

Таблица 1. Критерии оценки качества воздуха городов с учетом экологической опасности

Экологическая зона	Степень экологической опасности	Комплексный показатель пожарной опасности в лесах по условиям погоды КП °С	Средний показатель загрязнения атмосферного воздуха СФ ₅	Суммарный показатель загрязнения атмосферного воздуха ИЗА ₅
1	Малая	менее 300	Менее 1,0	Менее 5,0
2	Умеренная	301- 1000	1,0- 1,4	5,0 – 7,0
3	Высокая	1001- 4000	1,41- 2,8	7,1 – 14,0
4	Очень высокая	4001-12000	2,81- 4,2	14,1 –21,0
5	Экстремально высокая	Более 12000	Более 4,2	более 21,0

Предлагаемый нами метод расчета показателя загрязнения атмосферы СФ₅ имеет преимущества перед ИЗА₅ в том, что он представляет не сумму средних значений концентраций веществ как ИЗА, а среднюю концентрацию всех пяти наиболее значимых ингредиентов. Это позволяет оценить во сколько раз среднее значение этих пяти ингредиентов превышает их ПДК. Ме-

тод использует интегральную пространственно - временную сетку и может быть рекомендован для оценки степени загрязнения воздуха городов не только равнинных территорий, но и горных. Критерий оценки качества атмосферного воздуха СФ₅ хорошо согласуется с комплексным показателем пожарной опасности в лесах по условиям погоды (КП).

Геолого-минералогические науки

ТЕХНОГЕННОЕ ПОЛЕ И ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ТРАНСФОРМАЦИЮ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПОЛЕЙ В ЗАПАДНО-СИБИРСКОМ МЕГАБАССЕЙНЕ

Матусевич В.М., Семенова Т.В.

*Тюменский государственный нефтегазовый университет
Тюмень, Россия*

В 1953 году ударил первый газовый фонтан, а в 1961 – первый нефтяной фонтан, которые возвестили миру об «открытии» XX века» - Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Как и предполагались учеными– геологами, эта провинция оказалась уникальной по запасам углеводородного сырья и, соответственно, по объемам его добычи.

И если бы не успели геологи и нефтяники с открытием колоссальных запасов углеводородного сырья, то, несомненно, преуспели бы гидро-техники, у которых было намечено строительство Нижнеобской гидроэлектростанции, проект которой был одобрен Н.С.Хрущевым. Если бы это случилось, страна понесла бы катастрофические убытки от затопления огромных территорий вместе со всем содержимым недр ради осуществления ленинского плана «ГОЭЛРО». По подсчетам Г.П.Богомякова (работавшего в то время в партийных органах Тюменской области) от этого проекта наша страна получила бы 3,5 млрд.рублей прибыли и более 8 млрд.рублей ущерба.

Однако, несмотря на нашу признательность геологам-нефтяникам, кроме восторга от позитива, здесь тоже есть свои негативные стороны.

За прошедшие без малого полвека из недр Западной Сибири добыто свыше 10 млрд. тонн нефти и 11 триллионов кубометров газа, пробурены сотни тысяч поисковых, разведочных и эксплуатационных скважин, построены десятки новых городов, сотни нефтепромысловых поселков, тысячи километров различных трубопроводов.

Если сейчас посмотреть на природный ландшафт Западно-Сибирской тайги и тундры, то можно увидеть «кожу израненного живого существа», исполосованную глубокими шрамами от функционирования промзон, нефтепроводов и др. Это и «плешины» погубленного леса от разливов нефти и самовозникающих пожаров, практическое уничтожение ценных сортов рыб в Обско-Иртышском речном бассейне, многочисленные, не зарастающие следы от гусениц в тундре и т.д. Такая картина вырисовывается с борта самолета, но это, как принято говорить, только «надводная» часть айсберга, а что же происходит в недрах земли, с так называемой геологической средой?

Отъем из геофлюидальных систем (ГФС) Западно-Сибирского мегабассейна (ЗСМБ) указанного выше огромного количества природных углеводородов потребовал восстановления падающих пластовых давлений и закачки в продуктивные пласты еще больших объемов «чуждых вод» (апт-альб-сеноманского, олигоцен-четвертичного комплексов и поверхностных вод). Естественно, полностью восстановить природные пластовые давления в недрах не удалось и не удастся. Происходит неоправданное проседание земной поверхности, что подтверждается как инструментальными замерами, так и при дешифрировании аэрокосмических материалов (увеличение заболоченных территорий).

К этому следует добавить все нарастающий процесс деградации многолетней мерзлоты. По данным нефтяных компаний за последние полвека интенсивной разработки месторождений углеводородного сырья граница сплошной мерзлоты продвинулась в северном и северо-восточном направлениях более чем на сто километров. Независимо от причин этой деградации (естественных или техногенных) данное обстоятельство представляет собой дополнительный допинг в резком ухудшении экологических условий, приобретающих уже геологические масштабы, которые в значительной степени нарушают естественный ход процессов массопереноса вещества и энергий в недрах бассейна, вплоть до его поверхности.

По В.И.Вернадскому планетарный перенос вещества и энергий осуществляется путем функционирования компонентов равновесной системы: твердое тело ↔ вода ↔ газы ↔ органическое (живое и fossilized) вещество. Эта система проявляется в категориях *естественных* физических полей. К ним относятся гравитационное, геотемпературное, геогидродинамическое, электрическое, магнитное и концентрационное поля. Особенностью всех естественных физических полей является их автономность и характерный, присущий для данного поля параметр (температура, гидростатическое и геостатическое давление, концентрация вещества и т.д.). С другой стороны, опыт интенсивного освоения земных недр за последние полвека показал, что его последствия привели к техногенной трансформации естественных полей, выразившейся в формировании нового - *техногенного* поля. Его отличительной чертой от перечисленных выше естественных физических полей являются гетерогенность и полиморфность. Это значит, что техногенное поле включает в себя все признаки существующих физических полей в зависимости от способов воздействия человека на недра и, соответственно, на трансформацию естественных полей.

Из достаточно изученных физических полей в аспекте данной конференции можно говорить о наиболее осязаемом воздействии техногенного поля на трансформацию геотемпературного, гравитационного и связанного с ним геогидродинамического, а также концентрационного полей.

Геотемпературное поле трансформируется, с одной стороны, путем охлаждения недр за счет привноса всевозможных промывочных растворов при бурении нефтяных скважин, а также закачки воды, имеющей более низкую температуру; а с другой, наоборот, повышения температуры приповерхностных горизонтов при «работе» нагретых глубинными флюидами (нефть, газ, пластовая вода) скважин и различных трубопроводов. Последнее обстоятельство приводит, кро-

ме прочих негативных последствий и к усилению процессов деградации мерзлоты.

Геогидродинамическое поле, как поле геофильтрации геофлюидальных систем (ГФС), тесно связано с гравитационным полем и представлено в ЗСМБ изученными нами ранее водонапорными системами (ВНС) [2,3,4]. Они различаются следующим образом: инфильтрационные водонапорные системы являются открытыми, функционируют в гравитационном поле. Для них характерны проявление пластовых гидростатических давлений (давление столба воды) и классической вертикальной гидрогеохимической зональности (увеличение величины минерализации с глубиной), что, таким образом, связывает два отмеченных поля также и с концентрационным естественным полем. Элизионные водонапорные системы, разделенные нами на литостатические и геодинамические, характеризуются инверсионной гидрогеохимической зональностью (снижение величины минерализации с глубиной), и «перевернутым» влиянием гравитации (давление вышележащих толщ в процессах литогенеза). Кроме того, здесь воздействуют тектонические факторы (растяжение-сжатие ГФС), приводящие к формированию динамически напряженных зон (ДНЗ), проникающих из фундамента в осадочный чехол вплоть до поверхности земли [4]. Здесь пластовое давление в случае литостатических ВНС, как правило, выше гидростатического давления (P гидр.); в условиях ЗСМБ оно составляет 1,3-1,7 P гидр. Это давление мы называем сверхгидростатическим (СГПД), против неправильного названия «аномально высокие пластовые давления» (АВПД). Контрастность СГПД, формирующихся в условиях сжатия в компрессионных ВНС по отношению к P гидр. достигает в условиях ЗСМБ 2.15 P гидр. В случае тектонических растяжений горных пород (раздвигов) формируется геодинамическая ВНС депрессионного типа, с догидростатическими давлениями; дефицит пластовых давлений при этом достигает 0,8 P гидр. Аналогично компрессионным ВНС здесь мы считаем неправильным применение термина «аномально низкие пластовые давления» (АНПД), так как никакой аномальности ни в том, ни в другом случае нет, а есть отражение сущности природы водонапорных систем [2,3].

Геогидродинамическое поле, как известно, определяется параметрами фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) пород (пористость, проницаемость, водопроницаемость). Здесь техногенная трансформация в большинстве случаев связана с процессами снижения упругости продуктивных и водоносных пластов, происходящих за счет неправильных подходов к разработке и эксплуатации месторождений углеводородов (увеличение флюидоотборов при фонтанном режиме эксплуатации -1 этап эксплуатации). На характер поля, кроме фильтрационных процессов, большое влияние оказывают капиллярные

давления, развивающиеся в продуктивных пластах при техногенном воздействии (системы ППД, захоронение промышленных сточных вод и др.), которые определяются, главным образом, особенностями литологии осадочных пород ЗСМБ. Наличие полимиктовых (кварцево-полевошпатовых с глинистым материалом, а не чисто кварцевых) коллекторов делят последние на две основные группы – гидрофильные и гидрофобные. Гидрофильность и гидрофобность поверхности поровых каналов определяют знаки капиллярных давлений в контактирующих водной и углеводородной фазах. Если порода гидрофильна, то капиллярное давление положительное, а в гидрофобной породе оно отрицательное. Существенное влияние характер смачиваемости оказывает на электрические свойства поровой среды (электрическое естественное поле), так как смачиваемость коллектора контролирует распределение в нем пластовой воды и углеводородов, обладающих резко различной электропроводностью. В гидрофильной породе для нефти энергетически выгоднее занимать относительно крупные поры, а для воды – мелкие. Противоположная картина наблюдается в гидрофобных коллекторах, когда нагнетаемая вода отторгается поверхностными силами твердой фазы и фильтруется под воздействием гидравлических сил только через наиболее крупные поровые каналы и трещины, увлекая за собой случайные объемы нефти. При этом она разрушает монолитность залежи, прорываясь через фронт вытеснения «кинжальным» образом. Именно так происходит обводнение многих крупных нефтяных месторождений Западной Сибири (Самотлорское, Федоровское и другие) и резкое снижение нефтеотдачи продуктивных пластов.

Концентрационное естественное поле является отражением геологически длительных процессов литогенеза, нашедших свое выражение как в формировании гидрогеохимической зональности по минерализации и ионно-солевому составу (классической для инфильтрационных и инверсионной для элизионных ВНС); а по микроэлементам и воднорастворенному органическому веществу – в отражении стадийности нефтегазообразования (по Н.Б.Вассоевичу) [1]. Последнее обстоятельство знаменательно тем, что главная стадия нефтеобразования (ГСН) характеризуется максимальными концентрациями микроэлементов-органовфилов (никель, кобальт, ванадий, германий и др.) и воднорастворенных органических микрокомпонентов (органические кислоты, бен-

зол, толуол, фенолы и др.). Повышенные концентрации перечисленных компонентов обнаруживают четкую связь с интервалами инверсионной гидрогеохимической зональности. Это, что касается естественного концентрационного поля. Трансформация данного поля под воздействием техногенеза выражается, прежде всего, в загрязнении интервалов гидрогеологического разреза, происходящем в результате бурения, работы систем ППД и захоронения промышленных сточных вод. Техногенное поле здесь также влияет, кроме концентрационного, а точнее, через него и на геогидродинамическое поле путем кольматации пород-коллекторов при взаимодействии «чуждых вод» с пластовыми, приводит к ухудшению параметров их фильтрационно-емкостных свойств.

Возникает вопрос о глубине проникновения техногенного поля в геологическую среду («подводная» часть айсберга!). Средняя глубина буровых скважин в ЗСМБ составляет 2500-3000 м. Однако в последние годы происходит неуклонное увеличение их глубины. В настоящее время скважин, переваливших за четырехкилометровую глубину, насчитывается 211, в том числе 165 – в Ямало-Ненецком и 19 – в Ханты-Мансийском автономных округах. В ближайшие годы количество таких скважин будет возрастать, а, значит, воздействие техногенного поля на трансформацию естественных полей усилится, что вызовет изменение геологической среды, последствия которого непредсказуемы и, скорее всего, ничего хорошего не сулят, если не предпринимать новых технологических подходов к освоению Западно-Сибирского нефтегазоносного мегабассейна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Вассоевич, Н.Б. Генетическая природа нефти в свете данных органической геохимии / Н.Б.Вассоевич - М.: Наука, 1968. – с.25-53.
2. Карцев, А.А. Гидрогеология нефтегазоносных бассейнов /А.А.Карцев, С.Б. Вагин С.Б, В.М. Матусевич - М.: Недра, 1986. - 220 с.
3. Матусевич, В.М. Геодинамика водонапорных систем Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна /В.М.Матусевич, О.В.Бакуев // Советская геология. - 1986. - № 2. - с.117-122.
4. Матусевич, В.М. Геофлюидальные системы и проблемы нефтегазоносности Западно-Сибирского мегабассейна /В.М.Матусевич, А.В.Рыльков, И.Н.Ушатинский – Тюмень: ТюмГНГУ, 2005. - 224 с.