке изолиний не усматривается что-либо общее со структурными особенностями, т.е. максимально отображено влияние неструктурного эффекта, где в зоне между скважинами наблюдается морфологически незамкнутая область, составляющая поле положительных значений. К сожалению, на схемах районирования территории по конфигурации изолиний не выделен участок, аналогичный эталонной зоне скопления скважин на юге территории. В итоге визуального и пространственного анализа не обнаружено закономерной связи между геофизическими характеристиками.

В рамках выбранной четкой геологической ситуации, в которой присутствуют явные зоны флюидов с дифференцированными физическими свойствами, созданная геолого-геофизическая модель месторождения продемонстрировала сложную изменчивость геофизических и геохимических параметров над зонами водонефтяного контакта и собственно над нефтяной залежью

Для дальнейшей интерпретации был привлечен метод корреляционного разделения геофизических аномалий [Витвицкий О.В., 1990]. КОМП является средством анализа соотношения между локальными особенностями геолого-геофизических полей. Он позволяет обнаружить единую локальную «структуру» в совокупности геолого-геофизических полей. При этом перебор порядков фоновых многочленов (или трендов) позволяет организовать процесс своеобразной фильтрации, когда с ростом порядка фона идет поиск все более тонкой общей «структуры» анализируемых полей. Первая

оптимальная регрессия имеет всегда чисто структурную природу, а последующие должны содержать ту часть поля, которая не «вписывается» в структуру H и может иметь неструктурный характер. О неструктурной природе свидетельствует резкое изменение характера связи – смена знака коэффициента корреляции на обратную при переходе от одного остаточного параметра к другому при разных степенях полинома и смена знака коэффициентов регрессии.

Чрезвычайно важным в практическом отношении обстоятельством, является и тот факт, что при достаточной плотности эталонных точек, в которых заданы геолого-геофизические поля, полезную компоненту можно и не вычислять. Для ее выявления можно ограничиться построением карты отклонений ΔH прогнозных значений от эталонных.

Далее был выполнен прогноз толщины нефтенасыщенного продуктивного пласта и собственно значений глубин кровли ардатовского горизонта методом КОМР по всей площади. Созданные числовые матрицы параметров терромагнитного коэффициента, параметра толщины и параметра глубин отражающего горизонта анализировались тренд-анализом и корреляционным разделением. Отсутствующие в северной части исследуемой площади, в области второй скважины, значения толщины были вычислены по прогнозирующим параметрам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Дэвис Д. Статистика и анализ геологических данных. М.: Мир, 1973 с. 353.

Молостовский Э.А., Фролов И.Ю. Использование терромагнитометрии при поисках месторождений нефти и газа // Палеомагнетизм и магнетизм горных пород: теория, практика и эксперимент / Материалы международного семинара. — Казань, 2004. — С. 257–262.

Рыскин М.И., Волкова Е.Н., Михеев С.И., Фролов И.Ю., Шигаев В.Ю. Рациональное комплексирование геофизических и геохимических методов прогноза нефтегазовых залежей. Изв. ВУЗов. Сер. Геология и разведка. № 6. - Саратов, 2009. С. 58-64.

Витвицкий О.В. Локальный прогноз нефтегазоносности по данным высокоточной гравиразведки. Прикладная геофизика. Вып.123. 1990. С. 35-40.

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ РАЗБУРИВАНИИ ПОРОД ГИДРОХИМИЧЕСКОЙ ТОЛЩИ (ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БОРТОВОЙ ЗОНЫ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ)

Головин Б.А.¹, Головин К.Б.¹, Калининкова М.В.¹, Кузнецов И.В.²

¹ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

²ООО «Нефтегазсервис Саратов»

Нижнепермская соленосная толща широко распространена на территории Прикаспийской впадины, Предуральского прогиба и на прилегающей к ним территории Волго-Уральской антеклизы. В связи с этим проблема оптимизации вскрытия и проходки галогенных отложений при проведении нефтегазопоисковых работ является весьма актуальной задачей.

В литолого-фациальном и структурном отношении, рассматриваемая соленосная толща является не постоянной, в ее составе выделяются пласты натриевых, калийных и магниевых солей, в том числе бишофита. Ритмичное строение карбонатно-сульфатной и

соленосной толщ и их значительная мощность обуславливают четкую выраженность этих пластов на каротажных диаграммах ГК, НГК, АК, $V_{\text{мех}}$ и позволило разработать ритмостратиграфическую схему с выделением ритмов с индивидуальными характеристиками каждого горизонта. Выделение и прослеживание этих ритмов позволяет выполнить достаточно детальный анализ строения и формирования карбонатно-сульфатной и соленосной толщ, проследить изменения состава и мощности тех или иных пластов на значительной территории, восполняя дефицит палеонтологических данных.

Общим во всех ритмостратиграфических схемах является принцип выделения ритмопачек. Каждый ритм начинается породами трансгрессивного этапа осадконакопления, а заканчивается породами регрессивного. При этом, если каротажные исследования ГК, НГК, АК выполняются после бурения исследуемых интервалов, то интерпретация результатов механической скорости ($V_{\text{мех}}$) позволяют получать аналогичную информацию в реальном масштабе времени.

По изменению скорости бурения в галогенных отложениях кунгура уверенно различаются основные разности пород (в порядке увеличения скорости бурения): ангидриты, полигалиты, каменная соль, сильвинит, карналлит, бишофит. Калийно-магниево-соли, кроме того, идентифицируются по увеличению глинистой составляющей в шламовых смесях.

Присутствие в разрезах скважин пород «кровельного ангидрита» позволяет использовать его для прогноза кровли собственно соленосной толщи, сложенной легко растворимыми породами. Появление в шламе обломков гипс-ангидритовых пород при подходе к ожидаемой кровле соленосной толщи кунгурских отложений является сигналом предстоящего через 80-160м проходки резкого увеличения скорости бурения, соответствующего вскрытию галитовых пластов. В этом случае необходимо выдавать рекомендации на повышение концентрации солей в буровом растворе с целью предотвращения повышенного кавернообразования и возможных обвалов пород над бишофитовыми пластами.

Подводя итог изложенному, можно сделать следующие выводы:

1. По изменению скорости бурения в галогенных отложениях кунгура уверенно различаются три основных разности пород (в порядке уменьшения скорости бурения): ангидриты, каменная соль, полигалиты. Последнее, кроме того, определяются по увеличению глинистой составляющей в шламовых смесях. Выдержанность полигалитов позволяет учитывать их и использовать при составлении геолого-технологического наряда на разбуривание последующих скважин на исследуемой площади.

2. Выдержанность по площади «кровельного ангидрита» позволяет использовать его для прогноза кровли соли. Появление в шламе обломков гипс-ангидритовых пород при проходке к ожидаемой кровле кунгурских отложений является сигналом предстоящего через 80-160 м проходки резкого увеличения скорости бурения, соответствующего вскрытию галитовых пластов. В этом случае необходимо выдавать рекомендации на повышение концентрации солей в буровом растворе с целью предотвращения повышенного кавернообразования и возможных обвалов пород над бишофитовыми пластами

К МЕТОДИКЕ ПРОСЛЕЖИВАНИЯ ЛАТЕРАЛЬНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕРРИГЕННЫХ ПОРОД КОЛЛЕКТОРОВ (НА ПРИМЕРЕ ПЛАСТА БС 4-5 ПРИРАЗЛОМНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

Головин Б.А., Головин К.Б., Калининкова М.В.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

В процессе бурения горизонтальных и наклоннонаправленных нефтегазовых скважин существует возможность прослеживания латеральной изменчивости неоднородностей исследуемого пласта, обусловленных постоянно меняющимися условиями осадконакопления. С целью подтверждения указанного предположения было выполнено настоящее исследование

Объектом исследования послужила одна из скважин Приразломного месторождения приуроченного к группе малоамплитудных локальных структур четвертого порядка, осложняющих Салымское куполовидное поднятие. В число этих структур входят: Севская, Приразломное, Репьевская, Алексинская, Южно-Лемпинская. Структуры примерно одинаковых размеров, меридиального простирания (кроме Приразломной) с амплитудой 15-45 м и углами наклона крыльев в основном менее 1° . Для всех этих структур свойственен унаследованный характер развития с постепенным выполаживанием структур вверх по разрезу. Учитывая, сходство геологического строения этих месторождений предлагаемая авторами методика может быть использована на каждом из месторождений этой группы.

Применяемый здесь обязательный комплекс геофизических исследований, включает в себя геолого-технологические исследования, телеметрию с модулем гамма-каротажа и удельного электрического сопротивления в процессе бурения, а также гамма-каротаж, нейтрон-нейтронный каротаж по тепловым нейтронам, боковое каротажное зондирование, каротаж потенциалов собственной поляризации, кавернометрия, инклинометрия, выполняемые после бурения. Интерпретация геофизических методов осуществлялась по стандартным методикам.

По простиранию пласта по изменению информативных параметров, в качестве которых выступают глинистость, пористость, литология и степень насыщения, представилось возможным выделить 65 пропластков. Для каждого из выделенных пропластков были рассчитаны удельное электрическое сопротивление ($УЭС$) и коэффициент нефтегазонасыщения ($K_{нг}$). Затем все пропластки по схожим значениям K_p , были объединены в три группы. К первой группе были отнесены пласты повышенной пористости K_p до 16% , $K_{гл} = 10\%$, $K_{нг} = 86\%$. Во вторую группу вошли пласты с K_p от 13 до 14% , $K_{гл}$ от 20 до 35% , $K_{нг}$ от 75 до 78%. В третьей группе оказались пласты с низкими значениями $K_p = 12\%$, максимальными значениями $K_{гл} =$ от 40 до 50% и $K_{нг} = 70-71\%$.

В результате выполненного исследования, с использованием данных инклинометрии, была построена схематичная геологическая модель пласта БС4-5. Анализируя полученную модель можно отметить, что в пласте прослеживается три явных вертикальных неоднородности по литологическому составу. Нижняя часть разреза сложена глинами/аргиллитами со слабым нефтенасыщением и повышенной глинистостью. Верхняя часть пласта представлена песчаниками с высоким поровым пространством и высокими показателями нефтегазонасыщения. В центральной части разреза прослеживаются пропластки песчаника с карбонатным цементом со средними значениями нефтегазонасыщения и пористости.

Таким образом, используя данную методику, в процессе бурения была выполнена корректировка траектории ствола скважины, позволившая провести ее завершение в

оптимальных условиях с точки зрения петрофизических параметров пласта БС 4-5 Приразломного месторождения.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ВЫЯВЛЕНИЕ ИНТЕРВАЛОВ ОБВАЛООБРАЗОВАНИЯ В ОТКРЫТОМ СТВОЛЕ СКВАЖИНЫ НА ОСНОВЕ ТИПИЗАЦИИ ШЛАМА ПО МОРФОЛОГИЧЕСКИМ И ЛИТОЛОГИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ

Головин Б.А.¹, Головин К.Б.¹, Кузнецов И.В.², Малюга А.Ю.²

¹ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

²ООО «Нефтегазсервис Саратов»

Для повышения эффективности освоения месторождений за счет снижения аварийности и сокращения затрат рекомендуется своевременно проводить оценку обвалоопасности вскрываемого скважиной разреза. Такая оценка реализуется посредством построения геомеханических моделей. Особенно остро вопрос применения геомеханического моделирования встал в последние годы, когда основным инструментом разработки нефтяных и газовых месторождений стала технология бурения наклонных и горизонтальных скважин, в том числе, и на депрессии. На первое место вышли вопросы устойчивости стволов скважин. Для обеспечения устойчивости стенок скважины должны быть выявлены закономерности между направлением ствола скважины относительно максимального горизонтального напряжения и устойчивостью стенок скважины, изучена аварийность при бурении скважин в зависимости от пересечения стволом разрывных нарушений.

Однако, построение геомеханической модели крайне сложный процесс, требующий огромного объема входных данных. При построении геомеханической модели помимо использования данных лабораторных исследований керна необходимо привлечение результатов таких специальных исследований, как кросс-дипольного акустического каротажа, микросканирования стенок скважины (микроимджеры FMI) и других. Подобные исследования, во-первых, достаточно дорогостоящие, во-вторых, применяются относительно недавно, поэтому их распространённость весьма ограничена. Следовательно, собрать полный комплекс данных, необходимых для геомеханического моделирования, весьма затруднительно, а зачастую практически невозможно.

В условиях дефицита исходной информации, не позволяющего построить информативную геомеханическую модель, предлагается выделение обвалоопасных интервалов изучаемого геологического разреза с использованием комплекса доступной геолого-геофизической информации, а именно данных ГТИ и ГИС.

Из данных ГТИ используются как технологические, так и геологические параметры. Наиболее информативными технологическими параметрами являются ДМК и фильтрационные методы.

Высокой геологической информативностью обладают методы исследования каменного материала. По отобранному керну проводится микро- и макроскопическое описание, минерально-петрографический анализ, оценка плотности, пористости и проницаемости, в том числе в термобарических условиях.

Однако охарактеризовать весь изучаемый разрез при помощи керна невозможно по причине весьма ограниченного отбора, не превышающего, как правило, 5-6% протяженности ствола скважины. Для восполнения информации об интервалах, не освещенных керном, проводятся исследования шлама. Существуют исследования двух групп шлама: забойного и обвального. При описании забойного шлама проводится люминесцентно-битуминологический анализ, определение плотности и пористости.

Для оценки поля естественных напряжений геологической среды крайне информативны исследования обвального шлама с определением его формы, а также анализом литотипов на принадлежность к определенным участкам разреза.

Форма шлама не является случайной величиной, а обусловлена при прочих равных условиях литологией разбуриваемых пород и напряжённо-деформированным состоянием среды. Среди обвальной породы выделяют три морфологических типа: угловатый, пластинчатый (блочный) и осколочный.

Угловатый тип обвальной породы формирует сдвиговый тип обрушения.

Пластинчатый тип обвальной породы является фрагментом ранее существовавших зон трещиноватости.

Осколочный тип обвальной породы образуется в результате воздействия растягивающих напряжений.

На одном из месторождений Оренбургской области скважины характеризуются неустойчивостью стенок. Обвалы и осыпания стенок скважин стали причиной ряда аварий, произошедших в процессе их строительства. К примеру, при строительстве скважины 11 зафиксирован прихват бурового инструмента на глубине более 3000 м. Для сокращения количества аварийных ситуаций, возникающих при строительстве новых скважин, проведён анализ причин обвалообразования.

Наиболее подробный анализ выполнен по трём скважинам, одна из которых расположена в своде, две другие на крыльях структуры. Анализ общего объёма обвальной породы по всему стволу скважины показал, что наибольшее количество обвального шлама приурочено к скважине, расположенной в своде структуры.

К анализу привлечены данные профилометрии и акустического каротажа (АК). По данным профилометрии установлено значительное увеличение диаметра скважин в интервалах залегания пермских и девонских отложений. Данные АК показали наличие повышенной трещиноватости горных пород, вскрытых скважиной, расположенной в своде структуры.

Построена таблица соотношения морфотипов и литотипов обвальной породы с привязкой предполагаемых интервалов вывалов к глубине по визуальной-литологической характеристике.

На основе комплексирования геолого-технологических и геофизических данных сделан вывод о геологической причине неустойчивости стенок скважин рассматриваемого месторождения, коей является повышенная трещиноватость горных пород, слагающих разрез, обусловленная воздействием растягивающих напряжений, возникших в процессе формирования структуры. При этом свод структуры характеризуется повышенной трещиноватостью относительно её крыльев.

Подготовлены рекомендации для проектирования и бурения новых скважин на месторождении: контролировать частоту вращения и амплитуду вибраций бурильной колонны; следить за очисткой скважины; использовать блокирующие трещинообразование добавки в буровой раствор; избегать потерь бурового раствора; отслеживать параметры бурового раствора; не использовать высокие скорости бурения; использовать утяжелённые растворы, если это позволяет коридор плотности бурового раствора.

Таким образом, анализ обвального шлама с разделением на морфотипы и литотипы позволяет осуществить привязку предполагаемых интервалов вывалов; сделать выводы о геологических причинах неустойчивости стенок скважины; выдать рекомендации по уменьшению обвалообразования.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ ФИЛЬТРАЦИИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРОГНОЗА ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

Зуб Е.А., Михеев С.И.

АО «Нижне-Волжский научно-исследовательский институт геологии и геофизики»

Несмотря на значительные потенциальные возможности, поляризационная фильтрация сейсмических волн до настоящего времени не нашла в сейсморазведке широкого применения, в том числе, и при нефтегазопоисковых работах.

Традиционный анализ поляризации волн базируется на применении в поле ортогональных установок XYZ. При этом на Z компоненте регистрируются преимущественно продольные (P) волны, на Хи Yкомпонентах в основном волны поперечного типа (PS, SS). Одним из основных недостатков таких установок является, интерференция полезных продольных волн с волнами поперечного типа на Z компоненте и соответственно большой фон продольных волн в интерференции с волнами поперечного типа на записях горизонтальных компонент. Так, волны-помехи частично-кратного типа часто увеличивают длительность импульсов отраженных волн, значительно осложняют волновое поле в целом. Они близки по кинематике и частотному составу к отраженным в связи с чем не могут быть ослаблены за счет применения скоростной или частотной фильтрации. Вместе с тем, в общем случае, отраженные волны и волны-помехи отличаются по поляризации, что позволяет решить задачу их надежного выделения путем поляризационной фильтрации. Такая процедура осуществляет селекцию сейсмических волн по направлению преобладающих векторов смещения частиц среды. Однако, практическая реализация поляризационной фильтрации вызывает большие проблемы, вызванные сложностью соответствующей технологии как на полевом этапе работ, так и на этапе обработки.

В связи с вышесказанным, специалистами «НВНИИГТ» была разработана новая методика направленного приема волн по признаку поляризации, отличающаяся высокой технологичностью и максимальной адаптацией к технологии производственных работ МОГТ. В данной методике при регистрации используются две группы сейсмоприемников, установленных на общей платформе под углом γ_0 к вертикали осей максимальной чувствительности приборов. Зарегистрированные сейсмозаписи преобразуются средствами разработанного авторами специализированного программно-алгоритмического обеспечения. Так же программно предусмотрена возможность пересчета полевого угла γ_0 которая позволяет обострить характеристику направленности системы для конкретных типов волн.

Отметим, что обработка и получение временных разрезов продольных волн не вызывает каких-либо сложностей, в то время как для обменных волн встречаются некоторые проблемы. Одной из основных проблем при выделении обменных волн является, то, что регистрирующиеся с ними одновременно волны-помехи мало отличаются от них по частотному составу. Интервал прослеживания обменных PS волн на сейсмограммах меньше, ввиду того, что для малых удалений от источника обменные волны имеют нулевую или очень малую интенсивность. Другой особенностью PS волн является асимметрия луча. Точка отражения, где происходит обмен продольной (P) волны на поперечную (S) не соответствует средней точке между источником и приемником, как в случае продольных волн. Таким образом, необходимо формировать сейсмограммы по общим точкам обмена (ОТО) для обеспечения более эффективного суммирования PS волн. Кроме того, для обеспечения эффективного суммирования последних необходимо учитывать поперечный характер восходящей волны от точки отражения в пункт приема (ПП), и осуществлять пересчет статических поправок за пункт приема (ПП).

Полученные при реализации разработанной технологии волновые поля по продольным и обменным волнам позволяют определить интервальные скорости как продольных, так и поперечных волн. Тем самым обеспечивается возможность вычислять по ним комплексный параметр γ , который поставляет наиболее надежные данные о нефтегазонасыщенности пород. Данный параметр определяется как отношение скоростей $\gamma = V_s/V_p$, где V_s и V_p соответственно скорости поперечных и продольных волн.

Методические приемы определения интервальных скоростей PP и SS волн существенно отличаются. Если для определения скоростей (V_p) продольных волн имеются апробированные приемы и программы, то для определения скоростей (V_s) требуется специализированный подход. Действительно, в «чистом виде» поперечные SS волны при сейсморазведочных работах МОГТ регистрируются редко. Вследствие чего для скоростного анализа поперечных волн нами в 2014-2016 гг. был предложен многоступенчатый технологический цикл. Его натурные испытания прошли на территории газового месторождения в пределах Некрасовской площади. Здесь вначале определялись эффективные предельные скорости по продольным (PP) и обменным (PS) волнам. Невязки скоростей на пересечении профилей не превышали 50-60 м/с. На следующем шаге был осуществлен пересчет эффективных скоростей PP и PS волн в эффективные скорости SS волн. Последним шагом являлось определение интервальных скоростей (V_{ss}) поперечных волн и определение параметра γ двумя способами.

Первый способ основан на анализе интервальных межгоризонтных времен обменных (Δt_0^{ps}) и продольных (Δt_0^{pp}) волн.

Второй способ базировался на использовании вычисленных значений интервальных скоростей (V_s) поперечных и (V_p) продольных волн, т.е. γ вычислялось как отношение V_s/V_p .

Построенные различными способами графики γ показали наличие аномалии в пределах Некрасовского месторождения. Причем, после осреднении значений параметра его максимум оказался приуроченным к центру контура месторождения.

Результаты опытных работ на Некрасовской площади в целом показали следующее:

- применение поляризационной фильтрации позволило получить высококачественные временные разрезы ОГТ продольных и обменных волн;
- достигнутое в результате применения разработанных технико-методических приемов качество сейсмических данных обеспечило высокоточное определение скоростных характеристик среды;
- вычисленный по скоростям продольных и обменных волн параметр γ , показал высокую информативность, уверенно отразив положение газового месторождения в пределах Некрасовской площади.

Вышеизложенные материалы, по мнению авторов, свидетельствуют о целесообразности внедрения поляризационной фильтрации в практику сейсморазведочных работ.

ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА СКВАЖИН

Кузнецов И.В.¹, Шумилов С.Г.², Малюга А.Ю.³

¹ ООО НПО "СНГС".

² ООО "Нефтегазсервис Саратов".

³ ООО "Геопромальянс»

Анализ технологии проводки скважин в сложных горно-геологических условиях показывает наличие аварий и осложнений, возникающих из-за вскрытия зон с напряженно-деформированным состоянием геологической среды с режимно-

технологическими параметрами, не обеспечивающими противодействие возникновению анизотропной неустойчивости ствола. Это приводит к прихватам, смятию колонн и другим инцидентам. Основным фактором, изменение которого может нормализовать процесс бурения является плотность бурового раствора.

Вводный этап начинается с построения предбуровой механической 1D модели по данным из соседних скважин. Модель включает геомеханические, петрофизические и геологические свойства по всему интервалу бурения. Для калибровки и выверки предварительной (предбуровой) модели используются геофизические данные (акустический и плотностной каротаж, данные сейсморазведки) и информация о бурении (испытание на гидроразрыв, анализ проявлений скважины, отчеты по осложнению). По проведенным анализам можно прогнозировать максимальную и минимальную плотность бурового раствора применимую при безопасном бурении нефтегазовых скважин. В процессе бурения фактическое напряженно-деформированное состояние может отличаться от предварительного (предбурового). В этом случае необходимо своевременно скорректировать рекомендации технологии бурения.

Для успешного решения такого рода задач используется комплекс полевых работ по геомеханическому сопровождению бурения скважины, выполняющий следующие виды работ:

- рекомендации в режиме реального времени по буровым показателям (механическая скорость, нагрузка, давление), плотности циркулирующей жидкости, последовательности технологических операций (чистка ствола, промывка), отслеживанию признаков закупорки, выброса/свабирования в течение всего периода строительства скважины;

- сбор и обобщение всех показателей по поглощениям, определение по данным ГТИ и ГИС (каротаж на кабеле и/или LWD (сопротивление)) мест и механизма поглощений;

- определение объема выбуренной породы;

- работы с обвальным шламом;

- определение гидродинамических параметров в скважине в процессе бурения, промывок и спуско-подъемных операций и оптимизация режимов работы гидравлической системы скважины:

- анализ траектории ствола скважины с целью прогнозирования пересечений разломов в связи с рисками поглощений и обвалов в зоне разлома;

- предоставление ежедневных отчетов по стабильности ствола скважины во время приближения и бурения ранее выявленных опасных для бурения участков;

- построение 1D модели устойчивости ствола по фактическим данным, корреляция с предбуровой моделью устойчивости ствола;

- выдача рекомендаций оптимальной плотности бурового раствора, а также коридора допустимой ЭЦП;

- выдача рекомендаций процедуры бурения и очистки ствола, спуска и подъема инструмента.

ПОВЫШЕНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ ДАННЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ МОГТ НА ОСНОВЕ УЧЕТА ВОЛН-ГАРМОНИК

Михеев С.И.¹, Санникова Е.П.²

¹АО «Нижне-Волжский научно-исследовательский институт геологии и геофизики»

²ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Наблюдающееся в последние годы повышенное внимание к нелинейным явлениям, процессам и моделям в сейсморазведке нелинейным моделям определяется двумя основными причинами:

- в отличие от традиционных линейных моделей нелинейные объясняют часто наблюдающиеся явления и процессы, которые не могли быть истолкованы с позиций теории линейных систем;

- нелинейные компоненты волнового поля значительно отличаются по частотному составу от сигналов в источнике что позволяет, в случае их учета, значительно повысить разрешенность получаемых данных;

- наиболее ярко нелинейные эффекты проявляются в микронеоднородных, многокомпонентных и трещиноватых горных породах. Это составляет физико-геологическую основу разработки принципиально новых геофизических технологий прогнозирования коллекторских свойств горных пород, а также прямого прогнозирования залежей углеводородов, базирующихся на нелинейных моделях [1, 2].

Основное внимание в проведенных исследованиях авторы уделили волнам-гармоникам, возникающим при проведении сейсморазведки МОГТ с применением вибрационных источников. Такие волны в традиционной сейсморазведке рассматриваются как помехи. Между тем, они могут быть использованы для повышения информативности сейсмического метода. Действительно, волны-гармоники характеризуются значительной энергией и возникающие при их распространении в среде отраженные волны могут быть использованы для повышения отношения сигнал/помеха. Кроме того, как уже отмечалось, они отличаются по частотному составу от излучаемого сигнала. Так, первая волна-гармоника имеет верхнюю граничную частоту в спектре, которая в два раза превышает таковую в спектре основного сигнала. Исходя из теоремы масштабов, это обеспечивает принципиальную возможность в два и более раза повысить разрешенность сейсмического метода путем сложения записи основной волны с волнами-гармониками (см. теорему суперпозиции). В результате появляется возможность надежно картировать малоразмерные нефтегазоперспективные объекты.

Внедрению технико-методических приемов нелинейной сейсморазведки в практику геологоразведочных работ на настоящий момент препятствует относительно слабая изученность процессов их возникновения и особенностей процедур выделения, отсутствие необходимого программного обеспечения, небольшой объем опробования в различных сейсмогеологических условиях. Для частичного преодоления указанных трудностей авторами выполнены инициативные исследования, включающие:

- разработку специализированного программно-алгоритмического обеспечения для анализа и выделения нелинейных волн;

- проведение в различных сейсмогеологических условиях специальных полевых экспериментов, обеспечивающих возможность выделения нелинейных волн, анализ полученных результатов.

Разработанное программное обеспечение включает комплекс программ для моделирования волн-гармоник и субгармоник. В частности, для моделирования нелинейных волн, изучения возможности их выделения, изучения их искажающего влияния, разработана программа TSVIP. Она позволяет моделировать процесс вычисления

коррелограмм, в том числе, для случая наличия нелинейных волн. Программа основана на быстром преобразовании Фурье, дает возможность анализировать линейные и нелинейный свип-сигналы.

Допускается задание для каждого сигналов индивидуальных начальных (F_n) и конечных (F_k) частот, длительности (T), а также индивидуальной модуляции (закон изменения амплитуд со временем). Возможности программы расширяются за счёт того, что допускаются суммирование различных сигналов для моделирования интерференционного характера волнового поля, различные варианты корреляционного преобразования (сигнал с другим сигналом, сигнал с суммой сигналов).

Основные результаты выполненного моделирования сводятся к следующему:

- показано, что нелинейные волны могут быть выделены с высокой надежностью. Ошибка вычисления амплитуд волн-гармоник и волн-субгармоник в результате реализации специального корреляционного преобразования не превышает 6%;

-при наличии в волновом поле волн-гармоник и волн-субгармоник на результатах корреляционного преобразования наблюдаются присутствие квазисинусоидальных помех с амплитудами, достигающими 3% и более от амплитуды основного максимума корреляционной функции.

Разработанное авторами программное обеспечение для выделения волн-гармоник и волн-субгармоник включает несколько версий программ для выполнения специализированного корреляционного преобразования полевых выборограмм. Разработанные программы отличаются широкими функциональными возможностями, нацелены, в том числе и на решение научных задач. Так, предусмотрен вариант задания произвольной формы сигнала для корреляции, корреляция с фрагментами наблюдаемых трасс, учет дисперсии скоростей.

Выполненное широкое опробование разработанных технико-методических приемов выделения и использования волн-гармоник и волн-субгармоник на полевых материалах показало их высокую геологическую эффективность. Такие приемы успешно применялись в Саратовской области на территории новоузенского участка при изучении надсолевого комплекса отложений в пределах Степновского сложного вала при изучении палеозойского интервала разреза, на Ульяновской вершине Токмовского свода в южной части Мелекесской впадины в Ульяновской области, на региональном профиле 2-ДВ в Магаданской области при изучении геологического строения северо-восточной периферии Омолонского массива. Во всех случаях при учете волн-гармоник и волн-субгармоник отмечалось значительное улучшение прослеживаемости отраженных волн, их динамической выраженности, повышение разрешенности сейсмической записи.

Приведенные в докладе результаты моделирования нелинейных волн, а также данные опробования разработанных техно-методических приемов дают основания рекомендовать их к более широкому внедрению в практику геологоразведочных работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Гурьянов В.В., Михеев С.И., Живодрова М.В. Математическая модель адаптивного метода вибрационной сейсморазведки для изучения особенностей распространения сейсмических волн в коллекторах // Недра Поволжья и Прикаспия. Вып. 31. - Саратов, 2002. - С. 30 -34.

Жуков А.П., и др. Адаптивные и нелинейные методы вибрационной сейсморазведки // М. ООО «Недра-Бизнесцентр». 2000. С. 100.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СКВАЖИННЫХ ГЕОРАДАРОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИНАХ

Чирков В.Ю., Комарова А.В.

ООО "Союзнефтегазсервис - Гео".

В настоящее время метод георадиолокации широко применяется в инженерной геологии. Область использования георадаров с поверхностным расположением антенн ограничивается исключительно приповерхностной зоной, мощностью первые десятки метров. Для увеличения глубины исследования георадары укомплектовывают скважинными антеннами, что переносит область исследования на околоскважинное пространство. Исследования проводятся в неглубоких скважинах и шурфах глубиной несколько десятков метров, что обусловлено ограничением длины используемого кабеля.

Применительно к нефтяным и газовым скважинам необходимо отметить, что георадиолокация является методом обзора и, благодаря этому, позволяет решать новый для скважинной геофизики класс задач по геометризации удаленных от ствола скважины геологических границ, в настоящее время решаемых только сейсмическими методами. Наиболее перспективным представляется применение георадиолокации для решения следующих задач в нефтяных и газовых скважинах:

- геонавигация в продуктивном пласте;
- выявление и геометризация геологических границ и структурных неоднородностей;
- определение электромагнитных характеристик горных пород;
- контроль за разработкой месторождений углеводородов;
- определение формы открытого забоя и ствола скважины;
- определение зоны растепления грунтов в окрестности скважин.

Низкое затухание электромагнитных волн в высокоомных (в том числе, нефте- и газонасыщенных) горных породах и высокая отражающая способность хорошо проводящих (водонасыщенных) геологических границ позволяет эффективно использовать метод электромагнитного зондирования в продуктивных пластах.

В настоящее время как в России, так и за рубежом, ведутся разработки и опытно-промышленные работы по созданию скважинных георадаров для исследований глубоких скважин и методики их применения для решения задач нефтяной и газовой геологии. Достигнутые в рамках данных работ результаты подтвердили перспективность метода георадиолокации для исследования нефтяных и газовых коллекторов, однако серийные георадары для исследований глубоких скважин на рынке пока отсутствуют.

**Литология,
геохимия и
геохимические
методы
поиска
полезных
ископаемых**

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НИЖНЕПЕРМСКИХ КАЛИЙНЫХ, КАЛИЙНО-МАГНИЕВЫХ И МАГНИЕВЫХ ПОРОД, ПОСТСЕДИМЕНТАЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ И АКЕССОРНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ В НИХ

Гончаренко О.П.¹, Московский Г.А.¹, Писаренко А.Ю.², Соломон М.В.¹

¹*ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского»,*

²*АО «Нижне-Волжский научно-исследовательский институт геологии и геофизики»*

Кунгурское соленакопление начало осуществляться, как известно, в центральных районах Прикаспийской впадины, захватывая в дальнейшем периферийные районы впадины и ее обрамление. Соленакопление в центральной части впадины создало необходимые подготовительные условия для образования соленосных отложений, содержащих залежи калийных солей, в пределах бортовых зон впадины.

Особенности состава и условий формирования продуктивных отложений, приуроченных к погожской и долинной ритмопачкам внешнего обрамления Прикаспийской впадины рассмотрены нами детально на примере разреза скв. Краснокутской 1К (северо-западная часть обрамления Прикаспийской впадины), на Западно-Перелюбском участке (скв. 101, 103 и 108, северо-восточное внешнее обрамление Прикаспийской впадины) и Гремячинском месторождении внешней части бортовой зоны Прикаспийской впадины (Даргановский участок).

В целом строение погожской ритмопачки на всех объектах исследования можно представить как чередование каменной соли бессульфатной (галитита, сложенного в основном галитом высаливания), сменяющимся сильвинитом светло-серым, крупнокристаллическим с рассеянной примесью серого сульфатного и глинистого материала и сильвинитом мелкокристаллическим розовато-серым. Выше разрез ритмопачки представлен карналлитовой породой ритмично-слоистой за счёт чередования карналлит-ангидритовых и карналлитовых элементов ритма. Горизонтов сильвинита с карналлитом, четко прослеживается процесс замещения галита высаливания карналлитом и даже бишофитом. Выше залегает бишофитовая порода крупнокристаллическая, массивная. Условия формирования пород ритмопачки обоснованы результатами определения бром-хлорных отношений и изучением состава растворов включений в галите. Эти аналитические материалы и описание керна позволили обосновать все изменения состава пород от карналлита до бишофита, и далее – до отложений стадии опреснения, представленных сильвинитом и галитом высаливания. Поступление в акваторию бассейна с рапой карналлитовой-бишофитовой стадии растворов меньшей концентрации (на уровне галитовой стадии), с одной стороны, приводило к массовому осаждению галита высаливания и с другой - одновременному росту содержания калия в рапе карналлитовой стадии сгущения, определившего далее высаливание и хлорида калия и образования парагенезиса сильвин-карналлит. Поступление растворов пониженной концентрации могло приводить и к частичному замещению карналлита сильвином, как на стадии седиментации, так и в раннем диагенезе. Подобный ход галогенного процесса на карналлитовой стадии обоснован нами на примере долинной ритмопачки Даргановского участка Гремячинского месторождения внешней части бортовой зоны Прикаспийской впадины.

В отличие от Краснокутской площади и Гремячинского месторождения в продуктивном пласте погожской ритмопачки на Западно-Перелюбском участке полноценного бишофитового горизонта, характерного для погожской ритмопачки северо-западного обрамления здесь не встречено, но карналлитовые породы, подстилающие сильвиниты и сильвин-галитовые породы несут здесь явные признаки граничных условий

карналлитовой и бишофитовой стадий галогенеза. Это фиксируется появлением в карналлите вкрапленников бишофита. Здесь калиеносные породы слагаются сильвинитами, сильвин-галитовыми породами с примесью карналлита и существенной ролью галита высаливания. Особенностью состава калиеносных пород в этих интервалах является присутствие скоплений пелитового материала и ангидрита (нерастворимого остатка – НО). Интервал с высоким содержанием НО фиксируется в изученных разрезах на разной глубине, что указывает на разное гипсометрическое положение калиеносных пород при их отложении. Судя по всему, галит-карналлитовые породы являются стратиграфическим аналогом пласта бишофита, встреченного в скв. Краснокутской 1К. Общей особенностью их состава является заметная роль сульфат-иона, выраженная присутствием полигалита, каинита, кизерита. Учитывая, что чистые разности сильвина, в изученных разрезах, образованные на стадии опреснения рапы солеродного бассейна, «привязаны» к интервалам наибольших преобразований карналлитовой толщи, то их преобладающее развитие должно совпадать с областью большей погруженности седиментационного бассейна.

Таким образом, на заключительной стадии формирования погожской ритмопачки в северо-восточной части прибортовой зоны Прикаспия, образование сильвинитового горизонта также, как и на северо-западной, явилось следствием значительного опреснения рапы бассейна, сопровождавшегося существенным привнесом терригенного материала. Однако на восточной части это сопровождалось большим увеличением доли сульфатной составляющей в рапе и появлением солях парагенезисов с каинитом, кизеритом, полигалитом.

Постседиментационные процессы инициируются повышенной температурой придонных слоёв или межкристальной рапы, наличием в составе пород минералов, легко трансформируемых при изменении температуры, экзотермическими реакциями перекристаллизации минералов, воздействием растворов, мобилизующихся при дегидратации минералов или выделяющихся из уплотняющегося глинистого материала. Важная роль здесь могла принадлежать концентрированной плотной рапе, опускающейся вниз или мигрирующей по латерали в осадок, ещё сохраняющий пористость, а также растворам пониженной концентрации, приводящим к образованию зон замещения. К этому типу процессов относятся случаи замещения хлоридных калийных минералов – сульфатными калийными.

В калийно-магниевого и калийных породах, содержащих повышенное содержание пелитового материала, проявляется коррозия кристаллов сильвина и карналлита за счёт воды, выделяющейся при уплотнении пелита. Здесь же часто идёт образование кристаллов каинита и кизерита или замещение карналлита кизеритом. Вторичное минералообразование в породах преимущественно карналлитового или бишофитового состава, по нашему мнению, связано, главным образом, с реликтами рапы, раскристаллизовывающейся в межкристальных полостях. Существенная роль в карналлитовых породах принадлежит явлению частичного метасоматического замещения галита высаливания, каёмками карналлитового и даже бишофитового состава. Диагенетические процессы в галогенных толщах часто сопровождаются начальными фазами пликативных деформаций, обуславливающих либо значительными углами наклона дна бассейна и сползанием со склона не полностью литифицированного осадка, либо факторами внутренней соляной тектоники. Если рапа на начальной фазе диагенеза представляла собой вязкую концентрированную фазу, включающую корки и сгустки галита высаливания, то эти тектонические деформации приводили к формированию брекчиевидных галит-карналлитовых пород. Начальные фазы деформаций в галогенной толще приводят часто к образованию полостей, заполняющихся остаточной рапой. Её раскристаллизация приводит к образованию корок, линз и жилородных тел вторичного карналлита или сильвина.

Минерализация, которую можно определить как «аксессуарную» по отношению парагенезисам галогенных пород, отвечает стадиям её проявления (целестин – для сульфатно-карбонатной, бораты – для хлоридной и др.). В то же время, присутствие в составе галогенных пород говлита, еремеевита, сирлезита, цеолитов, может говорить о возможной роли растворов глубинного генезиса. Однако их роль, судя по нашим данным, была локальной и не меняющей направленности галогенеза во всём бассейне.

Сведения о направленности вторичных процессов в породах заключительных стадий галогенеза, в совокупности с установленными нами закономерностями формирования продуктивных интервалов, представляют важный материал для латерального прогноза состава калийных и калийно-магниевого пород.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА

Илясов В.С.¹, Воробьева Е.В.²

¹ООО «НьюТекСервисез», г. Москва

²Нижне-Волжский научно-исследовательский институт геологии и геофизики, г. Саратов

Одним из важнейших показателей горючих сланцев, влияющих на технологическое качество продукта, является геохимическая характеристика, как органических, так и неорганических компонентов [2]. При исследовании органической составляющей важнейшее значение имеет определение таких параметров как содержание органического углерода - $C_{орг}$ (ТОС), генерационный потенциал, степень термической зрелости, водородный показатель и параметр S_2 (количество углеводородных продуктов, полученных при крекинге керогена в интервале 300 – 600 °С).

С помощью метода пиролиза на установке Rock Eval-6 Turbo были исследованы образцы верхнеюрских горючих сланцев зоны Dorsoplanites Panderi и сапропелевой глины с целью выявления изменения основных геохимических параметров как по вертикали, так и по латерали, в пределах Волжского сланцевого бассейна на примере Перелюбского, Коцебинского и Кашпир-Хвалынского месторождения (таблица № 1). В дальнейшем полученную информацию можно использовать для выделения наиболее перспективных объектов для разработки.

Таблица 1- Результаты пиролитических исследований

№	Площадь № пласта	Глубина, м	Литология	S1 mg/g	S2 mg/g	Tmax (C°)	S3 mg/g	ТОС (%)	HI S2	OICO S2
1	Орловское, шурф № 1	1,5	Глина	0,1	0,4	366	1,57	0,21	190	95,2
2	Коцебинская, пласт № 1	32,8	Горючий сланец	0,14	157,6	414	9,46	14,48	1089	14,6
3	Коцебинская, пласт № 2	35	Горючий сланец	0,12	175,3	407	8,97	16,31	1075	7,7
4	Коцебинская, пласт № 3	38,7	Горючий сланец	0,08	194,8	402	9,93	18,39	1059	6,9
5	Коцебинская, пласт № 4	42	Горючий сланец	0,09	166	403	9,1	25,57	649	3,3
6	Кашпир-Хвалынская, Пласт № 2(1)	145,7	Горючий сланец	0,12	163,2	411	5,21	25,84	632	4,1
7	Кашпир-Хвалынская, Пласт № 2(2)	146,3	Горючий сланец	0,19	138,4	415	4,06	12,81	1081	9,1
8	Кашпир-Хвалынская, Пласт № 2(3)	146,9	Горючий сланец	0,13	127,3	413	3,51	18,8	678	4,9
9	Перелюбская, Пласт № 1	79	Горючий сланец	3,68	178,9	407	12,16	19,11	936	13,1
10	Перелюбская, Пласт № 3(2)	88,7	Горючий сланец	2,45	136,6 3	409	9,32	13,7	997	15,3
11	Перелюбская	92,7	Глина сапропелевая	0,13	7,84	425	2,71	2,18	360	18,3
12	Перелюбская, Пласт № 4(1)	94,6	Горючий сланец	3,35	158,1	414	10,49	15,55	1017	10,3

13	Перелобская, Пласт № 5	100,5	Горючий сланец	3,15	188,6	411	10,38	19,01	992	5,3
14	Перелобская, Пласт № 6	106	Горючий сланец	1,34	41,14	401	6,44	5,76	714	17,4
15	Перелобская, Пласт № 7	120	Горючий сланец	1,23	95,97	419	3,79	9,22	1041	8,7
16	Перелобская, Пласт № 8(1)	152,3	Горючий сланец	0,55	67,8	420	2,91	7,04	963	15,6
17	Перелобская, Пласт № 8(2)	156	Горючий сланец	0,78	96,76	416	3,6	9,86	981	9,1
18	Перелобская, Пласт № 8(2)	158	Горючий сланец	0,31	23,49	425	1,49	5,91	397	8,5

Интерпретируя полученные данные, можно сделать вывод, что основным геохимическим параметрам, характеризующими качество горючего сланца является S_2 . Он характеризует выход жидких УВ ($C_{15}-C_{40}$) в процессе термического разложения органического вещества (ОВ). Для горючих сланцев «богатых» коллоальгинитово известковых [1] данный параметр варьируется от 150 и более мг/г. Следом за ними идут горючие сланцы «богатые» коллоальгинитово известково-глинистые [1], здесь, вышеуказанный параметр варьируется от 100 до 150 мг/г. Низкокачественные горючие сланцы - «бедные» [1] содержат в себе менее 100 мг/г.

T_{max} для всех рассматриваемых образцов характеризуется значениями < 430 °С, что указывает на незрелый кероген, находящийся на стадии диагенеза. Это подтверждается крайне низкими значениями S_1 , S_2 (количество низкомолекулярных УВ (C_1-C_{15}) при температуре 180 °С) и высокими значениями S_2 . При высоких значениях $HI > 900$ отмечается высокий выход УВ в процессе пиролиза, больше 100 мг/г. Значения ТОС варьируется в пределах 12 – 18%. При более низких значениях $HI \sim 600$ в ряде случаев сохраняется высокий выход УВ (более 160 мг/г). Источником высокого выхода УВ являются высокие значения показателей ТОС, изменяющиеся в пределах 18 – 25%. Следовательно, горючие сланцы с высокими значениями HI отражают резко восстановительные условия образования и средней биопродуктивностью бассейна. Горючие сланцы с высокими значениями показателей ТОС и низкими HI указывают на менее восстановительную обстановку и высокую биопродуктивность бассейна, которая послужила причиной образования высококачественных горючих сланцев.

Изучая данные трех месторождений, можно утверждать о постепенном ухудшении качества горючих сланцев вниз по разрезу, в связи со снижением основного параметра (S_2). Это объясняется снижением биопродуктивности бассейна (снижение ТОС до 5-7%), и менее благоприятными условиями сохранения сапропелевого вещества (значения $HI < 1000$). Однако, стоит отметить о появлении в средней части разреза высококачественных пластов горючих сланцев - выделение локальных максимумов параметра S_2 (пласт № 3 Коцебинского месторождения, пласт № 5 Перелобского месторождения), это объясняется более благоприятной обстановкой осадконакопления и высокой биопродуктивностью бассейна, по сравнению с вышезалегающими пластами значительно увеличиваются параметр ТОС (до 19 %).

Говоря о латеральной изменчивости основных геохимических параметров верхних пластов сланценовой толщи, стоит отметить, что качество горючих сланцев в направлении с востока (Коцебинское месторождение) на запад (Кашпир-Хвалынская площадь) ухудшается. В восточной части бассейна наблюдаются высокие значения показателей S_2 , ТОС и HI . Отмечается постепенное снижение выше указанных параметров в ряду месторождений Коцебинское – Перелобское – Кашпир-Хвалынское.

На основании вышеизложенного наиболее перспективными считаются пласты горючих сланцев № 3 Коцебинского месторождения и № 5 Перелобского месторождения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Букина Т.Ф. Седиментогенез и ранний литогенез верхнеюрских сланценовых отложений центральной части Волжского бассейна / Яночкина З.А. – Саратов: изд-во Сар.ун-та, – 2013. – 128 с.

Илясов В. С., Староверов В. Н., Воробьева Е. В., Решетников М. В. Геохимическая характеристика горючих сланцев волжской сланценосной толщи в связи с прогнозированием промышленных концентраций рения // Изв. Саратов. ун-та. Нов.сер. Сер. Науки о Земле. 2017. Т. 17, вып. 3. С. 165–170.

ГРЕМЯЧИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ. 38 ЛЕТ ИЗУЧЕНИЯ

Московский Г.А.¹, Гончаренко О.П.¹

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского»

Гремячинское месторождение калийных солей расположено в юго-западной части Предуральско-Прикаспийского солеродного бассейна и приурочено к т.н. Преднадвиговой зоне, выделяемой в южном окончании Приволжской моноклинали на северо-восток от Северо-Котельниковского надвига [1]. Работы на месторождении начаты Волгоградской экспедицией ПГО "Нижневожскгеология" по предложению С.А.Свидзинского в 1979 г. При поисковых работах было пройдено 6 скважин с полным отбором керна и выявлено месторождение качественных сильвинитов с прогнозной оценкой запасов в 1,2 млрд.т. На этой стадии нами велись работы, основной задачей которых было выяснение условий формирования галогенных пород, слагающих месторождение и, конечно – калиеносных разностей.

Начиная с 2006 г., месторождение изучается на стадии разведки ООО «ЕвроХим-ВолгаКалий» минерально-химической кампании «ЕвроХим». В настоящее время на месторождении ведётся подготовка к промышленному освоению шахтным способом. Основные залежи калийных солей вначале были соотнесены с верхней частью погожской ритмопачки иренского горизонта кунгура. Однако материал по геологическому строению восточного фланга месторождения позволили С.А.Свидзинскому и М.А.Барановской отнести продуктивную ритмопачку к луговскому циклу галогенеза [1]. Одновременно на восточном фланге месторождения калие-магниеносность была установлена для долинной ритмопачки.

Основной методический приём исследований на начальной стадии нашего участия в работе на месторождении был анализ фазового, химического состава и газонасыщенности включений в минералах в полированных препаратах и сколках минералов по спайности. Результаты этих работ, выполненных по керну пяти скважин, позволили охарактеризовать закономерности изменения состава рапы по разрезу и по площади и дать заключение об условиях формирования галогенных пород (в том числе калиеносных) на месторождении. Значимым было подтверждение границ ритмопачек, обоснование вторичной природы красного сильвина и прогнозирование роста магния в составе рапы (и в породах) на восточном фланге месторождения.

С началом работ на месторождении ООО «ЕвроХим-ВолгаКалий» в 2006 году, нами выполнялось детальное изучение состава галогенных пород в разрезе месторождения в шлифах. Эти работы, начиная с 2008 года выполнялись с помощью поляризационного микроскопа фирмы Цейсс (микроскоп Axioskop 40 Pol. с цифровой камерой-приставкой AxioCamMRc 5 и программным обеспечением AxioVision). Этот комплекс дал широкие возможности для анализа деталей взаимоотношений минералов, их размеров, микроструктур. Это было выполнено в 2007-2015 г.г. в общей сложности по 565 шлифам солей и по 612 цифровых изображений полированных препаратов керна (аншлифам). Для двух скважин в шлифах и аншлифах был изучено 100% продуктивного интервала. При этом были разработаны новые приёмы изготовления шлифов из пород, сложенных исключительно растворимыми минералами. При изучении текстурных и структурных своеобразий калийных (сильвиниты), калийно-магниевых (карналлитовые) и

магниевого (бишофитовые породы) отложений была использована следующая схема обработки материала: 1. Документация керна и большегабаритных полированных препаратов-аншлифов. 2. Анализ текстур пород и структур минеральных агрегатов в сканированных изображениях петрографических шлифов, в том числе шлифов большого размера. 3. Изучение в шлифах количественных соотношений различных компонентов породы, анализ их микротекстур, структур, очередность времени их образования, анализ фазового состава включений в минералах (как закономерных систем, так и различных минеральных и неминеральных примесей). 4. Разработка приёмов определения содержания нерастворимого остатка в калийных солях по результатам петромагнитных исследований.

Обобщение материалов описания пород в шлифах и аншлифах по 20 разрезам калиеносного интервала, позволило выделить факторы, определявшие формирование состава, структур и текстур калиеносных пород. Первым фактором было почти постоянное сохранение в седиментационном бассейне слоя рапы высокой концентрации. Вторым фактором являлся устойчивый приток рапы галитовой стадии сгущения. Третьим фактором представляется морфология дна бассейна, определявшая на отдельных участках акватории ликвидацию двухслойности рапы. Четвёртым фактором являлось смещение доминирования в седиментации от порядка растворимости компонентов к способностям высаливать «конкурентов» исходя из их кристаллохимических свойств. Пятым фактором, в той или иной степени суммирующим влияние всех предыдущих, являлась особенность ритмичности, связанной с изменением условий формирования продуктивных интервалов: а) наличие ритмичности, обусловленной галогенным процессом; б) определяемой поступлением несолевых компонентов. Шестым фактором, являлись процессы постседиментационных изменений минералов: собирательная перекристаллизация, донное дораствление минералов, кристаллизацией из негалогенных составляющих и др.

Нами учтены вероятности реализации на месторождении определённых типов моделей кристаллизации калийных и магниевого солей из семи распространённых (криофильной, термофильной, термофильной с термоклином и галоклином, образование сильвина за счёт разложения карналлита, высаливание сильвина из рапы карналлитовой стадии, образование сильвина и карналлита за счёт метасоматического замещения галита, садка карналлита при проникновении концентрированной рапы в породы ангидрит-галитового состава). Показано, что существенная роль на месторождении принадлежит лишь части из них (модели 3, 4, 5 и частично – шестая). Часто одновременно реализуются модели 3, 4 и 5.

Весь комплекс результатов наших исследований на месторождении раскрыл черты садки калийных в тупиковой части солеродного бассейна. Показано, что в подавляющем большинстве случаев садка калийных солей продуктивного горизонта начинается с карналлит-галитовых пород при важной роли галита высаливания, заметной – сильвина высаливания. Это, видимо, следствие периодической связи бассейна, с бишофитоносной акваторией на востоке и севере и постоянного поступления малосугущённой рапы. Выполненные работы дали важные практические рекомендации по закономерностям смены состава пород в разрезе калиеносного интервала. Они показали ошибочность выводов некоторых авторов относительно «неморского» генезиса солей. Впрочем, присутствие в солях говлита, еремеевита, сирлезита, свидетельствует о возможной роли растворов глубинного генезиса. Однако их роль была локальной и не меняющей общей направленности галогенеза.

**Региональная
геология,
стратиграфия и
палеонтология**

ПАЛЕОМАГНИТНЫЙ МЕТОД В СОВРЕМЕННОЙ СТРАТИГРАФИИ

Гужиков А.Ю.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Палеомагнитный метод, как способ расчленения и корреляции осадочных толщ по знаку геомагнитной полярности, определяемой по направлению первичной компоненты вектора естественной остаточной намагниченности, впервые был предложен А.Н. Храмовым в 1955 г. и быстро завоевал популярность в стратиграфии. Важнейшим достоинством магнитостратиграфического метода является изохронность границ палеомагнитного обоснования, определяемым по геомагнитным инверсиям. Продолжительность инверсий не превышает тысяч – первых десятков тысяч лет, что позволяет магнитостратиграфическим сопоставлениям достичь наибольшей точности при глобальных корреляциях по сравнению с другими методами. Последовательность магнитопольярных зон выступает при этом в роли независимой «линейки» для калибровки детальных биостратиграфических шкал удаленных регионов. Другие изохронные события планетарного масштаба (пепловые прослои, уровни глобальных аноксических событий и др.), которые могут использоваться в качестве изохронных корреляционных реперов, редки по сравнению с геомагнитными инверсиями, число которых сопоставимо с количеством хронозон в Международной и Общей стратиграфических шкалах (МСШ и ОСШ, соответственно).

В задачи магнитостратиграфии входит также построение общей палеомагнитной шкалы, которая с одной стороны является инструментом для решения стратиграфических проблем, а с другой стороны - источником сведений об истории геомагнитного поля, вследствие чего магнитостратиграфия является важным разделом геофизики. Современные магнитопольярные данные по фанерозою синтезированы в шкале геологического времени (Geologic Time Scale) (Ogg et al., 2016) и Общей магнитостратиграфической шкале (Дополнения к стратиграфическому кодексу России, 2000). Обе шкалы в интервалах от байоса до квартера базируются на результатах исследований опорных разрезов и материалах линейных магнитных аномалий, а от кембрия до аалена – только на магнитостратиграфических данных.

В конце XX века главные достижения, проблемы и перспективы магнитостратиграфии были проанализированы и обобщены Э.А. Молостовским и А.Н. Храмовым в монографии «Магнитостратиграфия и ее значение в геологии» (1997), Н. Д. Опдайком (N.D. Opdyke) Дж.Е.Т. Чэйннеллом (J.E.T. Channell) в книге «Magnetic Stratigraphy» (1996) и другими исследователями.

В XXI веке, в связи с ярко выраженной тенденцией современной стратиграфии к интеграции разных методов, у магнитостратиграфии появились новые функции, среди которых важнейшими представляются следующие:

1. Палеомагнитный метод в массовом порядке стал использоваться для контроля диахронности стратиграфических границ. Появились многочисленные результаты магнитопольярной калибровки удаленных разрезов, задокументировавшие диахронность границ, как микро-, так и макропалеонтологического обоснования, достигающую порядка миллиона лет (Гужиков, Барабошкин, 2006; Berggren et al., 1995; Channell et al., 2010 и др.). Таким образом, провинциализм биозон (про который, теоретически, было известно и ранее (Алексеев, 2007), но в геологической практике доминировала парадигма об одновозрастности биозон в разных регионах) получил подтверждение на количественной основе. Современные способы глобального прослеживания границ подразделений МСШ или ОСШ, по большей части, уже не обходятся без привлечения непалеонтологических данных, в первую очередь, палеомагнитных.

2. Палеомагнитная характеристика является одним из обязательных требований, предъявляемых к разрезам – точкам глобального стратотипа границы (ТГСГ, GSSP, «золотые гвозди»), играющим ключевую роль в современной стратиграфии. В качестве уровня GSSP, определяющего ярусную границу, выбирается след события биологической или физической природы с наивысшим корреляционным потенциалом, позволяющий проследить эти отложения на неограниченной большой площади их распространения – в идеале, глобально (Remane et al., 1996). Уровни геомагнитных инверсий, ввиду своей планетарной изохронности, наилучшим образом, подходят для этих целей. Отсутствие индивидуализирующих признаков у магнитозон, кроме знака полярности, не является серьезным препятствием для магнитостратиграфического метода, поскольку корреляции проводятся по комплексу признаков. Современная стратиграфия фанерозоя при глобальных и межрегиональных сопоставлениях оперирует комплексами пород, возраст которых по палеонтологическим данным известен, обычно, с точностью до яруса или еще точнее. К таким относительно узким стратиграфическим диапазонам, как правило, приурочено несколько инверсий, легко опознаваемых в силу своей немногочисленности, и, таким образом, проблема идентификации магнитополярных зон успешно решается.

3. Палеомагнитные критерии стали привлекаться для обоснования границ подразделений Международной и Общей стратиграфических шкал, и эта тенденция продолжает развиваться. Несмотря на отсутствие строгого теоретического обоснования, геомагнитные инверсии де-факто и де-юре уже являются признаками для определения границ ряда общих стратиграфических подразделений. Инверсия Матуяма–Брюнес используется для идентификации рубежа эо- и неоплейстоцена ОСШ (калабрия–среднего плейстоцена МСШ) (Постановления МСК ..., 2016). Нижняя граница татарского отдела отвечает магнитостратиграфическому рубежу гиперзон Киама–Иллавара (Грунт, 2004). Не случайно, что магнитополярные признаки, в первую очередь, были востребованы для обоснования подразделений квартера и верхней перми, то есть специалистами, которым чаще других приходится иметь дело с корреляцией разнофациальных (морских и континентальных) отложений. Однако подобные тенденции характерны и для других интервалов МСШ и ОСШ. Так, подошва C27n выбрана в качестве первичного маркера основания танетского яруса (Schmitz et al., 2011). Подошва хрона M0 рекомендована рабочей группой по аптскому ярусу в качестве одного из главных маркеров границы баррема–апта (Erba et al., 1996). В настоящее время обсуждается вопрос о выборе палеомагнитного критерия (подошвы хрона M19n, M18r или M17r) для идентификации границы юры–мела (Аркадьев и др., 2014; Гужиков и др., 2012; Барабошкин и др., 2013; Wimbledon, 2016, 2017 и др.). В качестве маркеров нижних границ кампана и маастрихта предложены подошва хрона C33r (Ogg et al., 2016) и кровля C32n2 (Baraboshkin et al., 2017), соответственно.

Таким образом, можно констатировать, что в настоящее время роль палеомагнитного метода в современной стратиграфии с ее тенденцией к детализации межрегиональных и глобальных корреляций и контролю изохронности границ существенно возросла. Но еще важнее отметить, что роль магнитостратиграфии уже не сводится к выполнению только корреляционных функций, а палеомагнитные критерии используются для обоснования границ и статуса общих стратиграфических подразделений.

К ВОПРОСУ О КОРРЕЛЯЦИИ СЕВЕРОВДВИНСКОГО И ВЯТСКОГО ЯРУСОВ ВЕРХНЕЙ ПЕРМИ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ С МЕЖДУНАРОДНОЙ ШКАЛОЙ

Миних А.В., Молостовская И.И., Миних М.Г., Гришанов А.Н.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Памяти палеомагнитолога Э. А. Молостовского
Посвящается

Вопросу корреляции пермской системы с Международной стратиграфической шкалой (МСШ) в последние тридцать лет посвящено много публикаций. Опираясь, в основном, на данные палеомагнитного анализа, иногда слабо обоснованные и противоречивые, ряд зарубежных и отечественных геологов неоднократно делали попытки провести сопоставления разрезов средней и верхней перми Восточно-Европейской платформы (ВЕП) с МСШ (Menning, 1986, 1988; Буров, 2002; Котляр, 2011; Котляр и др. 2013, Грунт, Бломаер, 2011; и др.). Разброс мнений о границе средней и верхней перми ВЕП был велик. Скрупулезная работа в этом плане, охватывающая все известные данные по палеомагнетизму перми мира, была проведена сотрудником НИИ геологии СГУ, доктором геолого-минералогических наук Э.А. Молостовским. Впоследствии его коллегами вносились дополнения с учетом новых палеонтологических данных.

Пермская система была выделена и обоснована 176 лет назад на территории России. Выделенные здесь отделы и ярусы долгое время входили в Международную стратиграфическую шкалу. В пределах бывшего стратотипа перми – на Восточно-Европейской платформе и в Приуралье находятся наиболее полные и непрерывные разрезы морских и континентальных отложений среднего и верхнего отделов перми, хорошо обоснованные палеонтологически. Именно корреляции этих подразделений с МСШ посвящается настоящее сообщение.

В 60-е годы прошлого века А.Н. Храмовым здесь был составлен верный в своей основе *первый* палеомагнитный разрез перми. Как известно, две гиперзоны: нижняя – Киаман и вышележащая – Иллаварра составляют пермскую палеомагнитную шкалу. Из них Киаман характеризуется обратной полярностью естественной остаточной намагниченности (R_1P); гиперзона Иллаварра, включающая в своей пермской части четыре чередующиеся снизу-вверх ортозоны, начинается с ортозоны прямой намагниченности (N_1P). Стратиграфически выше следуют R_2P, N_2P и R_3P . Граница гиперзон Киаман-Иллаварра традиционно проводилась по кровле уржумских отложений, иначе говоря – в кровле биармийского отдела новой Общей (Восточно-Европейской) стратиграфической шкалы, утвержденной постановлением Межведомственного стратиграфического комитета в 2006 г.

Около 15 лет назад в своей работе, посвященной магнитостратиграфической корреляции морских и континентальных формаций верхней перми, Э.А. Молостовский (2005) отметил, что магнитостратиграфическая схема верхнепермских отложений Европейской России находится вне конкуренции по полноте и надежности обоснования, и что в последние годы все ортозоны сопоставлены с зональными комплексами остракод, тетрапод и ихтиофауны. Тогда же он отметил, что вятский ярус по объему и присущим ему зонам N_2P и R_3P соответствует чансинскому ярусу верхней перми, а нижележащему вучапинскому ярусу верхней перми отвечает лишь верхняя часть северодвинского яруса. В таком случае, вся зона N_1P должна была бы относиться к среднему отделу перми.

Однако вскоре появились новые данные о несинхронности биозональных и палеомагнитных границ в наиболее полных разрезах пограничных отложений уржумского яруса средней перми и северодвинского яруса верхней перми. Эти разрезы были выявлены в Среднем Поволжье, в бассейне р. Вятки и в Бузулукской впадине на юго-востоке Волго-Уральской антеклизы (Молостовская, Миних, Молостовский и др., 2007; Молостовская, Гришанов, 2008).

Так, в Бузулукской впадине при исследовании естественных разрезов и керн опорных скважин было установлено увеличение мощности уржумского яруса и появление в его верхней части эволюционно продвинутых остракод *Paleodarwinula tuba* (Mishina), *P. arida* (Molostovskaja), *P. torensis* (Kotschetkova), а также неизвестных ранее в составе уржумского ихтиокомплекса рыб *Isadiasuchonensis* A.Minich, Strelniasp. и *Uranichthys pretoriensis* A.Minich, продолжающих своё существование в поздней перми. Палеомагнитное изучение образцов пород этой части разреза выявило их положительное направление вектора остаточной намагниченности, как и в перекрывающих отложениях северодвинского возраста. Таким образом, граница гиперзон Киаман-Иллаварра оказалась внутри уржумского яруса, что как раз и соответствует средней части кэптена МСШ (см. данные по обратной намагниченности формаций Дог Крикс и Блейн среднего и верхнего ворта и формации Марлоу нижнего кэптена на юго-западе США в работе Э.А. Молостовского, 2005).

Подобные соотношения биостратиграфических и палеомагнитных границ согласуются с результатом повторного анализа материалов по опорному разрезу оврага Монастырский в Среднем Поволжье. В палеомагнитной колонке Монастырского оврага граница гиперзон Киаман-Иллаварра на основании прямой полярности естественной остаточной намагниченности пород также была помещена в верхнюю часть уржумского яруса, охарактеризованного уржумским комплексом остракод. Характерные северодвинские представители остракод, рыб и тетрапод появляются значительно выше этой границы. Следовательно, как и в разрезах Оренбуржья, верхняя часть уржумского разреза здесь соотносится с низами зоны N_1P из гиперзоны Иллаварра.

В последнее время появились труды В.В. Силантьева (2017), которые внесли в копилку достаточно достоверных традиционных палеонтологических коррелятов, такую, как нам представляется, ортостратиграфическую группу, как двустворчатые моллюски. Им выявлено, что вид-индекс зоны *Palaeomute lakeyserlingi* в пределах Восточно-Европейской платформы характеризует большую часть, а именно верхнюю половину северодвинского яруса и низы вятского. Этот же вид характерен для вучапинских отложений верхней перми (формация Wutonggou) в Краевом Северо-Китайском регионе.

С появлением последних палеомагнитных и палеонтологических данных появилась возможность уточнения положения глобального стратиграфического рубежа – границы гиперзон Киаман – Иллаварра в морских гваделупских и континентальных биармийских толщах пермской системы. Материалы по верхней части уржумского яруса свидетельствуют об отсутствии крупных расхождений в позициях границы средней и верхней перми в Восточно-Европейской и Международной шкалах. В обеих версиях шкалы она проходит внутри первой снизу N-зоны гиперзоны Иллаварра, где и происходит соответствующая смена фаун.

Таким образом, верхняя часть уржумского яруса и переходные слои низов северодвинского яруса Восточно-Европейской платформы по всем критериям должны коррелироваться с верхней частью кэптенского яруса МСШ пермской системы. Большая часть северодвинского яруса и вятский ярус ВЕП стратиграфически соответствуют вучапинскому и чансинскому ярусам верхней перми МСШ.

ВРЕМЕННОЙ ИНТЕРВАЛ ФОРМИРОВАНИЯ «САНТОНСКОГО» «ГУБКОВОГО» ГОРИЗОНТА (ПРАВОБЕРЕЖНОЕ ПОВОЛЖЬЕ)

Первушов Е.М.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

В составе пород верхнего мела восточной Европы известно несколько уровней концентрированных биогенных образований, сложенных преимущественно скелетами кремневых губок. Рассеянные и концентрированные скопления гексактинеллид и демоспонгий, редких известковых форм, отражают особенности стадийного вселения, последующего расселения и миграции представителей спонгиофауны в восточной провинции Европейской палеобиогеографической области (ЕПО).

Представители сеноманского спонгисообщества известны от Приднестровья, на западе Восточно-Европейской платформы, и до северных районов Волго-Донского междуречья и восточного Прикаспия. В правобережном Поволжье, в песках и алевролитах верхних интервалов среднего сеномана определено два уровня скопления губок. Нижний уровень слагают скелеты демоспонгий (*Jerea*, *Siphonia*), а верхний представлен более разнообразными мелкими гексактинеллидами (*Balantionella*, *Camerospongia*, *Craticularia*, *Guettardiscyphia*, *Plocoscyphia*).

Кампанский спонгиокомплекс широко распространен по территории ЕПО, в восточной провинции которой доминировали гексактинеллиды, а в их составе – *Lychniscosa* (*Ortodiscus*, *Rhizopoterion*, *Sororistirps*). Диахронность подошвы уровня концентрации губок предполагается от верхов нижнего и до нижней части верхнего кампана, что обусловлено существовавшим структурным планом территории.

В разрезах маастрихта скопления губок известны в основании мергелей биозоны *V. lanceolata*, которое составляют в основном *Lychniscosa* (*Ortodiscus*, *Rhizopoterion*, *Sororistirps*), и в подошве алевролитов верхнего маастрихта, в котором доминируют представители Нехактиноса (*Craticulariidae*, *Leptophragmidae*, *Balantionella*). Раннемаастрихтский спонгиокомплекс распространен в Среднем правобережном Поволжье, а позднемаастрихтские губки известны из южных районов этого субрегиона.

По материалам тематических геологических публикаций и учебной палеонтологической литературе в Поволжье наиболее известен сантонский «губковый» горизонт. Профессор Новороссийского университета И.Ф. Синцов в конце девятнадцатого века опубликовал описания небольшого собрания окаменелостей, среди которых разнообразием отличались губки. В двадцатом веке изложенные И.Ф. Синцовым характеристики этих беспозвоночных и их изображения использовались и цитировались во многих научных изданиях, атласах – определителях и т.п. Во второй половине прошлого столетия, в период проведения активных геолого-съёмочных и структурных изысканий на территории Поволжья, широко распространенный по площади региона «губковый» горизонт, залегающий в основании пород нижнего сантона, рассматривался как один из маркирующих.

В предисловии к описанию фоссилий И.Ф. Синцов заметил, что «саратовский губковый» горизонт распространен на расстоянии до 30 - 40 верст к югу от г. Саратова и формировался он в туронское время. На ошибочность последнего утверждения автора указывали Павлов А.В., Архангельский А.Д. и др., показав сантонский возраст пород, вмещающих и губки, и других беспозвоночных.

Сантонский спонгиокомплекс, часто представленный концентрированными скоплениями фосфатизированных, многократно переотложенных фоссилий, известен от юго-восточных районов Польши и до Предмугоджарья. Климатическая зональность, эколого-трофические условия и батиметрия участков бассейна, продолжительность

сукцессии губок predetermined различия в таксономическом составе и в структуре сообществ этих беспозвоночных в разных районах ЕПО. В восточной провинции ЕПО сантонский спонгиокомплекс необычайно разнообразен и характеризуется значительным количественным представительством. Демоспонгии составляли 5–10 % губкового ориктоценоза, среди гексактинеллид (90–95%) доминировали представители *Lychniscosa* (70–75%), а *Hexactinosa*, соответственно, занимали 30–35% в составе эпибентосных поселений. Характер фоссилзации и особенности сохранности скелетов губок существенно определялись финальными процессами их захоронения в структуре осадка. Порой они представляют собой гальку со следами биоэрозии.

В правобережном Поволжье «сантонский» губковый горизонт в пределах Хоперской прибрежной полосы и зоны Саратовских приостровных мелководий несогласно залегает на песках и алевролитах верхнего сеномана. С одной стороны, это одно из свидетельств формирования сукцессии губок в пределах длительно существовавших мелководий. С другой стороны, в результате глубокой эрозии ранее сформировавшихся осадков и пород, невозможно однозначно определить время начала становления этого спонгиосообщества и проследить ранние стадии его формирования. В разрезах Лысогорского массива (г. Саратов) на «губковом» горизонте залегают силициты верхнего сантона.

В последние десятилетия комплексно изучаются подстилающие и перекрывающие «сантонский» «губковый» горизонт образования, в разрезах, где установлены наиболее стратиграфически полные интервалы пород турона – коньяка и сантона. В ряде разрезов юга правобережного Поволжья, в интервалах карбонатных пород, залегающих ниже этого «губкового» горизонта, выделено до трех – пяти уровней автохтонно и субавтохтонно захороненных губок. Ранне- среднеконьякский возраст вмещающих мергелей предполагается, в частности, по результатам изучения фораминифер. Так же в разрезах карбонатно-кремнистых пород перекрывающих «сантонский» «губковый» горизонт, но расположенных в средней части региона, установлено несколько уровней распространения автохтонно захороненных губок.

Формирование «сантонского» губкового сообщества начиналось с массового стадийного вселения кремниевых губок в районы Центральнорусской провинции в раннем и среднем коньяке. Течения способствовали проникновению спонгиофауны по открывающимся субмеридиональным впадинам в северном направлении. На протяжении позднего коньяка – раннего сантона поселения гексактинеллид и демоспонгий развивались на участках мелководий, в условиях верхней сублиторали. В конце раннего и в начале позднего сантона губки спорадически, по воле внутриакваториальных течений, расселялись в пределах провинции, проникая в ее более удаленные северо-восточные и северо-западные районы. В пределах региона подошва «сантонского» «губкового» горизонта диахронна, а поселения губок формировались на протяжении разных временных интервалов в отдельных его районах.

Севернее широты Вольской структурной ступени «губковый» горизонт окончательно сформировался в начале позднего сантона. Залегает он на размытой поверхности коньякских и, возможно, нижнесантонских карбонатных пород, представлен сильно фосфатизированными и окатанными скелетами губок, преимущественно гексактинеллид (*Sororistirps*, *Troegerella*, *Zittelispongia*).

ТУРОН – КОНЬЯК ПРАВОБЕРЕЖНОГО ПОВОЛЖЬЯ

**Первушов Е.М., Гужиков А.Ю., Рябов И.П., Ильинский Е.И., Гужикова А.А.,
Суринский А.М., Фомин В.А., Калякин Е.А., Сельцер В.Б.**

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Предыстория изучения стратиграфии верхнемеловых пород Поволжья составляет почти полтора века. Почти век из них в регионе представления о строении верхнего мела основывались на биозональной схеме А.Д. Архангельского, разработанной по результатам рассмотрения выбранных «опорных» разрезов. Во второй половине двадцатого века трудами Н.С. Морозова, В.И. Барышниковой, М.В. Бондаревой и других исследователей обоснована ярусная схема, в структуре которой явно просматривались биозоны А.Д. Архангельского, в ранге подъярусов для ряда интервалов. Эти работы проводились для обеспечения среднемасштабного геологического картирования территории региона.

Тем не менее, некоторые подразделения в ранге подъяруса оказались не достаточно обоснованными, возможно, в силу неостребованности в практической деятельности. Поволжские биостратиграфические схемы не успевали нормативно перестраиваться с учетом меняющихся представлений на детализацию стратонов и на их геохронологические границы, принятые международным геологическим сообществом. К тому же некоторые литологически однородные, карбонатные или терригенные, интервалы пород часто рассматриваются как стратиграфически объединенные (нерасчлененные). К таковым относится толща мел-мергельных пород, залегающая на песках и алевролитах сеномана и перекрываемая кремнисто-карбонатными породами сантона. По результатам изучения комплексов фораминифер в отдельных разрезах, в том числе и скважин, удавалось выделить интервалы пород туронского и коньякского возраста. В.И. Барышникова в ряде последних публикаций по биостратиграфии турона – коньяка отмечала, что в юго-восточной части Саратовских дислокаций мергель коньяка залегает непосредственно на песках сеномана.

На рубеже двадцатого и двадцать первого веков в России принята свитная концепция стратификации и в 2004 году опубликована разработанная на этой основе стратиграфическая схема верхнемеловых отложений Восточно-Европейской платформы. Карбонатные породы турона определены как банновская, а синхронные терригенно-карбонатные образования – как октябрьская свита. Карбонатные породы коньяка выделены в составе вольской свиты, а терригенно-карбонатные породы верхнего коньяка рассматриваются как борисоглебская толща. Банновская и вольская свиты установлены без детального расчленения, в объеме, соответствующем ярусу, и с синхронными границами, отображенными линейно в стратиграфической схеме. В целом карбонатная толща турона – коньяка определена как губкинский горизонт, с двумя подгоризонтами: нижним – банновским и верхним – вольским.

Во многих естественных разрезах, в том числе и выбранных в качестве стратотипических, по литологическим признакам уверенно определяется стратиграфическое подразделение в ранге горизонта, признаков для установления свит нет. Собственно рассматриваемая карбонатная толща, губкинский горизонт, в разных структурно-фациальных зонах (СФЗ) может быть представлена туроном или коньяком, либо разными соотношениями интервалов пород этих стратонов.

Тематические исследования последнего времени ориентированы на изучение наиболее стратиграфически полных интервалов пород губкинского горизонта в разных СФЗ. На основе изучения стратиграфически значимых групп макрофауны и микрофауны проведено изучение ряда разрезов до уровня микрофаунистических зон. Детальные

биостратиграфические разбивки соотнесены с параллельно полученными данными ритмо-, петро- и магнито-стратиграфических исследований.

Проведенные исследования позволяют сконцентрировать последующие работы на раскрытии следующих аспектов. 1. Особенности и направления вселения и распространения морских беспозвоночных на юго-востоке Центральнорусской провинции с учетом существовавших субмеридиональных прогибов и субширотных структурных ступеней. Вероятно, обособленное развитие структурных зон обусловило разную полноту стратиграфических интервалов турона и коньяка и сложность их сопоставления в широтном и субмеридиональном направлении. 2. Расширены представления о разнообразии морской биоты (иглокожих, мшанок, цефалопод, губок и брахиопод) и существовавшей климатической зональности в морском бассейне. 3. Установлены терригенно-карбонатные породы нижнего турона, содержащие беспозвоночных и хрящевых рыб, рассматриваемые как темпеститовые образования. 4. Во многих разрезах граница турона – коньяка литологически не выражена и намечается только по микрофауне. И выделяются туронский и коньякский комплексы макрофауны, но в этом случае границы биозон по разным группам фауны не совпадают.

Магнито-стратиграфическая характеристика турона–коньяка Правобережного Поволжья, как и всей Русской плиты, до последнего времени, практически отсутствовала. Это связано, в первую очередь, со слабыми магнитными свойствами пород, измерение которых долгое время находилось за пределами возможностей имеющейся аппаратуры. С появлением современного оборудования ситуация изменилась, и в последние годы получены надежные палеомагнитные материалы, свидетельствующие об обратной намагниченности туронских – коньякских пород в Саратовском Правобережье. Новые данные противоречат сведениям, приведенным в Международной шкале геомагнитной полярности, где сеноманский – сантонский интервал характеризуется исключительно нормальным режимом полярности, но, отчасти, согласуются с точкой зрения о существовании эпохи обратной полярности в коньякском веке, отраженной в Общей магнито-стратиграфической шкале. Для того, чтобы увязать имеющуюся био- и магнито-стратиграфическую информацию по разрезам турона–коньяка Поволжья, необходимо, кроме наличия продолжительной эпохи обратной полярности в среднем–позднем коньяке допустить существование геомагнитного поля обратного знака и в туронском веке.

История седиментационных бассейнов турона – коньяка на юго-востоке Центральнорусской провинции представляет собой серию осцилляций на фоне существовавшего регионального структурного плана и формирования локальных структур. Внутриформационные и последующие перерывы и разрушения подстилающих образований существенно маскировали события губкинского времени.

Частным результатом изысканий явилось представление о коньякском возрасте начала формирования «сантонского» «губкового» горизонта. В ряде разрезов мергели, содержащие уровни скоплений губок, содержат комплексы фораминифер среднего – верхнего коньяка. До настоящего времени подошва сантона в регионе была единственной стратиграфической поверхностью, которая не вызывала дискуссий. Это обусловлено наличием в большинстве СФЗ значительного стратиграфического перерыва и явного литологически выраженного несогласия.

О ПОГРЕБЕННОМ ПАЛЕОЗОЙСКОМ ПАЛЕОПОДНЯТИИ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

Пронин А.П.

ТОО «Казкорресеч»

До проведения активных геолого-разведочных работ в подсолевых отложениях северной части Прикаспийской впадины Кобландинская зона считалась продолжением от Карачаганак на восток крупной зоны поднятий, в которой будут найдены аналоги Карачаганакского месторождения. При бурении скважин в этой зоне было установлено, что предполагаемое поднятие по кровле подсолевых отложений в современном плане отсутствует, а скважинами был вскрыт другой разрез подсолевых отложений.

По данным бурения первой скважины в этой зоне - Каинсайской 1 (рисунок 1) было выявлено крупное стратиграфическое несогласие: ассельско-артинские отложения глинисто-карбонатного состава толщиной 45м залегают на фактически доказанных фаменских отложениях. Немного позднее, бурение скважины Кобланды 3 установило разрез подсолевых отложений аналогичный скважины Каинсайская 1, толщина ассельско-артинских отложений составляет 40м.

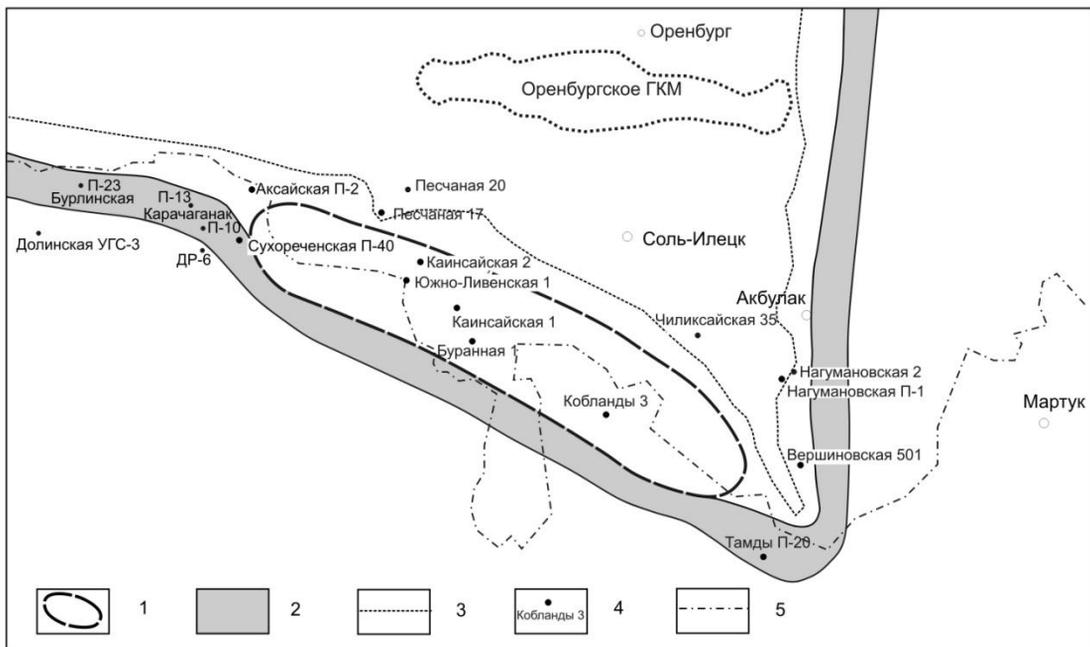


Рисунок 1. Предполагаемое распространение нижнекаменноугольных карбонатных платформ в северной части Прикаспийской впадины.

Условные обозначения. 1. Зона выхода верхнедевонских отложений на преднижнепермскую поверхность (Кобландинская зона). 2. Зона распространения предполагаемых карбонатных платформ нижнекаменноугольного возраста. 3. Зона нижнепермских биогермов. 4. Скважины. 5. Граница Республики Казахстан и Российской Федерации.

Таким образом, бурение скважин Каинсайская 1 и Кобланды 3 установило зону размыва девонских отложений на уровне ассельского яруса и полное отсутствие в разрезе этих скважин каменноугольных отложений, что связано с наличием Кобландинского палеоподнятия. Западное окончание этого палеоподнятия всего вероятней проходит немного восточнее скважины Сухореченская П-40. В скважине Сухореченская П-40 было

установлено свидетельство о возможном выходе на дневную поверхность девонских отложений. Так, в интервале 5490-5497м встречены известняки, в которых найдены конодонты серпуховского яруса нижнего карбона с переотложенными конодонтами фаменского яруса верхнего девона. Также, в скважинах Карачаганак Н.С. Овнатановой на уровне низов ассельского яруса нижней перми были найдены переотложенные конодонты нижнего карбона и девона, если с первыми понятно, но наличие конодонтов девона, подразумевает выход на дневную поверхность девонских отложений, которые и являются источником этих конодонтов.

Предположительно, Кобландинское поднятие существовало на уровне всего карбона и влияло на распределение фаций, но в современном плане является погребенным палеозойским палеоподнятием.

Незначительные толщины асселько-артинских отложений в скважинах Каинсайская 1 и Кобланды 3 (40-45м) указывают на их формирование в относительно глубоководных условиях при дефиците осадочного материала, что возможно или на поднятии дна бассейна (затопленные карбонатные платформы) или в удаленных частях глубоководного бассейна. Однако необходимо отметить, что установленная толщина глубоководных асселько-артинских отложений в скважине Долинская УГС-3, расположенной непосредственно западнее, составляет 471м (рисунок 1), что делает версию о поднятии дна бассейна в районе Кобландинской зоны предпочтительной.

Есть две версии объяснения крупного стратиграфического перерыва: выход на дневную поверхность девонских отложений в раннюю эпоху перми или эрозия кровли девонских отложений под действием турбидитовых потоков в условиях глубоководья в раннюю эпоху перми, которые при недостатке геологических фактов в данный момент времени имеют право на существование, однако первая версия из двух более вероятная. Также есть два предположения, о присутствии каменноугольных отложений: или полное отсутствие каменноугольных отложений в разрезе скважин Каинсайская 1 и Кобланды 3 или присутствие каменноугольных отложений очень малой толщины 10-20м, образованных в условиях депрессионной фации, что связано с недостаточным освещением керна и как следствие этого ошибкой в стратификации разреза. Если первое предположение верно, то это указывает на выход на дневную поверхность каменноугольных отложений и их эрозию до кровли девонских отложений в районе Кобландинского поднятия. Если второе предположение верно, то район скважин Каинсайская 1 и Кобланды 3 в карбоне находился в глубоководном бассейне, где на наличие пород-коллекторов в этих отложениях надеяться не приходится. Однако, подтверждение присутствия или отсутствия каменноугольных отложений очень малой толщины 10-20м, возможно только при наличии детального освещения керном данного интервала в новых скважинах, что возможно только в будущем.

Существование Кобландинского поднятия на уровне раннего карбона позволяет предполагать южнее этого поднятия наличие мелководных условий осадконакопления и формирование здесь карбонатных платформ с широким развитием в их составе микробиальных баундстоунов, которые ранее были установлены скважинами в Карачаганакском месторождении. Предполагаемые карбонатные платформы нижнекаменноугольного возраста должны стать первоочередными объектами для проведения площадных и детальных сейсморазведочных работ с целью поисков углеводородов в северной части Прикаспийской впадины.

КОНЬЯК-САНТОНСКАЯ ФАУНА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ПАВЛОВСКОГО СВОДА ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ (ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛАСТЬ). ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ.

Сельцер В.Б., Калякин Е.А., Ильинский Е.И., Рябов И.П.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Коньяк-сантонские, отложения в Воронежской области местами являются рельефоформирующими. В правобережной части р. Дона, в пределах Лискинского и Острогожского административных районов, они слагают круто наклонные и обрывистые поверхности с выдающимися меловыми останцами – «Дивами». Наиболее полно отложения представлены всубширотно расположенных карьерах (Откосинский, Крупейниковский, Копанищенский), вскрывающих 60-метровый разрез, который отличается исключительная монотонность белого пясчистого мела перекрываемого выше мелмергельными разностями.

В соответствии с действующей субрегиональной схемой верхнемеловых отложений Воронежской антеклизы, описываемые отложения относятся к губкинскому и шиловскому надгоризонтам структурно-фациальной зоны Павловского свода. Упомянутые выше карьеры вскрывают снизу вверх чернянскую (в основном) и истобенскую свиты. В настоящее время их фаунистическая характеристика дана в обобщенном виде, не позволяя, в полной мере, представить таксономическое разнообразие, сохранность искомого материала, особенности захоронений, а также полноту выделяемых стратонев на уровне зон или лон. Объективным затруднением является монотонность разреза чернянской свиты с подчеркнутой редкостью и неравномерной встречаемостью остатков макрофауны. Не велико также её таксономическое разнообразие. В подавляющем большинстве это раковины иноцерамов, реже устриц, спондилиты пектинид. На фоне рассеянных фрагментов раковин встречаются целые крупные створки иноцерам. Они несколько разобщены, а чаще разрозненны и захоронены в непосредственной близости – первые сантиметры. Яркая выраженная разрозненность створок у спондилитов пектинид. Устрицы в подавляющем большинстве имеют сомкнутые створки и находятся приросшими к поверхности раковин крупных иноцерам, где расположены целые поселения мелких форм. Встречена фауна ринхонеллидных (доминируют) и теребратулидных брахиопод с сомкнутыми (40% выборки) створками. Остатки иглокожих представлены разрозненными иглами и отдельными табличками панцирей правильных морских ежей. Панцири неправильных ежей фрагментированы деформацией осадка. Целые панцири единичны. Заслуживает внимание находка (копанищенский разрез) панциря *Micraster* с сохранившимися мелкими иглами на стерильных пластинках – автохтонное захоронение. Кроме того, встречаются отдельные членики морских лилий и фрагменты скелета морских звезд. Ростры белемнитов редки в средней части, и в основном приурочены к верхам разрезов. Необходимо отметить находку фрагмента крупного аммонита в толще мела в правом приустьевом отрезке балки «Голая», в юго-западной части территории музея-заповедника «Дивногорье». Остеологический материал отражен единичными зубами сельахийевых рыб, а также фрагментированным скелетом костной рыбы. В уступах карьеров прослеживается несколько уровней рассеянного призматического раковинного боя. По нашим наблюдениям именно к этим уровням приурочены наибольшие частоты встречаемости макрофауны. Еще одна особенность в распространении фауны чернянской свиты отмечена в субширотном направлении с востока на запад. Откосинский (восточный, в пределах описываемой территории) разрез является наиболее фаунистически бедным. Более часто фауна встречается в мелу Крупейниковского месторождения и наибольшее

разнообразие фауны, а также сравнительно высокая частота отмечены для западной части территории – Копанищенский карьер.

Образования вышележащей истобненской свиты достоверно удается наблюдать во всех трех изученных нами разрезах. В нижней части свита представлена тоже псичим мелом, к которому вверх по разрезу примешивается глинистый материал проявляясь мел-мергельными и мергельными разностями. В Откосинском карьере, в верхах разреза, мергель разделен выраженным горизонтом гравия мелких фосфоритов, с редкими зубами селяхивых рыб. Этот горизонт не наблюдался в крупнейниковском и копанищенском разрезах, где он, очевидно, отсутствует вследствие развития денудационных процессов.

Наблюдения последовательности в распространения фауны и видовые определения позволили сделать предварительные выводы о возрасте описываемых отложений. Ииноцерамов определены: *Cremnoceramus inconstans* (Woods), *Cr. cf. brongniarti* (Mant.), *Cr. crassus* (Petr.), *Cr. deformis* (Meek), *Cr. lamellatus* (Kotsyb.), *Tethyoceramus wandereri* (And.), *Volviceramusc. exogyroides* (Meek&Hayden). Из брахиопод опознаются: *Orbirhynchiawiesti* (Quen.), *O.cf.praedispana* Pett., *O.compta* Pett., *Gibbithyris cf. Grandis* Sahni, *Concinnithyris albensis* (Leym.), *Gyrosorialata* Ether., *Terebratulina cf. striatula* (Mant.) и *Kingenasp.* Предварительные определения морских ежей показывают присутствие *Micraster* и *Echinocorys* коньякского облика. Белемниты представлены *Actinocamax verus subfragilis* Naid., *A.verusfragilis* Arkh. И *Belemnitella praepreacursor* Naid. Фрагмекон аммонита относится к представителям *Parapuzosia*. Характер расположения главных ребер сближает с видом *P. corbarica* (d`Gross.). Имеется также некоторое сходство с *P. leptophylla* (Sharpe).

Представленный комплекс иноцерамов указывает на принадлежность основной части монотонного мела чернянской свиты нижнеконьякскому подъярису отвечая иноцерамовым зонам, предложенных И. Валашиком для западноевропейских разрезов – *inconstans* и *crassus*. Находки видов *T.wandereri* (And.) и *V.cf. exogyroides* (Meek&Hayden) указывают на наличие в разрезах терминальной нижнеконьякской зоны *gibbosus* и вышележащей среднеконьякской *koeneni*. В принятой стратиграфической схеме верхнемеловых отложений Восточно-Европейской платформы это соответствует лонам *brongniarti*, *crassus-deformis* и *koeneni*. Белемниты *A.subfragilis* Naid. могут свидетельствовать о присутствии отложений среднего и верхнего коньяка (лоны *involutus*, *subquadratus*). А находки в верхах разрезов *A.verusfragilis* Arkh.и *B.praepreacursor* Naid маркирует лону *patootensis/praeacursor* праепреакурсор. Комплекс брахиопод характерен для позднетуронских и в целом коньякских отложений. Необходимо подчеркнуть, что в изученных разрезах граница коньяка – сантона литологически не выражена и может быть опознана микрофаунистически по отобраным пробам. Не исключено наличие внутрiformационного перерыва, на что указывает отсутствие находок кардиссоидных иноцерам и ранних белемнителл. Впрочем, такой факт может объясняться неблагоприятными более глубоководными условиями обитания. Очевидно, в коньякское время трансгрессия на описываемой территории достигла максимума, определив глубоководность бассейна, слабую и периодически усиливающуюся аэрацию наддонной области и карбонатного осадка, что способствовало расселению моллюскового сообщества лишь эпизодически.

Геологическое сопровождение инфраструктурных проектов

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КЛАССИФИКАЦИИ GSI ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАССИВОВ ФЛИША СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ТОННЕЛЯ В С.КАБАРДИНКА ГЕЛЕНДЖИКСКОГО РАЙОНА КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Селиванова А.В.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», геологический факультет

Отложения флиша распространены на большей части Черноморского побережья Краснодарского края. Интенсивные темпы строительства наземных и подземных объектов в сложных инженерно-геологических условиях выявили острую необходимость разработки и применения методов эффективной комплексной оценки геотехнических свойств флишевых массивов горных пород.

В западных странах наиболее эффективным методом изучения массивов горных пород, начиная с середины XX в., стали рейтинговые классификации пород по критерию устойчивости на основе эмпирических данных с учетом и строения массива и его физико-механических свойств. Их последующее развитие привело к разработке и применению специальных классификаций, одной из которых стала классификация Е.Хоека (E.Hoek) и В.Мариноса (V.Marinis) «Геологический показатель прочности горных пород» (Geological Strength Index) для отложений флиша [1].

Согласно данной классификации флишевые формации подразделяются на 11 типов (I-XI) по соотношению пелитовых и крупнообломочных пород, тектонической дислоцированности и степени выветрелости. Исходя из описания литологии, структуры и условий залегания выбирается блок, соответствующий типу флиша, для которого определяется интервал величин показателя прочности (0-100) [2].

Последующая обработка данных производится в программе RocData 5.0, также разработанной Е.Хоеком и В.Мариносом. Расчет характеристик в программе производится отдельно по породам, слагающим флишевый массив, затем для всего массива. Далее определяются геотехнические характеристики, описывающие состояние и возможные виды деформаций массива, приводятся общие рекомендации по среднему шагу выемки и оптимальному устройству крепи для каждого типа флиша.

Применение классификации Е.Мариноса и В.Хоека «Геологический показатель прочности» (ГПП) проводилось для флишевого массива горных пород мелового возраста, слагающего трассу технологического тоннеля в районе с.Кабардинка Геленджикского района Краснодарского края.

Аналізу подверглись свиты, пересекающие ось трассы тоннеля, для которых были пробурены скважины 1-10 (куниковская-скв.1/1, 1/2, пенайская – скв.2, ахейская – скв.3, анаурская – скв.4, паук – скв.5, розначевская – скв.6-10/2) [3].

На основании соотношения пелитовых пород и песчаника, слагающих отложения флиша свит, и учета факторов инженерно-геологических условий, были определены тип флиша и соответствующий ему показатель прочности: куниковская свита (II тип флиша, ГПП=65), анаурская свита (IV тип, ГПП=55), ахейская свита (V тип, ГПП=45), пенайская свита (VIII тип, ГПП=30), свита паук (X тип, ГПП=20), розначевская свита (XI тип, ГПП=5-10).

Установлено, что геотехнические характеристики изменяются в сторону ухудшения в зависимости от соотношения во флише пелитовых пород и песчаника, глубины заложения трассы тоннеля, степени тектонической дислоцированности пород, глубины выветривания и обводненности.

Наихудшими геотехническими показателями обладают породы, слагающие флиш розначевской свиты. Флиш, относящийся к данной свите, имеет наибольшую протяженность по трассе (скв. 6-10/2), глубины заложения тоннеля варьируются от 438 до

15.5 м, отложения флиша сложены сильновыветрелыми, дислоцированными, глубоко обводненными породами, проходящими по зонам развития тектонических нарушений.

Далее по наихудшим геотехническим показателям следует свита паук (скв. 5) с глубиной заложения тоннеля 396 м, повышенной трещиноватостью пород и приуроченности к зоне разлома (Северная I зона нарушений).

Самые высокие геотехнические характеристики прослеживаются у анаурской свиты (скв. 4). Глубина заложения тоннеля – 328,5 м, устойчивость и прочность массива контролируется повышенным содержанием песчаника, оказывающего армирующее действие для всего массива, окремнением, отсутствием обводнения пород, нахождение большей части массива, приуроченного к отложениям анаурской свиты, вне зоны тектонических нарушений.

Ахейская свита (скв. 3), у которой при глубине заложения тоннеля 116 м, геотехнические показатели снижены вследствие расположения в зоне трещиноватости пород и обводненности.

Пенаяская свита (скв. 20, глубина заложения тоннеля 96 м) по соотношению содержания песчаника к пелитовым породам является наиболее прочной и устойчивой среди всех свит, пересекающих ось тоннеля, однако, низким значениям геотехнических показателей способствуют: расположение в зоне трещиноватости пород, глубокая зона выветривания (50-100 м), повышенная обводненность массива, сильная дислоцированность пород.

Для куниковской свиты определен самый высокий тип флиша и показатель ГПП - II и 65 соответственно, глубина заложения тоннеля – 20 м возле Южного портала, массив располагается вне зоны тектонических нарушений. Однако, соотношение пелитовых пород (95%) и песчаника (5%) способствует существенному снижению общих геотехнических показателей природного массива.

На основании полученных данных по геотехническим показателям свит, пересекающих ось трассы тоннеля, а также в соответствии с общей характеристикой состояния массива можно сделать выводы о том, что в период эксплуатации возможно формирование опасных зон напряженно-деформированного состояния скальных пород кровли, резкое увеличение водопритоков подземных вод в тоннель, развитие деформаций крепи, в связи, с чем рекомендуется проведение мониторинговых работ.

Литература

1. Marinos, V., Hoek, E. Estimating the Geotechnical Properties of Heterogeneous Rock Masses such as Flysch. Bull. Eng. Geol. Env., 2001, No. 60, pp. 85-92.

2. Marinos, V. Tunnel behaviour and support associated with the weak rock masses of flysch // Science Direct, Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering. 2014, № 6, p. 227-239.

3. «Технологический тоннель резервуарный парк перевалочного комплекса (РППК) – верхняя площадка береговых сооружений (ВПБС)» / Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям, ГУП «Кубаньгеология», Краснодар, 2014

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕУГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПХГ

Скрябина А.С.

ПАО «ВНИПИгаздобыча»

При создании подземных хранилищ газа в пористых структурах значительная часть капитальных вложений требуется для наращивания буферного объема газа. Буферный объем газа технологически необходим для обеспечения эксплуатации подземных

хранилищ газа в плановом режиме. Таким образом, буферный объем не извлекается из хранилища в сезон отборов, а его доля может достигать 60% от общего объема газа в подземном хранилище.

В мировой практике создания и эксплуатации подземных хранилищ природного газа имеет место использование неуглеводородных газов для частичного замещения природного газа в буферном объеме. Подобные технологии позволяют не только повысить эффективность использования порового объема пласта-коллектора объекта хранения, получить дополнительный экономический эффект, но и обеспечить утилизацию вредных газов, выделяющихся при сжигании топлива или в ходе технологических процессов. Частичное замещение природного газа в буферном объеме на неуглеводородный возможно как на этапе создания, так и во время промышленной эксплуатации подземных хранилищ газа.

В работе рассмотрен опыт эксплуатации ПХГи результаты исследований отечественных и зарубежных специалистов в области использования неуглеводородных газов для повышения эффективности подземного хранения природного газа.

Аппаратурное и программное обеспечение геолого-геофизических изысканий

ПРИМЕНЕНИЕ МОБИЛЬНЫХ PVT-УСТАНОВОК ДЛЯ ОПЕРАТИВНОЙ ОЦЕНКИ ФАЗОВОГО СОСТОЯНИЯ СЛОЖНЫХ ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ СИСТЕМ

Кузнецов И.В.¹, Чирков В.Ю.², Ковалев А.А.²

¹ ООО НПО "СНГС"

² ООО "Союзнефтегазсервис - Гео"

В практике зарубежных компаний уже достаточно давно применяются мобильные PVT-установки, которые позволяют значительно повысить оперативность получения результатов. Использование таких установок не только обеспечивает своевременное принятие управленческих решений по оптимизации разработки месторождения, но и позволяет решать ряд новых технологических задач, что было бы невозможно без их применения.

К сожалению, в России мобильные PVT-установки пока не получили широкого распространения. В значительной степени это связано с тем, что в настоящее время такие услуги предоставляются только иностранными компаниями. Разработка и внедрение отечественной мобильной PVT-установки позволит значительно расширить область их применения и тем самым повысить эффективность решения многих актуальных задач.

Мировой опыт разработки углеводородных месторождений показывает, что эффективность их эксплуатации в значительной степени зависит от качества характеристической оценки пластовой системы для правильного выбора и оптимизации системы добычи. Знание PVT-свойств пластового флюида имеет определяющее значение как для разработки месторождения в целом, так и для решения ряда прикладных задач.

Примерами актуальных задач, которые могут быть решены на основании данных PVT-исследований, являются оценка влияния неравномерного отбора газа по площади залежи на величину конечной конденсатоотдачи [1] и определение глубины залегания возможного ГНК на основании градиента изменения состава углеводородной смеси [2].

Другим перспективным направлением является комплексное гидродинамическое моделирование процесса разработки группы месторождений, которое невозможно без данных PVT-исследований. Например, для решения этой задачи на основании экспериментальных данных может быть выполнено математическое моделирование поведения многокомпонентных смесей в равновесных процессах на основании уравнения состояния Пенга–Робинсона, обеспечивающее в исследуемой области равномерную точность расчета, как по равновесному составу, так и по свойствам фаз [3, 4].

Традиционно для проведения PVT-исследований отобранные поверхностные или глубинные пробы транспортируются в стационарные петрофизические лаборатории, что значительно увеличивает время получения информации. По этой причине данные PVT-исследований, проводимых в стационарных лабораториях, могут быть использованы только для решения долгосрочных задач разработки месторождений (подсчет запасов, составление программы и контроль разработки и т.д.) [5], а решать на их основе оперативные технологические задачи не представляется возможным. Кроме того, иногда логистические задержки могут привести к потере ценной информации: в случае отбора некачественной пробы к моменту её выявления в стационарной лаборатории исследуемый объект может быть уже изолирован.

Несмотря на широкий круг решаемых задач, мобильные PVT-установки, давно применяемые зарубежом, пока не получили в России должного распространения. Одной из причин этого является то, что в настоящее время они производятся и применяются преимущественно иностранными компаниями, стоимость работ которых слишком высока для широкого применения. Решить эту проблему должна разработка и внедрение в

производственную практику российских мобильных PVT-установок и полевых лабораторий на их основе.

Благодаря возможности проведения исследований непосредственно на промысле, внедрение мобильных PVT-установок позволяет решать новые технологические задачи, такие как:

- оптимизация режима эксплуатации и испытания скважины;
- оптимизации технологических процессов разработки и эксплуатации месторождений;
- подбор наземного добывающего оборудования;
- контроль качества и предварительные PVT-исследования глубинных проб с целью оптимизации условий их отбора;
- контроль соответствия условиям сепарации жидкой и газовой фаз проб, отобранных для рекомбинации;
- контроль и настройка работы сепаратора;
- исследование флюидов, полученных на разных режимах работы скважины.

Кроме этого, мобильные PVT-установки могут быть использованы для решения ряда перспективных задач, которые пока еще не нашли широкого применения в производственной практике. Одной из таких задач является оценка влияния на фазовое состояние газоконденсатной системы различных примесей, в том числе, реагентов, используемых при интенсификации добычи [6, 7].

Специалистами компании ООО НПО «СНГС» для нужд ООО «Газпром георесурс» был разработан опытный образец мобильной PVT-установки. В ходе разработки был решен ряд важных инженерных задач, важнейшими из которых были:

- выбор материала и прочностные расчеты корпуса камеры PVT;
- выбор материала и расчет прочности смотрового стекла;
- разработка конструкции крепления и герметизации смотрового стекла;
- расчет и конструирование механических приводов задания давления и качания камеры PVT;
- разработка узла крепления видеокамеры, обеспечивающего хорошую освещенность при минимальной засветке.

Разработанная установка имеет передовую, как для российской, так и для мировой практики конструкцию и содержит ряд инновационных решений. Важнейшими из них являются торцевое смотровое стекло, обеспечивающее обзор всего объема рабочей камеры, система задания давления с механическим приводом, обеспечивающая высокую точность измерения объема, и система перемешивания пробы.

Появление мобильных PVT-установок отечественного производства позволит значительно расширить область их применения и повысить эффективность решения многих важных геологических и технологических задач.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕПРЕРЫВНОГО ПРОФИЛИРОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КЕРНА (СКРЕТЧ-ТЕСТ) ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Кузнецов И.В.¹, Чирков В.Ю.², Ковалев А.А.², Малюга А.Ю.³, Комарова А.В.²

¹ ООО НПО "СНГС"

² ООО "Союзнефтегазсервис - Гео"

³ "Геопромальянс"

Повышение достоверности определения механических свойств горных пород имеет большое значение для выполнения геомеханического моделирования. Традиционные

методы, основанные на лабораторных исследованиях и интерпретации данных ГИС, имеют недостаточное разрешение для выявления локальных неоднородностей, которые могут иметь большое значение для построения геомеханической модели. В связи с этим перспективным представляется применение метода непрерывного профилирования механических свойств (скретч-тест), позволяющего определять предел прочности при неограниченном сжатии и угол внутреннего трения с дискретностью менее 1 см вдоль исследуемого образца. Полученная таким образом информация не только дополняет данные других видов исследований керна, но и позволяет оптимизировать места отбора образцов. До последнего времени данная технология предлагалась только иностранными подрядчиками, появление российских разработок в данной области значительно повышает её доступность и делает возможным более широкое применение.

В настоящее время геомеханическое моделирование играет все более важную роль в повышении эффективности поиска, разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений. Исходной информацией, достоверность которой определяет точность моделирования, являются прочностные свойства горных пород. Непрерывное профилирование механических свойств позволяет не только получить важную дополнительную информацию, но и значительно повысить эффективность использования других методов.

В отечественной практике определение механических свойств горных пород обычно производится на отдельных образцах керна (штуфах) путем сжатия на стационарных установках, применение которых, хотя и обеспечивает высокую точность результатов, но имеет ряд существенных недостатков:

- высокая стоимость экспериментов на отдельных образцах ограничивает их количество и, таким образом, повышает дискретность по глубине;
- большая дискретность по глубине, в сочетании с выбором образцов без учета возможных локальных изменений механических свойств может привести к нерепрезентативности выборки и, как следствие, недостоверному описанию реальной геологической среды геомеханической моделью;
- при исследовании разуплотненных, трещиноватых и неоднородных горных пород, разрушение образца происходит по структурным неоднородностям, и полученные результаты не отражают свойств основной породы, слагающей разрез.
- исследованный образец не может быть использован для контрольных измерений или проведения других видов исследований (разрушающие методы).

Ввиду вышесказанного, в практике зарубежных компаний в последнее время все большее распространение приобретают исследования керна путем непрерывного профилирования механических свойств, часто называемые скретч-тестом, которые позволяют при относительно небольших затратах получить данные о механических свойствах керна с малой дискретностью. Сущность данного метода заключается в резании («царапании») образца породы (как правило, керна) резцами разной конфигурации. При использовании острого резца преобладающими являются силы, связанные с пластическим или хрупким разрушением горной породы, а для тупого резца значительное влияние начинает оказывать сила трения на его кромке износа. Результатом исследования является построение кривых (диаграмм) горизонтальной и вертикальной составляющих силы, действующей на резец, которые определяются механическими свойствами разрушаемой породы и геометрическими характеристиками резца.

Проведение экспериментов с резцами разной конфигурации позволяет определять предел прочности при неограниченном сжатии и угол внутреннего трения в образце горной породы [1]. Данные зарубежных исследований показывают, что определенные в эксперименте непрерывного профилирования значения, хорошо коррелируют с данными, полученными при проведении трехосного сжатия [2-4]. При этом, метод непрерывного профилирования отличается относительной простотой и мобильностью установок,

высоким уровнем повторяемости и воспроизводимости результатов при условии использования одного и того же образца и практически полным отсутствием необходимости обработки и подготовки образцов керна перед проведением исследований, что позволяет значительно расширить область его применения.

В качестве примера, на рисунках 1 и 2 представлены фотография одного из исследованных образцов керна и пример зарегистрированных для него вертикальной и горизонтальной составляющих нагрузки на резец. Представленный образец керна сложен известняком, в котором можно выделить три литологических области: глинистую (слева), средней твердости (в середине) и окремнелую (справа). Пределы прочности при неограниченном сжатии, рассчитанные на основании представленных кривых, составляют 80, 120 и 280 МПа, что хорошо согласуется с данными других исследований.

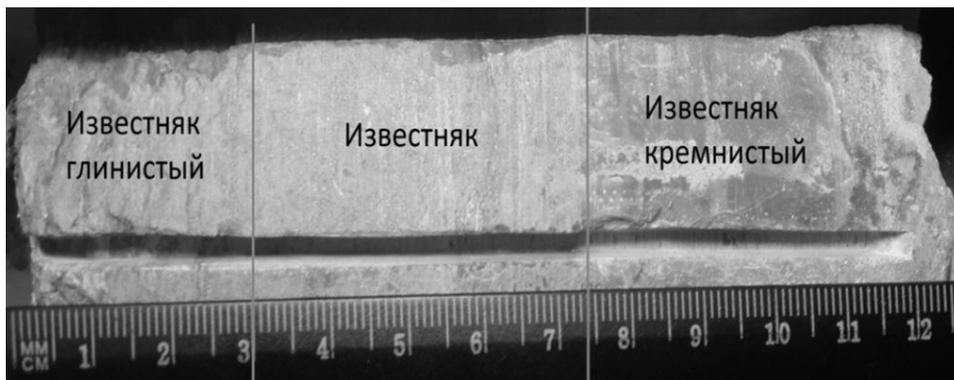


Рисунок 1. Исследованный образец керна.

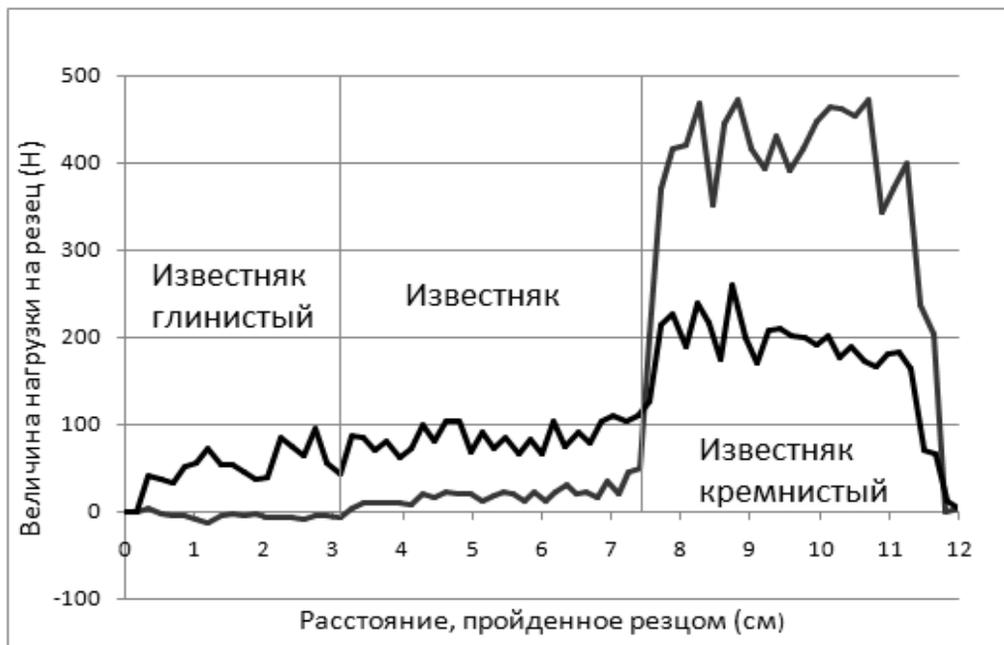


Рисунок 2. Пример графиков зарегистрированных горизонтальной (черная линия) и вертикальной (красная линия) составляющих нагрузки, воздействующей на острый резец с прямой заточкой.

В отличие от традиционных методов определения механических свойств, которые имеют достаточно большую дискретность (разрешающая способность ГИС 0,1-0,2 м, а лабораторные исследования проводятся лишь для отдельных штуфов с шагом 0,5-1 метр и

более), метод непрерывного профилирования позволяет выделять тонкие пропластки, различающиеся по механическим свойствам, которые могут иметь большое значение для построения геомеханической модели. Выявленные по результатам профилирования аномальные области должны быть подвергнуты более детальным лабораторным исследованиям. Кроме этого, метод непрерывного исследования керна позволяет оценить степень выветрелости и старения керна путем разрезания керна по нескольким плоскостям и проведения повторных тестов по ним.

Оперативность и относительно небольшая стоимость непрерывного профилирования позволяют выполнять данное исследование для всего объема керна, извлеченного из скважины. Это не только значительно повышает качество и количество получаемых данных о механических свойствах горных пород, но и позволяет использовать эти данные для оптимизации объема выполнения других видов исследований, что позволяет значительно повысить достоверность получаемой информации и при этом снизить затраты на их проведение.

Таким образом, благодаря оперативности, относительно низкой стоимости и возможности дальнейшего использования исследованных образцов, метод непрерывного профилирования физических свойств керна может занять важное место в комплексе исследований горных пород для целей геомеханического моделирования (рисунок 3)[5]. Как видно из схемы, этот метод занимает промежуточное положение между непрерывными методами ГИС и дискретными методами лабораторных исследований керна. При этом он не только превосходит методы ГИС по разрешающей способности, но и выгодно отличается от них тем, что является прямым методом определения механических свойств породы.

До последнего времени услуги по проведению непрерывного профилирования предлагались преимущественно иностранными сервисными компаниями с использованием крайне дорогостоящего оборудования импортного производства. В настоящее время специалистами ООО «СНГС-Гео» разработана и испытана установка для выполнения экспериментов непрерывного профилирования механических свойств керна. В установке реализован ряд оригинальных конструктивных решений. Алгоритм обработки данных, разработанный для установки, основан на анализе физических процессов, происходящих в области разрушения резцом горной породы. Появление российского оборудования открывает возможность для более широкого внедрения данного метода в производственную практику, что обеспечит значительное повышение достоверности исследований керна в целом и снижения затрат на их проведение.

**Экологическая
геология и
геоэкология.
Аспекты
захоронения
промстоков**

ЭВОЛЮЦИОННАЯ УРБАНИСТИКА КАЗАХСТАНА XX-XXI ВЕКА: ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ИСТОРИЯ И ТЕМАТИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

Багаутдинова А.О., Яшков И.А., Иванов А.В., Виноградова Т.Н.

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

В современной урбанистике, как мультимеждисциплинарном научном знании, выполняются исследования широкого спектра городских проблем. Одним из таких актуальных направлений является комплексный анализ сложных геополитических, социально-экономических, геоэколога-исторических, демографических и миграционных процессов эволюции сети городских поселений.

Нам представляются сегодня особо важными метадисциплинарные исследования на объединенном поле урбанистики, эволюционистики и экологии. В связи с этим можно говорить об эволюционной урбанистике, что важно как для понимания развития урбосферы в глобальном масштабе, так и для прогнозирования, управления, обеспечения устойчивого развития конкретных территорий, урбосистем, сетей поселений и их отдельных элементов. Для этого особую важность приобретают исследования по динамике урбосистем и сетей поселений во времени и пространстве, при которых в определенном смысле может быть сформулирована и решена палеогеографическая задача: наши исследования показывают эффективность известного подхода – построение серий карт на определенные интервалы времени. Последовательное расположение созданных картографических моделей по стреле времени приводит к формированию общего видения системы поселений в целом и ее пространственно-временных трансформаций.

В Саратовском государственном техническом университете имени Гагарина Ю.А. коллектив кафедры геоэкологии и инженерной геологии, лаборатории инженерной геоэкологии, а также сетевой кафедры эволюционной урбанистики кафедры ЮНЕСКО по изучению глобальных проблем городов МГУ имени М.В. Ломоносова совместно с научно-образовательным центром нелинейной динамики сложных сетей последние годы активно работает по широкому спектру вопросов урбанистики: от анализа опасных геопроцессов на урбанизированных территориях и экологической истории поселений до аспектов глобальной урбанистики и эволюции урбосферы. При этом особо выделяется проект по изучению эволюционной динамики сетей поселений Казахстана. Особый интерес вызывают, на наш взгляд, советский и постсоветский периоды, поскольку для этого времени характерны: а) особо активная динамика поселений – высокие скорости и масштабность изменений качественных и количественных параметров эволюции сети поселений; б) хорошая выраженность меняющихся признаков урбосистем – появление, деградация и омертвление, исчезновение отдельных поселений и элементов их сетей.

На сегодняшней стадии работы по сети поселений Казахстана мы предлагаем промежуточные итоги и находимся в начале эволюционного анализа – в полной мере его предстоит осуществить в будущем. Создана база данных, построены картографические модели с помощью геоинформационных технологий, а также математические модели на основе теории сложных сетей, проведены сбор и обработка архивных материалов и данных устной истории. Такое комплексирование методик позволило в итоге получить наиболее объективные, на наш взгляд, картины распределения поселений в выделенные интервалы исторического времени. «Киолента» из этих «кадров», представленная в докладе, показывает динамику поселений и может служить основой для дальнейших исследований.

Серия тематических карт, представленных в докладе, отражает эволюцию сети городских поселений территории Казахстана и охватывает исторический период с 1926 по

2009 год. Такой широкий временной диапазон позволяет, по нашему мнению, подойти к пониманию предпосылок серьезной трансформации сети городских поселений Казахстана на рубеже XX-XXI веков.

Кроме этого, в исследование включены карты и исторические фотографии города Жанатаса различных лет, включая 1994 и 2013 гг, как одного из модельных полигонов эволюционно-урбанистических исследований, иллюстрирующие локальные изменения «живой» и «мертвой» городской инфраструктуры. В свете вышеизложенного Жанатас является весьма показательной урбосистемой, испытавшей на себе влияние комплекса внешних (политических, экономических, социальных, культурных, экологических и др.) и внутренних (комфортности проживания, медико-санитарных, эпидемиологических и др.) факторов развития. Особое внимание в исследовании Жанатаса как «модельного» полигона уделяется анализу роли многочисленных кризисных явлений 90-х гг. XX века в эволюции городов и городском природопользовании, которые повлияли на комфортность проживания населения в городской среде.

Исследования выполнялись при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках базовой части государственных заданий высшим учебным заведениям в сфере научной деятельности на 2017-2019 годы по инициативному проекту «Взаимодействие геолого-геоморфологического субстрата и сетей поселений Среднего и Нижнего Поволжья в предметном поле эволюционной урбанистики и экологической истории: метадисциплинарное осмысление, моделирование и выработка предложений для управления территориями и обеспечения их устойчивого развития»; по программе развития опорных университетов на 2017–2021 годы; по комплексной научно-инновационной программе Саратовского государственного технического университета имени Ю.А. Гагарина на 2016-2018 годы (направление 15В «Изучение фундаментальных экологических закономерностей функционирования и эволюции природно-техногенных систем, обеспечение безопасности, оценка туристического потенциала (региональные и глобальные аспекты)»).

ОЦЕНКА ВРЕДА, ПРИЧИНЕННОГО ПОЧВАМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ В ЗОНАХ ВЛИЯНИЯ ПОЛИГОНОВ ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ

Ерёмин В. Н., Решетников М. В., Шешнёв А. С., Прокофьева Е. В.
ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Полигоны захоронения твердых коммунальных отходов воздействуют на все компоненты ландшафта как источники биологического, физического и химического загрязнения. Интенсивное влияние при этом испытывает почвенный покров как депонирующая среда на границе атмосферы и литосферы. Сфера обращения с отходами практически во всех регионах России относится к числу экологически проблемных отраслей. Очевидна необходимость разработки и внедрения экологических и экономико-правовых механизмов оценки вреда окружающей среде от воздействия полигонов захоронения отходов.

Авторами выполнены полевые и лабораторные исследования почвенного покрова в зонах влияния трех крупнейших в Саратовской области полигонов захоронения коммунальных отходов – Александровского, Гусельского (г. Саратов) и Балаковского (г. Балаково), с целью оценки вреда почвам в результате загрязнения тяжелыми металлами (ТМ). Наибольший вклад в загрязнение ТМ почв в зонах влияния полигонов захоронения

отходов принадлежит аэрозольным выбросам. Известно, что от одной тонны горящих коммунальных отходов в атмосферный воздух поступает вместе с газообразными веществами около 1.25 кг твердых части. Именно их присутствие в аэрозольных выбросах и перенос на близлежащие территории служат основным путем поступления загрязняющих веществ, в том числе ТМ, в почвы.

На Александровском полигоне отходы 3–5 классов опасности складировались в глубоком отработанном песчаном карьере, и с 2005 по 2016 г. их накоплено около 560000 т. Балаковский полигон эксплуатируется по высотной схеме на выровненной поверхности второй террасы Волги с 1976 г., и заполнение отходами 4 и 5 классов опасности составляет 5211312 т. Гусельский полигон функционирует в глубоком отработанном глиняном карьере, и с 1996 г. отходы 3-5 классов опасности складировались по высотной схеме, их масса достигла 1188400 т.

Выбросы в атмосферный воздух от неорганизованных источников по данным государственной статистической отчетности организаций, эксплуатирующих полигоны, составляют 1148 т/г для Александровского полигона, 1392 т/г – для Балаковского и 11347 т/г – для Гусельского.

Зона влияния Александровского полигона (в дальнейшем “Александровский объект”) расположена вдали от селитебных зон и окружена пустырями. Зона влияния Гусельского полигона (“Гусельский объект”) удалена от поселений, с северной стороны практически к его границам примыкают обрабатываемые сельскохозяйственные угодья. Зона влияния Балаковского полигона (“Балаковский объект”) удалена от городской черты, около его северо-восточных границ расположены садоводческие участки.

В пределах зон влияния полигонов захоронения отходов отобрано 152 почвенные пробы, которые подвергнуты определениям валового содержания и концентраций подвижных форм ТМ. Лабораторные исследования на определение валового содержания и концентраций подвижных форм Zn, Cu, Cr, Cd, Ni и Pb проводились методом атомно-абсорбционной спектроскопии с пламенной атомизацией на спектрофотометре «Квант-2АТ».

В 2010 г. Министерство природных ресурсов и экологии РФ утвердило методику исчисления в стоимостной форме размера вреда в результате поступления загрязняющих веществ или смеси загрязняющих веществ, приводящего к несоблюдению нормативов качества окружающей среды для почв, включая нормативы ПДК и ОДК. Данная методика применена к решению задач настоящего исследования.

Расчет размера вреда при загрязнении почв осуществляется по формуле:

$УЩ_{загр} = СЗ \times S \times K_r \times K_{исх} \times T_x$, где

$УЩ_{загр}$ – размер вреда (руб.);

$СЗ$ – степень загрязнения, которая рассчитывается по формуле:

X_i – фактическое содержание i -го загрязняющего вещества в почве, мг/кг; X_n – норматив качества окружающей среды для почв, мг/кг. При значении $C < 5$ $СЗ$ принимается равным 1,5; при C от 5 до 10 $СЗ = 2$; при C от > 10 до 20 $СЗ = 3$; при C от > 20 до 30 $СЗ = 4$; при C от > 30 до 50 $СЗ = 5$; при $C > 50$ $СЗ = 6$; S – площадь загрязненного участка (m^2), (в расчете данная величина определялась как $25 m^2$ для одной пробы, при отборе проб методом конверта размером 5×5 м и перемножением на количество проб с превышением норматива качества окружающей среды для почв); K_r – показатель в зависимости от глубины загрязнения или порчи почв (приравнен к 1 для глубин 0–20 см); $K_{исх}$ – показатель в зависимости от категории земель и целевого назначения (приравнен к 1, как для «остальных категорий и видов целевого назначения земель»); T_x – такса для исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту окружающей среды (при

загрязнении такса, в соответствии с приложением к используемой методике, составляет 600 руб./м² для почв степной лесорастительной зоны).

Вред, нанесенный почвам в пределах зон влияния полигонов захоронения отходов путем их загрязнения группой ТМ (Zn–Ni–Cu–Cr–Cd–Pb) в валовом содержании и концентрациях их подвижных форм, в стоимостном эквиваленте для Александровского объекта составляет 630000 руб., для Балаковского – 3990000 руб., для Гусельского – 1912500 руб. При этом основной вклад в ущерб почвам Александровского объекта принадлежит подвижным формам Ni и Cd, Гусельского – подвижным формам Ni и Cu, Балаковского – подвижным формам Ni, Cu и Zn и валовому содержанию Zn, Cu и Pb. Универсальными токсикантами, наносящими значительный вред почвам в зонах влияния полигонов захоронения отходов, являются подвижные формы Ni и Cu. Избирательно по разным объектам ущербобразующими для почв выступают подвижные формы Zn и Cd.

Обращает на себя внимание намечающееся ранжирование номинальных сумм ущерба от длительности функционирования полигонов и массы захороненных отходов в ряду: Балаковский – 39 лет (5211 тыс. т), Гусельский – 19 лет (1188 тыс. т), Александровский – 10 лет (0.552 тыс.т).

Таким образом, в целях охраны почв как объекта окружающей среды, возможно и целесообразно на практике использование экономических механизмов компенсационного характера за негативное воздействие на почвенные ресурсы. Правоприменение данных механизмов находится в плоскости деятельности специально уполномоченных органов в сфере органов экологического надзора и контроля.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬ ЗАТОНСКОГО ОПОЛЗНЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ

Шешнёв А.С.

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Соколовая гора всегда играла важную роль в градостроительном развитии Саратова. До середины XX века на склонах располагались жилые дома, производства, перевалочные базы, станция водоочистки. В настоящее время ведется добыча углеводородных ресурсов, особенности рельефа и ландшафта позволили расположить на плато парк Победы и на берегу Волгоградского водохранилища городской пляж. Соколовая гора представляет собой динамический геолого-географический объект, развитие которого в течение всего времени существования Саратова непосредственно сказывалось на состоянии городских инфраструктурных объектов. Наиболее грозным природным явлением выступают оползни. Активизация оползневых процессов на участке происходила в 1783, 1818, 1846, 1849, 1869, 1884, 1913-1915, 1927, 1963-1964, 1968, 1984, 1990-1991, 2007-2008 гг., и, как правило, сопровождалась значительным ущербом.

Соколовая гора располагается к северо-востоку от центра Саратова и известна как район развития крупных блоковых оползней выдавливания. В геолого-геоморфологической литературе равнозначно употребление наименований «Оползень Соколовой горы» и «Затонский оползень». Затонский оползень заложен на юго-восточном склоне Соколовой горы, вытянут вдоль Волгоградского водохранилища на 1700 м при длине по оси смещения до 560 м. Объем смещенных пород более 10 млн. м³. Высота оползневого склона до 120 м над уровнем Волгоградского водохранилища при средней крутизне 12°.

Затонский оползень – один из самых крупных на территории Саратова, относится к природно-техногенным, т.е. оползням природного генезиса, активизированным техногенным воздействием. В современном рельефе оползневого участка выделяются: северный и центральный террасированные участки надоползневого уступа, южный коренной склон надоползневого уступа и оползневой склон, состоящий из четырех оползневых ступеней [1].

Особенности использования земель. Ряд заводов на крутом волжском склоне Соколовой горы существовал до 1884 г., когда после активизации оползней застройка на территории была ограничена. В середине 1910-х годов от оползней пострадало около 300 домов, пивоваренный и чугунолитейный заводы.

В течение 1920-1930-х годов склон повторно застроен и к 1935 г. отмечалось следующее использование земель: склон, представляющий собой оползневое тело, застроен до абсолютных отметок 90 м; выше на коренном склоне располагались отстойники водопровода и фильтры городской водопроводной станции.

В 1968 г. оползнями повреждено около 500 зданий и строений. После данного события верхняя часть склона на северном и центральном участках Затонского оползня террасирована и проведены агролесомелиоративные работы. Поверхностный сток частично зарегулирован, сооружена контрбанкетная защита в районе судоремонтного завода.

На южном неукрепленном участке оползня при активизации 1990-1991 г. повреждено около 20 домов частного сектора. Последствия оползневой деятельности испытало на себе пятиэтажное кирпичное здание по ул. Хвесина.

В течение 1990-х – начала 2000-х годов на поверхности оползневого тела осуществлялась застройка преимущественно малоэтажными кирпичными домами, подрезка склона при прокладке грунтовой дороги, пригрузка террас грунтом и строительными отходами.

После активизации оползневого процесса в конце 2007 – начале 2008 гг. сохраняется угроза деформаций и разрушения до 30 домов частного сектора и автодороги. На коренном склоне пятиэтажный жилой дом по ул. Хвесина, 42 отстоит от бровки срыва лишь на 25 м.

Перспективы развития территории. В границах центрального и северного участков в 1965-68 годах выполнены масштабные работы по инженерному обустройству: осуществлена срезка и планировка надоползневого уступа; в зонах выклинивания водоносных горизонтов устроены бермы шириной 5-8 м; срезана вершина Соколовой горы в объеме до 700 тыс. м³, что позволило улучшить условия общей устойчивости склона.

Крупных смещений на участках с противооползневыми сооружениями не наблюдается. Южный участок, где не проводились противооползневые мероприятия, в настоящее время характеризуется крайне неустойчивым состоянием. Склон раздроблен трещинами, что создает угрозу активизации оползневого процесса с потенциальным вовлечением в смещение до 100 тыс. м³ пород. Стабилизация возможна лишь при условии строительства противооползневых сооружений.

Проект противооползневых мероприятий разработан управлением инженерной защиты г. Саратова в 2007 г., как для южного фланга, так и дополнительно для всего Затонского оползня [2]. До начала строительства потребуется провести отселение людей из 112 домов частного сектора. Проект к настоящему времени не реализован.

При условии выполнения комплекса противооползневых мероприятий территория может быть успешно вовлечена в сферу интересов города и горожан. При грамотном планировании можно соединить две важнейшие рекреационные зоны – Парк Победы, расположенный на водораздельной поверхности Соколовой горы, и береговую полосу Волгоградского водохранилища. Кроме того, на северном склоне Соколовой горы,

обращенном к Маханному оврагу, запланировано сооружение горнолыжного комплекса, и борьба с оползнями на восточном склоне должна рассматриваться в комплексе обустройства территории. Выразительный ландшафт и рельеф местности придают ей особую ценность. На оползневом теле расположен уникальный геолого-геоморфологический объект – останец «Три монаха», имеющий научную ценность и вызывающий неподдельный интерес у посетителей. Таким образом, инженерное обустройство и благоустройство позволит сбалансировать отношения городского пространства и оползневой зоны, история взаимоотношений которых длится уже около трех веков.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00112 мол_а.

Литература

1. Шешнёв А.С. Факторы развития и современная динамика Затонского оползня (г. Саратов) // Разведка и охрана недр. 2017. № 4. С. 49-53.
2. Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Приволжского федерального округа Российской Федерации (Саратовская область) за 2009 год. Вып. 13. Саратов, 2010. 161

СОДЕРЖАНИЕ

Геология, поиски и разведка горючих полезных ископаемых

Андрушкевич О.Ю., Андрушкевич С.О., Музалевская Л.В. Новые возможности петрографической пробоподготовки пород нетрадиционных коллекторов.....6

Геофизика. Методы поиска полезных ископаемых и сопровождения бурения

Анопин А.Ю., Макутин Н.Н., Ибрагимов М.Х. Внедрение в производство центра удаленного мониторинга для оптимизации процесса строительства скважин с использованием постоянно действующих кросс-моделей месторождения9

Власенко Е.А., Волкова Е.Н. Геофизические практики как форма организации обучения в современном геологическом образовании..... 10

Волкова Е.Н., Власенко Е.А. Интерпретация результатов высокоточных полевых методов геофизики. 12

Головин Б.А., Головин К.Б., Калининкова М.В., Кузнецов И.В. Особенности проведения геолого-технологических исследований при разбуривании пород гидрохимической толщи (юго-западной части бортовой зоны Прикаспийской впадины)..... 13

Головин Б.А., Головин К.Б., Калининкова М.В. К методике прослеживания латеральной изменчивости петрофизических свойств терригенных пород коллекторов (на примере пласта БС 4-5 приразломного месторождения). 15

Головин Б.А., Головин К.Б., Кузнецов И.В., Малюга А.Ю. Прогнозирование и выявление интервалов обвалообразования в открытом стволе скважины на основе типизации шлама по морфологическим и литологическим признакам 16

Зуб Е.А., Михеев С.И. Применение поляризационной фильтрации сейсмических данных для повышения надежности прогноза залежей углеводородов 18

Кузнецов И.В., Шумилов С.Г., Малюга А.Ю. Геомеханическое сопровождение строительства скважин..... 19

Михеев С.И., Санникова Е.П. Повышение информативности данных сейсморазведки мотг на основе учета волн-гармоник..... 21

Чирков В.Ю., Комарова А.В. Перспективы применения скважинных георадаров для проведения исследований в нефтяных и газовых скважинах 23

Литология, геохимия и геохимические методы поиска полезных ископаемых

Гончаренко О.П., Московский Г.А., Писаренко А.Ю., Соломон М.В. Закономерности формирования нижнепермских калийных, калийно-магниевых и магниевых пород, постседиментационные изменения и аксессуарная минерализация в них..... 25

Илясов В.С., Воробьева Е.В. Закономерности изменения геохимических параметров горючих сланцев Волжского бассейна..... 27

Московский Г.А., Гончаренко О.П. Гремячинское месторождение калийных солей . 38 лет изучения..... 29

Региональная геология и стратиграфия

<i>Гужиков А.Ю.</i> Палеомагнитный метод в современной стратиграфии	32
<i>Миних А.В., Молостовская И.И., Миних М.Г., Гришанов А.Н.</i> К вопросу о корреляции северодвинского и вятского ярусов верхней перми Восточно-Европейской платформы с международной шкалой.....	34
<i>Первушов Е.М., Гужиков А.Ю., Рябов И.П.</i> Турон – коньяк правобережного Поволжья. .	38
<i>Пронин А.П.</i> О погребенном палеозойском палеоподнятии в северной части Прикаспийской впадины.....	40
<i>Сельцер В.Б., Калякин Е.А., Ильинский Е.И., Рябов И.П.</i> Коньяк-сантонская фауна северо-восточной части Павловского свода Воронежской антеклизы (Воронежская область). Предварительные данные .	42
Геологическое сопровождение инфраструктурных проектов	
<i>Селиванова А.В.</i> Опыт применения классификации GSI для определения геотехнических свойств массивов флиша Северо-Западного Кавказа при строительстве технологического тоннеля в с.Кабардинка Геленджикского района Краснодарского края.....	45
<i>Скрябина А.С.</i> Использование неуглеводородных газов для повышения эффективности эксплуатации ПХГ	46
Аппаратурное и программное обеспечение геолого-геофизических изысканий	
<i>Кузнецов И.В., Чирков В.Ю., Ковалев А.А.</i> Применение мобильных РVT-установок для оперативной оценки фазового состояния сложных газоконденсатных систем	49
<i>Кузнецов И.В., Чирков В.Ю., Ковалев А.А.</i> Применение непрерывного профилирования механических свойств керна (скретч-тест) для целей геомеханического моделирования .	50
Экологическая геология и геоэкология. Аспекты захоронения промстоков	
<i>Багаутдинова А.О., Яшков И.А., Иванов А.В.</i> Эволюционная урбанистика Казахстана XX-XXI века: геоэкологическая история и тематическое картографирование.....	55
<i>Ерёмин В. Н., Решетников М. В., Шешнёв А. С.</i> Оценка вреда, причиненного почвам в результате загрязнения тяжелыми металлами в зонах влияния полигонов захоронения отходов.....	56
<i>Шешнёв А.С.</i> Использование земель Затонского оползня и перспективы развития территории.....	58

Научное издание

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ – 2017

Материалы научной межведомственной конференции

ISBN 978-5-9500428-9-8



Подписано в печать 01.10.2017 г. Формат 60x84 1/16..
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.
Печать офсетная. Уч.-изд. л. 2,6. Усл. печ. л. 3,72 (4,0).
Тираж 150. Заказ 865-04.

Саратов, Издательство "Техно-Декор"
ул. Московская, 160
тел.: (8452) 26-38-48
sar-print.ru