

**ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ
ОСОБЕННОСТИ РАЗВЕДКИ И РАЗРАБОТКИ
МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ**

В.С. Мерчева, доцент

*Астраханский государственный университет,
тел.: 8 (8512) 28-91-08; e-mail: geologi2007@yandex.ru*

О.И. Серебряков, профессор

*Астраханский государственный университет,
тел.: 8-927-281-35-71; e-mail: geologi2007@yandex.ru*

Т.С. Смирнова, доцент

*Астраханский государственный университет,
тел.: 8906-459-43-87; e-mail: juliet_23@mail.ru*

О.В. Красильникова, заместитель начальника ЦНИПР ГПУ

*ООО «Газпром добыча Астрахань»,
тел.: 8(8512) 31-48-11; e-mail: okrasilnikova@astrakhan-dobycha.gazprom.ru*

Рецензент: Кумеев С.С.

Исследованы геологические и экономические особенности повышения компонентоотдачи месторождений нефти и газа сложного геохимического состава. Применен нанотехнологический метод извлечения ценных микрокомпонентов из попутных вод, которые до настоящего времени безвозвратно закачивались в глубинные геологические породы или сбрасывались на геологический рельеф.

Geological and economic peculiarities of productive capacity increase of oil and gas deposits of complex geochemical composition are investigated in the article. Nanotechnological method of high-value microcomponents extraction from associated water, which were irrevocably plumped into subsurface geological formations or dumped on geological relief until now, was used in the research.

Ключевые слова: геология, экономика, разведка, разработка, нефть, газ, попутные воды, месторождение, геохимия.

Key words: geology, economics, exploration, exploitation, oil, gas, associated water, deposit, geochemistry.

В рыночных условиях комплексное использование запасов разрабатываемых нефтегазоконденсатных залежей сложного геохимического состава, особенно с повышенным содержанием химически агрессивных сероводорода и диоксида углерода, позволяет повысить общую компонентоотдачу и рентабельность эксплуатации месторождения, выражаемую в стоимостных показателях [3, 4]. Извлечение компонентов, сопутствующих основному виду добываемого многокомпонентного пластового сырья на нефтегазоконденсатных месторождениях, наиболее целесообразно по сравнению с целевым поисковым бурением на новых площадях или разведкой месторождений соответствующего природного ресурса. Математическое выражение суммарного экономического эффекта разработки многокомпонентных нефтяных и газоконденсатных месторождений представлено зависимостью:

$$R_p = \sum_{t=i}^T \sum_{i=1}^N \frac{(z_{ti} - S_{ti})}{(1 + E_{H.П.})} \rightarrow \max$$

(1)

где: R_p – экономическая оценка добытого сырья за период разработки залежи; z_{ti} – ценность i – конкретного добытого компонента за t -й год; S_{ti} – сумма эксплуатационных затрат и капитальных вложений за год (без амортизационных отчислений); $E_{н.п.}$ – норматив приведения разновременных затрат; T – год разработки; t – период разработки залежи; i – добываемый компонент; N – число компонентов добываемого сырья.

Необходимо учитывать, что в процессе разработки соотношение компонентов в извлекаемых запасах изменяется, на что влияет значительное число горных, промысловых и природных факторов (исходный состав, давление, температура, темпы добычи, системы размещения скважин, методы разработки, техническое оборудование газонефтяного лифта, технология вскрытия системы «скважина-пласт» и др.). В этом случае неизбежно произойдет перераспределение долевых доходов от реализации конкретных видов товарной продукции, сохраняя общую систему оценки рентабельность эксплуатации месторождения. Следовательно, в обоснование повышения компонентоотдачи вовлекаются многие проблемы, решение которых необходимо при проектировании разработки залежей, подсчете и рациональном отборе запасов природного газа, газового конденсата, нефти и сопутствующих им углеводородных и неуглеводородных компонентов.

Новизна проблемы состоит в оценке техногенного воздействия на окружающую среду наноконфигуров, растворенных в составе попутно добываемой воды нефтегазоконденсатных месторождений, характеризующихся сложным составом углеводородного сырья и повышенным содержанием химически агрессивных сероводорода и диоксида углерода.

Основу достоверности исходной информации при оценке целесообразности принятых решений составляют геохимические исследования компонентного состава нефтегазоконденсатных залежей сложного состава, особенно с повышенным содержанием химически агрессивных сероводорода и диоксида углерода. В этом состоит актуальность уточнения геохимической информации, высокий уровень достоверности которой определяет технические возможности современного аналитического оборудования.

Во всех развитых странах ведутся НИР по поиску нетрадиционных источников минерально-сырьевых и энергетических ресурсов, однако общепринятые в настоящее время способы разработки нефтегазоконденсатных месторождений практически повсеместно основываются на технологиях извлечения преимущественно углеводородов. В России разведаны и разрабатываются только два газоконденсатных месторождения, на которых кроме углеводородов извлекают и перерабатывают в товарную продукцию неуглеводородные компоненты: гелий и товарная сера – на Оренбургском – и товарная сера – на Астраханском – газоконденсатных месторождениях.

Накопленные в течение более чем полувека материалы о многоэлементном составе углеводородного сырья (газовый конденсат, газ и нефть) и сопутствующих ему попутных вод представляют собой богатейшую геохимическую информацию, позволяющую рассматривать месторождения углеводородов как уникальные природные источники множества минеральных компонентов без дополнительных затрат на их разведку и добычу. Наряду с гетероэлементами, на таких месторождениях обнаружено свыше 60 микроэлементов, концентрации которых в различных месторождениях колеблются в широких пределах.

Неизбежным фактором в процессе разработки нефтегазоконденсатных месторождений является сопутствующее добыче углеводородного сырья поступление на дневную поверхность попутной воды, объемы которой с продолжительностью эксплуатации месторождения неуклонно увеличиваются, что характерно для всех предприятий нефтегазодобывающей отрасли. Эта промысловая проблема требует принятия решений об утилизации образующегося отхода в виде больших объемов извлеченной с углеводородами воды или разработке геохимических нанотехнологий использования попутных вод в качестве источника минерально-сырьевых и энергетических ресурсов. Извлечение наиболее ценных, с одной стороны, и токсичных, с другой стороны, соединений из попутных вод позволит не только решить природоохранные проблемы, но и снизит себестоимость добычи основной продукции на основе сравнительно легкого переоборудования горнодобывающего производства для целей переработки попутных вод даже в случае прекращения добычи основного полезного ископаемого.

Утилизация традиционным методом сброса в недра или на рельеф значительных объемов извлекаемых с углеводородным сырьем попутных вод приводит к безвозвратной потере большого количества гетеро-, микрокомпонентов и других ценных соединений и нарушению Закона РФ «О недрах» по комплексному использованию сырья месторождений. Для обоснования целесообразности извлечения ценных компонентных из попутного сырья приводятся геологические расчеты оценки предотвращенного антропогенного воздействия на окружающую среду (ОВОС) компонентов, входящих в состав сточных вод предприятий нефтегазовой отрасли, в соответствии с положениями действующей природоохранной нормативной документации. Принцип расчетов заключается в сравнительной оценке экономической эффективности внедрения геолого-геохимической нанотехнологии извлечения попутно добываемой с углеводородами воды с высоким содержанием ценных компонентов, в том числе химически агрессивных соединений сероводорода и диоксида углерода, взамен традиционного сброса на рельеф поверхности или природные водоемы при прогрессирующем обводнении месторождения.

Сущность расчетов геолого-экономической эффективности (Э) состоит в определении суммы платежей за предотвращенный геоэкологический ущерб по видам загрязняющих веществ с учетом утвержденных ставок (в пределах установленных допустимых нормативов и лимитов выбросов), количества конкретного загрязнения, коэффициентов индексации и геоэкологического фактора состояния геосферы исходя из возможности закачки отходов в глубокие геологические горизонты [1, 2].

Геологические расчеты выполняются по зависимостям (2–5):

$$\mathcal{E} = \sum P_{ли} - Z_{пр}, \tag{2}$$

где $\sum P_{ли}$ – плата за предотвращенный сброс на рельеф местности загрязняющих веществ, содержащихся в добытой попутной воде в пределах установленных лимитов выбросов, определяется по (руб):

$$\sum P_{ли} = \sum (C_{ли} \cdot Q_a) \cdot K_{инд}, \tag{3}$$

где $C_{ли}$ – ставка платы за сброс 1 тонны i -го загрязняющего вещества на рельеф местности в размерах, не превышающих предельно установленного лимита; Q_v – объем попутно добытой воды; $K_{инд} = 1,9$ – коэффициент, учитывающий геоэкологические факторы состояния геосреды Поволжского региона; $Z_{пр}$ – производственные затраты, связанные с утилизацией вод на полигоне промышленных отходов, определяются по (руб):

$$Z_{пр} = UZ \cdot Q_v, \quad (4)$$

где UZ – удельные затраты, связанные с утилизацией добытой попутно воды в глубокие горизонты (100 руб./м³):

$$\Theta = \sum P_{ни} - Z_{пр},$$

где $\sum P_{ни}$ – плата за предотвращенный сброс на рельеф местности загрязняющих веществ, содержащихся в извлеченной воде, в пределах установленных допустимых нормативов, которая определяется по формуле (руб.) (6):

$$\sum P_{ни} = \sum (C_{ни} \cdot Q_v) \cdot K_{инд}, \quad (6)$$

где $C_{ни}$ – ставка платы за сброс 1 тонны i -го загрязняющего вещества на геологический рельеф в пределах установленных допустимых нормативов.

Показатели расчета экономических затрат приведены в таблице.

Таблица

Геологические и экономические затраты на утилизацию попутных вод

Содержание компонентов в попутно добытой воде			Расчёт суммы платежей в пределах установленных допустимых нормативов выбросов			Расчёт суммы платежей в пределах установленных лимитов выбросов		
Наименование	Концентрация, мг/дм ³	Количество, т/год	базовый норматив платежей, $C_{ни}$, руб./т	Норматив платежей с учётом $K_{инд}$	Σ платежа	Базовый норматив платежей, $C_{ли}$, руб./т	Норматив платежей с учётом $K_{инд}$	Σ платежа
Железо ^{+2,+3}	100	34,8	55096	143987,9	5010778,45	275480	719939,432	25053892,23
Калий ⁺	100	34,8	6,2	16,20308	563,87	31	81,0154	2819,34
Кальций ⁺²	1000	348	1,2	3,13608	1091,36	6	15,6804	5456,78
Магний ⁺²	100	34,8	7,5	19,6005	682,10	37,50	98,0025	3410,49
Натрий ⁺	17200	5985,6	2,5	6,5335	39106,92	12,50	32,6675	195534,59
Сульфаты ⁻²	340	118,32	2,5	6,5335	773,04	12,50	32,6675	3865,22
Хлориды ⁻	27700	9639,6	0,9	2,35206	22672,92	4,50	11,7603	113364,59

Продолжение таблицы

Сульфиды ⁺²	3,800	1,3224	27548091	71994181	95205104,98	137740455	359970905,1	476025524,9
Взвешенные вещества	35	12,18	366	956,5044	11650,22	1830	4782,522	58251,12
Нефтепродукты	13,8	4,8024	5510	14399,83	69153,76	27550	71999,17	345768,81
Алюминий ⁺³	0,05	0,0174	6887	17998,49	313,17	34435	89992,429	1565,87
Кадмий ⁺²	0,217	0,075516	55096	143987,9	10873,39	275480	719939,432	54366,95
Хром VI	0,057	0,019836	192850	503994,2	9997,23	964250	2519970,95	49986,14
Медь ⁺²	0,024	0,008352	275481	719942	6012,96	1377405	3599710,227	30064,78
Марганец ⁺²	0,017	0,005916	27548	71993,94	425,92	137740	359969,716	2129,58
Никель ⁺²	0,024	0,008352	27548	71993,94	601,29	1377405	3599710,227	30064,78
Олово IV	< 0,025	0,0087	27548	71993,94	626,35	137740	359969,716	3131,74
Свинец ⁺²	< 0,025	0,0087	2755	7199,917	62,64	13775	35999,585	313,20
Ванадий	0,002	0,000696	275481	719942	501,08	1377405	3599710,227	2505,40
Цинк ⁺²	0,009	0,003132	27548	71993,94	225,49	137740	359969,716	1127,43
Кобальт ⁺²	< 0,001	0,000348	27548	71993,94	25,05	137740	359969,716	125,27
Бор III	60	20,88	16205	42350,15	884271,07	81025	211750,735	4421355,35
Фосфор	< 0,01	0,00348	2755	7199,917	25,06	13775	35999,585	125,28
Ртуть	0,01	0,00348	27548091	71994181	250539,75	137740455	359970905,1	1252698,75
Итого		16235,27			101526078			507657449
Сумма предотвращенного ущерба с учетом коэффициента, учитывающего экологические факторы состояния почвы Поволжского региона					192899548			964 549 152
Сумма предотвращенного ущерба с учетом затрат на утилизацию попутной воды					158099548			929 749 152

Применение промышленных отходов добытого без дополнительных трудозатрат гидроминерального сырья в качестве источника получения макро- и микрокомпонентов может существенно повысить не только общую компонентоотдачу разведанных месторождений, но и рентабельность разведки, разработки и эксплуатации месторождений. Актуальность такой проблемы для России подтверждаются тем, что минеральные запасы по некоторым полезным ископаемым ограничены. Повышенное внимание необходимо уделять разработке горно-геологических и геохимических нанотехнологиям получения дефицитных и стратегически важных элементов, например, лития, кадмия, йода, брома, магния и т.д. [5].

Учитывая высокие объемы добычи нефтегазоконденсатного сырья, сопровождающиеся выносом на дневную поверхность обогащенных химическими элементами вод, приведенные геологические расчеты доказывают экономическую привлекательность разработки новых горно-геологических и геохимических нанотехнологий извлечения ценных компонентов из попутно извлекаемых вод. Эта тенденция соответствует мировой концепции увеличения общей компонентоотдачи залежей сложного состава и повышения экономической эффективности их комплексной разведки и разработки. В конечном итоге разрабатываемые геохимические нанотехнологии позволяют повысить рентабельность «реанимации и возврата к жизни» нескольких тысяч скважин, простаивающих в настоящее время по причине обводнения.

Работа выполнена в рамках государственного контракта № П535 от 05.08.2009 г. на выполнение поисковых научно-исследовательских работ для государственных нужд.

Библиографический список

1. *Ильченко В. П.* Подземные воды разрабатываемых газовых месторождений – возможный источник загрязнения поверхностной гидросферы / В. П. Ильченко, Т. В. Левшенко, В. С. Мерчева // Вода: экология и технология : мат-лы Международ. конгресса ЭКВАТЭК – 2002. – С. 238–239.
2. *Инструкция по взиманию платы за загрязнение окружающей среды.* – М., 1997.
3. *Перепеличенко В. Ф.* Компонентоотдача нефтегазоконденсатных залежей / В. Ф. Перепеличенко. – М. : Недра, 1990. – 272 с.
4. *Петренко В. И.* Коэффициенты обогащения химическими элементами парогазоконденсатной смеси газоконденсатного месторождения / В. И. Петренко, О. В. Красильникова, В. С. Мерчева, Н. Н. Петренко // Геология, география и глобальная энергия. – 2010. – № 3 (38). – С. 206–210.
5. *Ушивцева Л. Ф.* Подземные воды газовых месторождений – национальный минерально-сырьевой потенциал / Л. Ф. Ушивцева, О. И. Серебряков, В. С. Мерчева // Газовая промышленность. – 2010. – № 5. – С. 43–45.

**НОВЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ НЕФТЕГАЗОПЕРСПЕКТИВНЫЙ
ОБЪЕКТ СКИФСКОЙ ПЛИТЫ**

**В.И. Попков, профессор, академик РАЕН, декан геологического факультета;
И.В. Попков, студент IV курса геологического факультета;
И.Е. Дементьева, старший преподаватель
Кубанский государственный университет,
тел.: 8(861)2199634; e-mail: geoskubsu@mail.ru**

Рецензент: Серебряков А.О.

На основании анализа геофизических материалов выделен погребенный поздне-палеозойский прогиб, простирающийся на расстоянии более 500 км вдоль Северо-крымско-Ейско-Березанской раннециммерийской складчато-надвиговой системы. Прогиб выполнен мощной толщей орогенных формаций, которые могли служить источником углеводородов как для сингенетичных залежей, так и в перекрывающих платформенных отложениях.

Buried Late Paleozoic deflection that spreads on the distance of more than 500 km along the North Crimean-Yeisko-Berezansky Early Cimmerian folded-thrust system was sorted out on the basis of some geophysical data. Deflection was made by massive strata of orogenic formations which can serve as a source of hydrocarbons as for the syngenetic bed and for the overlapping platform sediments.

Ключевые слова: краевой прогиб, дислокации, орогенный комплекс, нефть и газ, перспективы нефтегазоносности.

Key words: edge deflection, dislocation, orogenic complex, oil and gas, prospects of oil-and-gas content.

В последние годы получены новые сейсмические данные, которые позволяют вносить серьезные коррективы в сложившиеся представления о геологическом строении западных районов Скифской плиты. Прежде всего, это касается относительно слабоизученной акватории Азовского моря, под водами которого находят продолжение такие крупные разновозрастные тектонические структуры, как южный склон древней Восточно-Европейской плат-