УДК 550.8:551.2421 (574) https://doi.org/10.51301/vest.su.2021.i2.01

А.Е. Абетов, С.С. Құдайбергенова*, В.А. Сидоров
Satbayev University, Алматы, Казахстан
*e-mail: sabina_kudaybergenova@inbox.ru

СОЗДАНИЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПОЛИГОНОВ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ УГЛЕВОДОРОДОВ

Аннотация. В статье рассматриваются аспекты геодинамического мониторинга на месторождениях углеводородов. Приведены основные факторы геодинамического риска – природные и техногенные. Кратко представлен зарубежный и отечественный опыт ведения геодинамических исследований, также проиллюстрированы формы проявления природно-техногенных геодинамических процессов. Обобщены сведения о геодинамических событиях и деформационных процессах на разрабатываемых месторождениях нефти и газа. Рассмотрены принципы создания геодинамических полигонов и технологии проведения геодинамического мониторинга на месторождениях углеводородов, включая аппаратуру и базовые методы мониторинга. Работы по созданию геодинамического полигона и проведению на нем геодинамического мониторинга должны состоять из нескольких основных взаимосвязанных этапов. Таким образом, в заключении сформулирована наиболее оптимальная и эффективная последовательность проведения геодинамического мониторинга на разрабатываемых месторождениях УВС.

Ключевые слова: современная геодинамика, сейсмо-деформационные процессы, просадки, горизонтальные сдвиги, мониторинг, геодинамический полигон.

Введение. Освоение углеводородных ресурсов – один из наиболее «агрессивных» видов техногенного воздействия на недра Земли, который имеет тенденцию к расширению и усилению, оказывает заметное влияние на изменяющееся во времени напряженно-деформированное состояние недр, включая системы и объекты инфраструктуры, среду обитания человека.

Иногда эти изменения приводят к катастрофическим последствиям в море, на поверхности земли и в атмосфере.

Достаточно вспомнить разливы нефти в Мексиканском заливе на месторождении Макондо в 2010г., когда через повреждения труб скважины на глубине 1500 метров за 152 дня вылилось около 5 миллионов баррелей нефти. Нефтяное пятно достигло площади 75 тысяч квадратных километров, что составляет около 5% площади всего Мексиканского залива.

Другой пример - возникновение сильных и катастрофических природных и техногенно-индуцированных геодинамических явлений в районах с развитой нефтегазодобычей, которые «провоцируются» процессами разработки месторождений углеводородов, нарушающих природное неустойчивое напряженно-деформированное равновесие среды [1].

К таким явлениям относят обширные проседания и сдвиги земной поверхности, высокую активность разломов различного типа и порядка (в том числе и на дневной поверхности), сейсмические процессы достаточно широкого диапазона магнитуд.

Оценка роли и масштабов проявления этих процессов базируются на новых представлениях о существенной значимости геодинамического фактора при расчётах промышленного и экологического рисков эксплуатации месторождений УВ.

Этому способствовало существенное расширение в середине XX века исследований по изучению различных форм проявления природных и природно-техногенных геодинамических процессов в различных регионах мира на геодинамических полигонах разного целевого назначения: а) прогностических в сейсмоактивных районах; б) на территориях АЭС и крупных ГЭС; в) на особо ответственных объектах; в) в горных выработках при добыче полезных ископаемых.

Современная природная геодинамика недр. Традиционно считалось, что активные геодинамические процессы происходят преимущественно в пределах подвижных регионов и смежных с ними областей.

Развитие наблюдательных сетей и проведение длительных инструментальных наблюдений на обширных платформенных территориях привели к радикальному изменению представлений о современном геодинамическом состоянии недр этих территорий, суть которых сводится к тому, что как для платформенных, так и для сейсмоактивных регионов основные пространственно-временные характеристики аномальной современной активности разломов идентичны.

Перемещение блоков земной коры происходит по древним глубинным разломам, которые продолжают быть активными в современную эпоху.

Так в равнинно-платформенной части США скорости вертикальных движений оставляют в среднем 3-5 мм/год, а в западной орогенной части они возрастают до 1-2 см/год. Примерно такие же значения характерны для Восточно-Европейской платформы - от -5-6 мм/год до +1,5-2,0 мм/год. В пределах Карпатского и Кавказского регионов значения скоростей возрастают до 1,0-2,0 см/год [2].

В Казахстане по значениям скоростей горизонтальных и вертикальных движений (мм/год) составлена карта районирования новейших структур для изучения их напряженно-деформированного состояния (рис.1).

Шкала значений скоростей горизонтальных движений имеет диапазон $2 \cdot 10^{-1}$ - $1 \cdot 10^{-8}$ мм/год, вертикальных $2 \cdot 10^{-1}$ - $3 \cdot 10^{-4}$ мм/год.

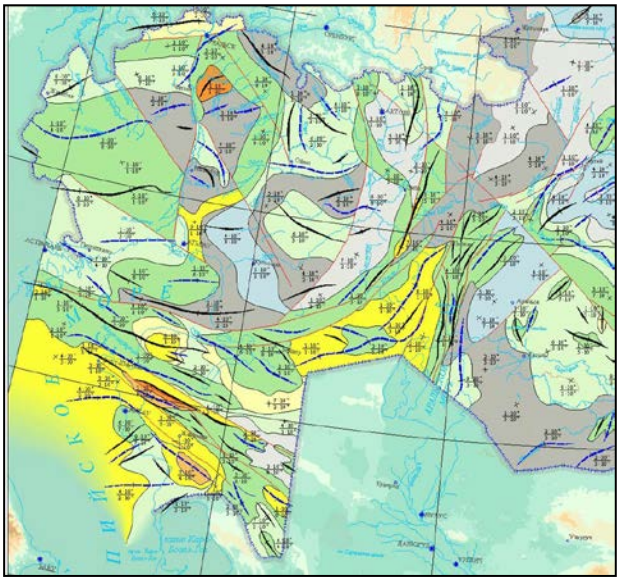
В целом, величины скоростей горизонтальной и вертикальной деформаций имеют максимальные значения в пределах эпиплатформенных орогенов, которые увеличиваются во внутренних областях этих орогенов и уменьшаются по их периферии, на что указывают очень крутые углы восстания полного вектора тектонических движений с явным преобладанием значений более 80º, образующихся под влиянием структур взбросового типа.

Среди платформенных морфоструктур значения скоростей деформаций (горизонтальных, вертикальных) увеличиваются в зонах наибольшего сжатия между поднятыми блоками фундамента, а наименьшие наблюдаются в областях спокойного залегания структур чехла [3,4,5].

По соотношению скоростей горизонтальных ($V_{\Delta L}$) и вертикальных (V_H) структурообразующих движений установлено, что при деформировании исходной поверхности выравнивания и образовании новейших складок преобладает вертикальная составляющая деформаций, соответствующая модели формирования складок основания в условиях субгоризонтального сжатия.

Подходя к оценке закономерности пространственно-временного распределения параметров современного геодинамического состояния недр осадочных (нефтегазоносных) бассейнов, установлено новое свойство разрывных нарушений в фундаменте и в низах осадочного чехла нефтегазоносных областей – их высокая современная тектоническая активность [6,7].

Было выделено три типа высоко градиентного аномального изменения вертикальных движений над разломами различного типа с разным механизмом возникновения [6,7].



Условные обозначения

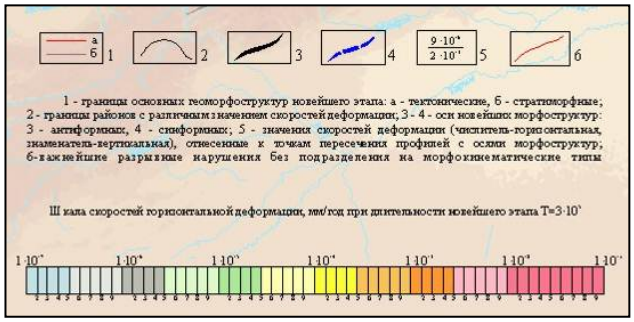


Рисунок 1. Фрагмент карты районирования новейших морфоструктур Казахстана (в частности Западного сектора) по скоростям горизонтальной и вертикальной деформации по данным [3,4,5]

В пределах платформенных осадочных бассейнов к наиболее распространённым следует относить тип аномального изменения вертикальных движений (рис. 2), формирующегося в результате движений по плоскостям сбросов.

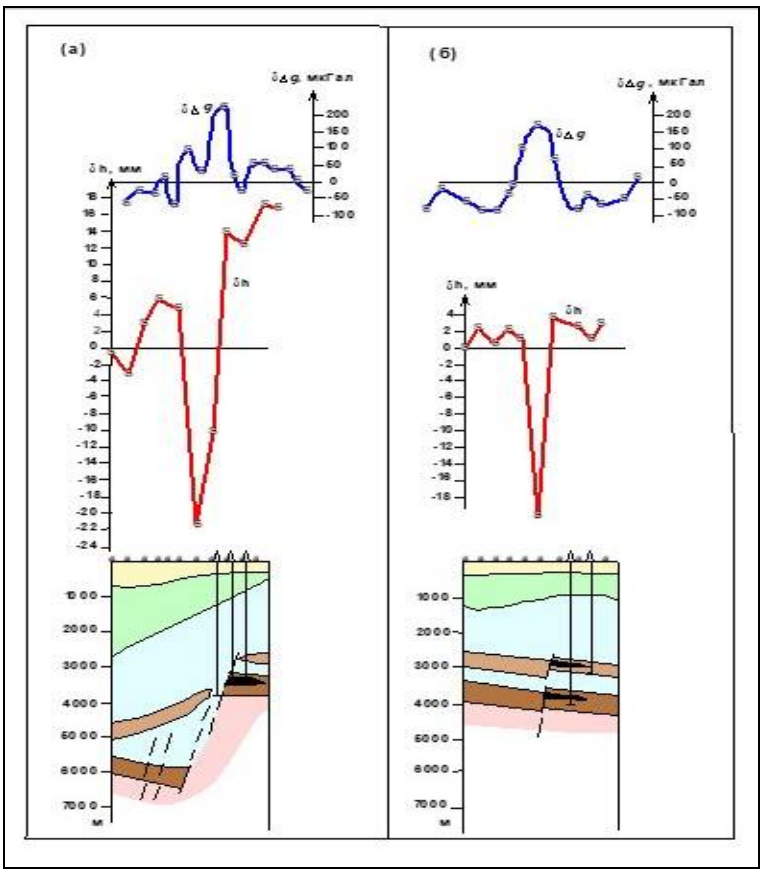


Рисунок 2. Пример современной активизации разлома типа сброса в пределах платформенного осадочного бассейна (нефтегазоносной области) по данным [7]

Основные свойства вертикальных движений этого типа состоят в следующем [7]:

- высокие скорости формирования аномалий (порядка 6 см/год в первые годы);
- локальность аномалий (ширина 1-3 км);
- регулярное развитие аномалий в соответствии с адекватной активизацией разлома (через 5-8 лет).

На рисунке 3 приведены графики формирования кратковременной аномальной современной тектонической активности надсолевых разломов в период 1988-1992 гг. на нефтегазовом месторождении Тенгиз (после начала его разработки).

Можно заметить, что аномальная активность разломов начала проявляться в период 1989-1990 гг., а остаточные деформации прослеживались до 1992 года. Следующий период активизации надсолевых разломов пришёлся на 1995-1996 гг.

В период активизации надсолевых разломов было зарегистрировано аномальное увеличение концентрации гелия, растворенного в воде приповерхностных горизонтов (кривая зеленого цвета).

Следовательно, на нефтегазовом месторождении Тенгиз квазипериодическое возникновение локальных аномалий вертикальных движений земной поверхности над активными разломами происходят с длительностью один-два года с последующим затуханием, которое, в свою очередь заканчивается новой активизацией разлома (рис. 4).

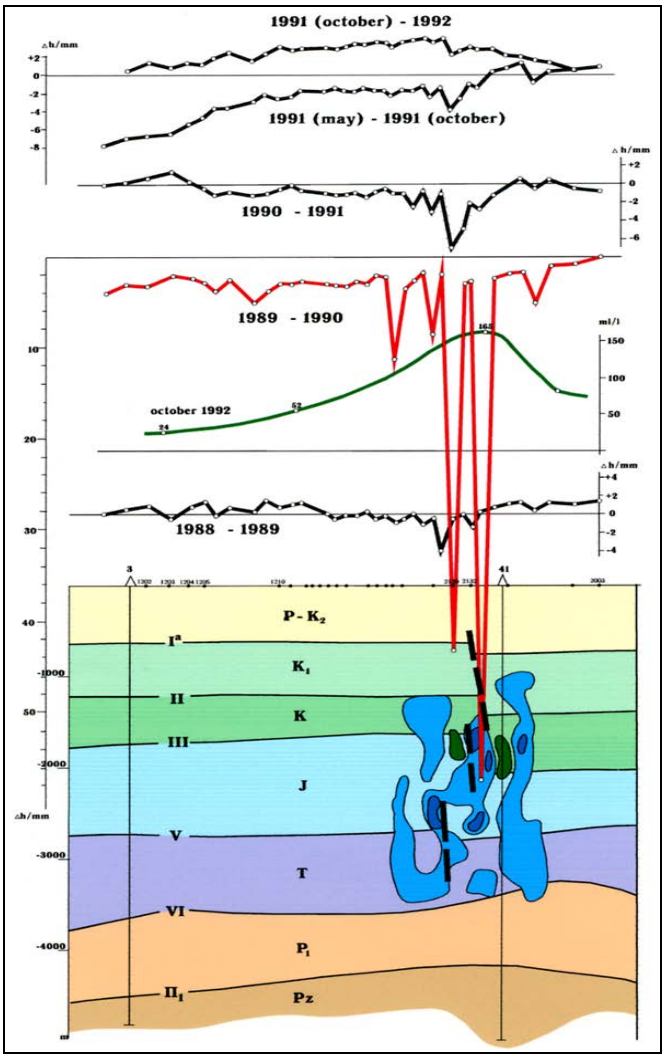
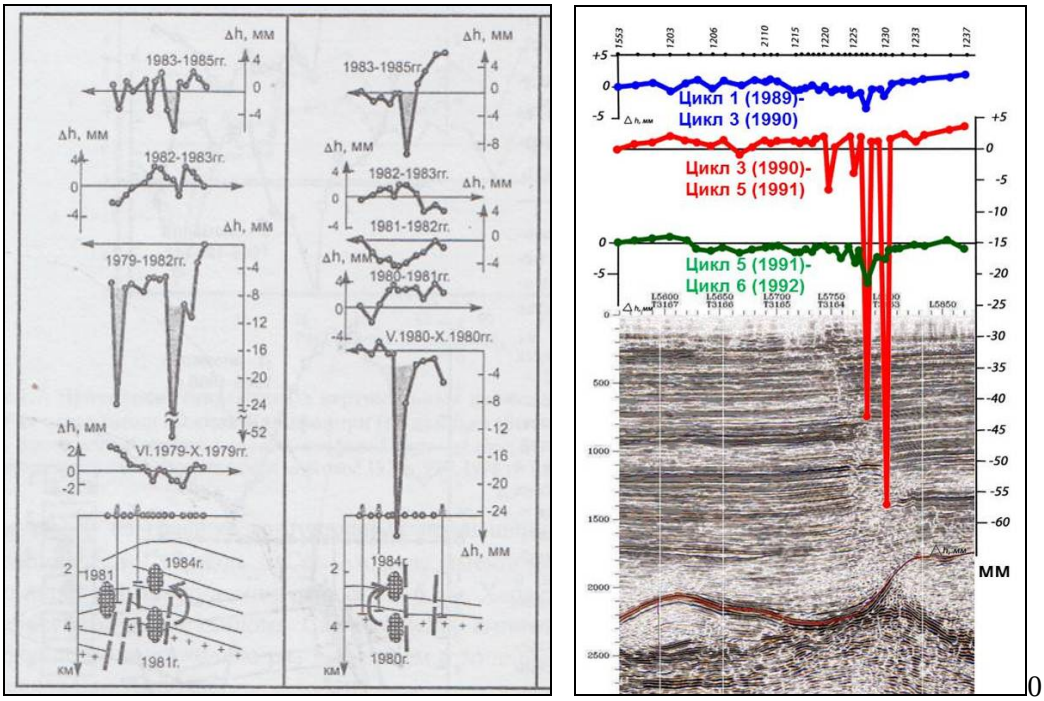


Рисунок 3. Локальная кратковременная активизация надсолевых разломов на территории нефтяного месторождения Тенгиз



А Б

Рисунок 4. Примеры короткопериодного проявления современной активности разломов по результатам многократного точного нивелирования в пределах Припятского грабена (Республика Беларусь) – А и западной части Республики Казахстан – Б

Кратковременные морфологические признаки аномалий над зонами разломов различного типа, выявленные в различных нефтегазоносных областях, несомненно указывают на локальную пространственно-временную нестабильность процессов деформации геосреды в разломных зонах.

Идентичность морфологических признаков указанных кратковременных аномалий вертикальных подвижек и их региональные закономерности проявления указывают на возможно близкий или идентичный механизм процессов, происходящих непосредственно в зонах тектонических нарушений.

Соответствующие аналитические исследования, математическое моделирование и полевые измерения показали, что эти процессы могут быть связаны с локальными вариациями параметров среды (жёсткостных, прочностных, ёмкостных) внутри разломных зон в обстановке периодичной внешней (региональной) нагрузки [8,9].

Над зонами активных разломов, кроме выявленных вертикальных движений, наблюдается аномальное изменение потенциальных геофизических полей и геохимических аномалий (гелиевых, радоновых, углеводородных).

На рисунке 5 приведены примеры появления над активными разломами не только аномалий вертикальных движений земной поверхности, но и аномалий вариаций силы тяжести -ΔG и геомагнитного поля - ΔTa, аномалии гелия - He, растворенного в воде и радона - Rn в приповерхностных отложениях [6].

Следовательно, в зонах разломов имеет место сложный комплекс деформационных и флюидодинамических (миграционных) процессов, которые возникают и развиваются в зависимости от изменения современного геодинамического состояния недр.

На основании вышеизложенного и по результатам анализа большого числа опубликованной литературы представляется возможным сформулировать следующий вывод: на природную активность разломов накладывается фактор техногенной нагрузки, появляющийся в результате разработки месторождений УВ.

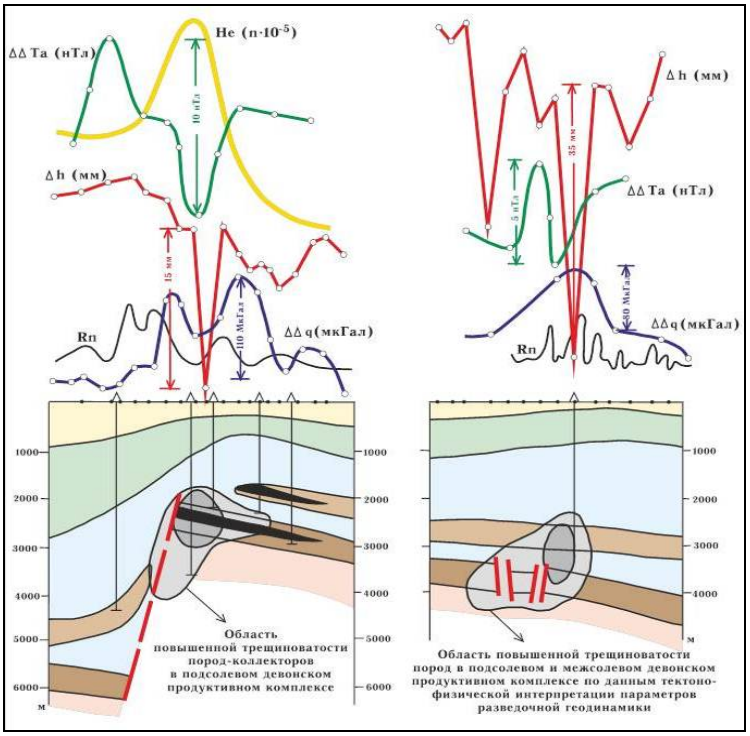


Рисунок 5. Примеры формирования над активным разломом аномалий вертикальных движений земной поверхности, вариаций потенциальных геофизических полей – гравитационного и геомагнитного и вариаций геохимических полей (гелия и радона) по данным [6]

При этом оценка сейсмодеформационного риска на разрабатываемых месторождениях углеводородов в решающей мере связана с пониманием роли и соотношений трёх факторов - объемов добычи углеводородного сырья и закачки флюида и их изменений во времени, уровня и масштаба развития природно-техногенных сейсмодеформационных процессов, степени активности разломов и напряженного состояния недр.

Важно отметить, что в основу методологии и технологии многолетних работ по проведению комплексного геодинамического мониторинга на месторождениях углеводородов Республики Казахстан легли результаты обобщения большого объема информации по природно-техногенной геодинамике недр разрабатываемых месторождений углеводородов (УВ) за рубежом.

Принципы создания геодинамических полигонов и технологии проведения геодинамического мониторинга на месторождениях углеводородов. Геодинамический полигон на месторождениях УВ – это совокупность долговременных, надежно закрепленных и пространственно увязанных пунктов, расположение которых учитывает структурно-геологические и промыслово-геологические особенности объектов разработки.

Сеть геодинамических пунктов – основа для получения комплексной количественной информации о пространственно-временных изменениях современного геодинамического состояния недр на разрабатываемых месторождениях УВ.

Мониторинг за развитием этих процессов должен осуществляться комплексом различных методов. Применение одного метода даже в режиме мониторинга (например, сейсмологического) приведет к «пропуску» возможных предвестников развития других форм проявления геодинамических событий, например, просадочных явлений, активизации разломов и других форм, которые могут возникать одновременно с землетрясениями или без их проявлений.

При этом важное значение приобретает задача оптимизации методов. В противном случае строительство и функционирование геодинамического полигона и проведение

мониторинга будет неэффективным и потребует больших и неоправданных финансовых затрат.

Для получения представительной мониторинговой информации необходимо соблюдать ряд требования при организации и дальнейшем усовершенствовании систем наблюдений на территории разрабатываемых месторождений УВ, которые состоят в следующем [10]:

- совмещение по местоположению пунктов запланированных методов комплексного геодинамического мониторинга;
- обеспечение долговременной сохранности (десятки лет) этих пунктов, отсутствие или минимизация антропогенных воздействий и приповерхностных инженерно-геологических факторов (солончак, карст, возможность затопления и подтопления и др.) на устойчивость измерений пунктов геодинамической сети;
- необходимость размещения пунктов измерений деформаций, геофизических и других запланированных видов измерительных комплексов, удовлетворяющих оптимальным условиям регистрации и метрологического контроля в районах вероятного проявления природно-техногенных событий на лицензионных территориях недропользователей;
- надежный контроль условий возникновения и развития аномальных геодинамических событий природно-техногенного генезиса за счет оптимальной пространственно-временной детальности мониторинговых наблюдений;
- комплексирование видов геофизического, экологического гидрогеологического, геохимического контроля по мониторингу за состоянием недр;
- необходимый и достаточный комплекс методов и видов мониторинга и оптимальный режим наблюдений (непрерывный или/и дискретный), обеспечивающих регистрацию всех форм геодинамических событий, ответственных за потенциальные негативные последствия;
- построение мониторинговых систем с использованием существующих высокоэффективных аппаратурно-технических средств.

Системы геодинамического мониторинга должны учитывать:

- размещение разломов и разрывных нарушений различного типа и порядка;
- местоположение массивов горных пород, предрасположенных к механической неустойчивости (к примеру, необходимо более детальное знание лито-физических свойств соляных массивов на территории разрабатываемых месторождений);
- зоны аномального изменения морфологии структурных форм (флексур, склонов), где возможно формирование девиаторов аномальных напряжений – потенциальных участков развития природно-техногенной сейсмичности;
- размещение фонда эксплуатационных скважин с высоким и пониженным дебитами;
- площадную дифференциацию текущего пластового давления, параметров пород-коллекторов по петрофизическим, фильтрационно-емкостным и литологическим свойствам;
- наземные объекты обустройства месторождений;
- районы нагнетательных скважин;
- нефтесборные комплексы и линейные системы (трубопроводы).

Достоверное заключение о проявлении той или иной формы геодинамических событий сделать практически невозможно. Тем не менее, можно утверждать, что всё многообразие различных сочетаний геодинамических факторов может быть реализовано в форме четырех основных и наиболее часто встречающихся событий природного и природно-техногенного генезиса, которые могут возникать в определенных комбинациях на разрабатываемых месторождениях углеводородов:

- **активные в настоящее время разломы**, подвижки по плоскостям которых могут существенно активизироваться под влиянием процессов разработки месторождений УВ;
- **обширное и неравномерное по площади проседание земной поверхности**, связанное с извлечением углеводородного сырья, падением пластового давления, неравномерным площадным распределением физических свойств пород-коллекторов и др.;

- **горизонтальные сдвиги массивов горных пород**, как следствие интенсивных просадок земной поверхности, которые могут усиливаться за счет активизации локальных аномалий напряжений и влияния анизотропии пластических пород (например, глинистых пропластков в соленосной толще), играющих роль «смазки» при горизонтальных смещениях;

- **землетрясения**: природные, техногенные и индуцированные по генезису возникновения, расположенные как на самих разрабатываемых месторождениях УВ, так и вблизи них.

Потенциальные формы возникновения природных и природно-техногенных событий определяют выбор адекватного базового комплекса методов мониторинга этих процессов, использование которых необходимо запланировать уже на первом этапе (продолжительностью не менее 5 лет) проведения мониторинга с последующей корректировкой в зависимости от получаемых результатов.

В течение этого этапа базовыми методами мониторинга следует считать:

- **Деформационный мониторинг** – картирование активных разломов и просадочных явлений методом повторного точного нивелирования (нивелирование II класса повышенной точности цифровыми нивелирами Leica DNA-03, Leica LS15 в комплекте с инварными рейками);

- **GPS - мониторинг (повторный)** – площадное картирование проседаний земной поверхности и горизонтальных сдвигов массивов горных пород для всей территории месторождения (повторные высокоточные GNSS-наблюдения, многочастотные GNSS приемники Trimble серии R5, R7; 4700, 5700 TS; высокоточные GNSS антенны типа Trimble GNSS Choke Ring и Trimble GNSS-Ti Choke Ring);

- **GPS-мониторинг (непрерывный)** – картирование изменений напряженного состояния недр на локальных участках развития аномальных сейсмодеформационных событий с разработкой возможных прогностических признаков возникновения сильных событий (непрерывные высокоточные GNSS-наблюдения с использованием постоянно функционирующих референцных станций, в которых развернута система Trimble NetR9);

- **Гравиметрический мониторинг (непрерывный)** – исследование вариаций силы тяжести в качестве возможных предвестников сильных сейсмических событий (высокоточные гравиметрические измерения гравиметрами AutoGrav фирмы Scintrex CG-5 и CG-6);

- **Сейсмологический мониторинг** – регистрация местных, близких, техногенных и индуцированных землетрясений, а также изучение пространственно-временного режима сейсмичности, анализ механизмов очагов землетрясений, напряженно-деформированного состояния среды и изменения этого состояния в связи с разработкой месторождений углеводородов (сейсмологическая станция в комплекте с 3-х компонентным сейсмодатчиком и сейсмоприемником).

По результатам первых измерений определяется репрезентативность каждого метода с решением о его использовании на следующем измерительном этапе работ или обоснованного дополнения используемого комплекса другими методами, например, радарной интерферометрической съемки, геохимическим мониторингом и др.

Технология многофункционального мониторинга на территориях разрабатываемых месторождений углеводородов не должна допускать построения статических систем мониторинга.

На месторождениях углеводородов должна быть создана система объективного контроля за непрерывно меняющейся геодинамической ситуацией в соответствии с изменениями промыслово-геологической ситуации в процессе добычи УВ.

Совокупность вышеуказанных базовых методов в комплексе с имеющейся промыслово-геологической информацией позволит получить достаточный объем данных для

исследования свойств и пространственно-временных закономерностей проявления сейсмодеформационных процессов на территориях месторождений УВ.

При этом должно соблюдаться основное требование - надежный контроль условий возникновения и развития геодинамических явлений и оценка (прогнозирование) возможного аномального развития этих явлений на наиболее ранней стадии.

На основании вышеизложенного оптимальной и эффективной следующая последовательность проведения геодинамического мониторинга на разрабатываемых месторождениях УВ:

1. Составление комплексной программы геодинамического мониторинга на период, согласованный с недропользователем (лучше на 4-5 лет), с обоснованием целей и задач работ, методов мониторинга, размещения систем мониторинга, обработки и анализа результатов, составлением отчетной документации.

2. Проведение рекогносцировки закладываемых пунктов геодинамической сети с учётом факторов геодинамического риска. Обоснование требований к устойчивости пунктов наблюдений.

3. Закладка пунктов геодинамической сети с требованиями по геометрии сети, отношению к структурно-геологическим и промыслово-геологическим особенностям объекта и по долговременной сохранности пунктов.

4. Методическая и аппаратурная оснащенность геодинамического мониторинга должна гарантировать получение надежной информации. Принципиальная особенность состоит также в том, чтобы на территории месторождений осуществляется унифицированный комплекс методов наблюдений в течении длительного времени.

5. Проведение измерения многократными во времени циклами измерений соответствующих параметров. Количество циклов измерений за единицу времени (например, в течении года) определяется пространственным масштабом, уровнем и быстротой изменения параметров современной геодинамики природно-техногенного генезиса. В случае аномальной активизации деформационных процессов на локальных участках месторождения УВ либо уменьшается интервал времени между циклами измерений, либо проводятся непрерывные измерения.

6. Процесс мониторинга непрерывно должен поддерживаться комплексом научно-методического сопровождения, обеспечивающего анализ, интерпретацию и обобщение результатов мониторинга с геолого-геофизических и промысловыми данными, имеющимися по разрабатываемому месторождению УВ.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Абетов А.Е., Кудайбергенова С.С. Факторы геодинамического риска на примере месторождения углеводородов Бузачинского свода // Сборник материалов II научной конференции: Новые направления нефтегазовой геологии и геохимии/Развитие геологоразведочных работ. – Пермь, 2019. - С. 9-17.

[2] Донабедов А.Т., Сидоров В.А., Тимарев К.В. и др. К вопросу о соотношениях между скоростями современных вертикальных движений земной коры, геофизическими полями и геоструктурными элементами // ДАН СССР. – Т.132. – № 4. – С. 810-813.

[3] Нусипов Е., Рахымбаев М., Узбеков Н.Б. Геодинамика и сейсмичность литосферы Казахстана // ТОО «ИТЦ» Сейсмомониторинг. - Алматы, 2007, гл.3, 295-298 с.

[4] Тимуш А.В. Напряженно-деформированное состояние новейших морфоструктур Джунгаро-Тянь-Шаньского региона // Inland Earhquake, 2000. Vol. 14. №2. P. 167-175.

[5] Чедия О.К. Морфоструктуры и новейший тектогенез Тянь-Шаня. М.: Наука, 1986. – 315 с.

[6] Сидоров В.А., Кузьмин Ю.О. Современные движения земной коры осадочных бассейнов. М.: Наука, 1989. – 200 с.

[7] Сидоров В.А., Багдасарова М.В., Атанасян С.В и др. Современная геодинамика и нефтегазоносность. М.: Наука, 1989. – 200 с.

[8] Кузьмин Ю.О., Сидоров В.А. Сравнительная оценка деформационных процессов в разломных зонах осадочных бассейнов // Тезисы 7-го Международного симпозиума по современным движениям земной коры. – Таллинн 1986, - С. 70.

[9] Кузьмин Ю.О., В.С.Жуков. Современная геодинамика и вариации физических свойств горных пород. М.: МГГУ, 2004, – 262 с.

[10] Концепция «Геодинамический мониторинг месторождений нефти и газа Республики Казахстан», Институт сейсмологии, Алматы, 2009.

REFERENCES

[1] Abetov A.E., Kudaibergenova S.S. Faktory geodinamicheskogo riska na primere mestorozhdeniya uglevodorodov Buzachinskogo svoda // Sbornik materialov II nauchnoi konferencii: Novye napravleniya neftegazovoi geologii i geohimii/Razvitie geologorazvedochnyh rabot. – Perm', 2019. - S. 9-17.

[2] Donabedov A.T., Sidorov V.A., Timarev K.V. i dr. K voprosu o sootnosheniyah mezhdu skorostyami sovremennyh vertikal'nyh dvizhenii zemnoy kory, geofizicheskimi polyami i geostrukturnymi jelementami // DAN SSSR. – T.132. – № 4. – S. 810-813.

[3] Nusipov E., Rahymbaev M., Uzbekov N.B. Geodinamika i sejsmichnost' litosfery Kazahstana // TOO «ITC» Seismomonitoring. - Almaty, 2007, gl.3, 295-298 s.

[4] Timush A.V. Napryazhenno-deformirovannoe sostoyanie noveyshih morfostruktur Dzhungaro-Tyan'-Shan'skogo regiona // Inland Earhjauake, 2000. Vol. 14. №2. P. 167-175.

[5] Chediya O.K. Morfostruktury i noveyshih tektogenez Tjan'-Shanja. M.: Nauka, 1986. – 315 s.

[6] Sidorov V.A., Kuz'min Ju.O. Sovremennye dvizheniya zemnoy kory osadochnyh basseynov. M.: Nauka, 1989. – 200 s.

[7] Sidorov V.A., Bagdasarova M.V., Atanasjan S.V i dr. Sovremennaya geodinamika i neftegazonosnost'. M.: Nauka, 1989. – 200 s.

[8] Kuz'min Ju.O., Sidorov V.A. Sravnitel'naya ocenka deformacionnyh processov v razlomnyh zonah osadochnyh basseynov // Tezisy 7-go Mezhdunarodnogo simpoziuma po sovremennym dvizhenijam zemnoy kory. – Tallinn 1986, - C. 70.

[9] Kuz'min Ju.O., V.S.Zhukov. Sovremennaya geodinamika i variacii fizicheskih svoystv gornyh porod. M.: MGGU, 2004, – 262 s.

[10] Koncepciya «Geodinamicheski monitoring mestorozhdeni nefti i gaza Respubliki Kazahstan», Institut seismologii, Almaty, 2009.

А.Е. Абетов, С.С. Құдайбергенова*, В.А. Сидоров
Satbayev University, Алматы, Қазақстан
*e-mail: sabina_kudaybergenova@inbox.ru

КӨМІРСУТЕГІ КЕНОРЫНДАРЫНДА ГЕОДИНАМИКАЛЫҚ ПОЛИГОНДАР ҚҰРУ ЖӘНЕ ГЕОДИНАМИКАЛЫҚ БАҚЫЛАУ ЖҮРГІЗУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

Андатпа. Мақалада көмірсутегі кенорындарындағы геодинамикалық бақылау аспектілері қарастырылған. Табиғи және техногендік геодинамикалық қауіптің негізгі факторлары келтірілген. Геодинамикалық зерттеулер жүргізудің шетелдік және отандық тәжірибесі қысқаша ұсынылған, табиғи-техногендік геодинамикалық процестердің көріну формалары да көрсетілген. Игеріліп жатқан мұнай және газ кенорындарындағы геодинамикалық оқиғалар мен деформация процестері туралы ақпарат қорытылған. Жабдықтар мен бақылаудың негізгі әдістерін қоса алғанда, көмірсутектер кенорындарында геодинамикалық бақылау жүргізу технологиялары мен геодинамикалық сынақ алаңдарын құру принциптері қарастырылған. Геодинамикалық сынақ алаңын құру және оған геодинамикалық бақылау жүргізу бойынша жұмыс бірнеше негізгі өзара байланысты кезеңдерден тұруы керек. Сонымен, мақаланың қорытындысында игерілген көмірсутегі кенорындарындағы геодинамикалық бақылаудың оңтайлы және тиімді реттілігі тұжырымдалды.

Негізгі сөздер: заманауи геодинамика, сейсмикалық деформация процестері, шөгу, көлденең орын ауыстырулар, бақылау, геодинамикалық сынақ алаңы.

A. Abetov, S. Kudaibergenova*, V. Sidorov
Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
*e-mail: sabina_kudaybergenova@inbox.ru

CREATION OF GEODYNAMIC POLYGONS AND TECHNOLOGIES FOR CONDUCTING GEODYNAMIC MONITORING IN THE HYDROCARBON FIELDS

Abstract. The article implicates with aspects of geodynamic monitoring at hydrocarbon fields. The main factors of geodynamic risk - natural and technogenic are given. The foreign and domestic experience in conducting geodynamic research is briefly presented, also illustrated the forms of manifestation of natural and technogenic geodynamic processes. Information about geodynamic events and deformation processes in the developed oil and gas fields is generalized. The principles of creating geodynamic polygons and technologies for conducting geodynamic monitoring in hydrocarbon fields are considered, including equipment and basic monitoring methods. Work on the creation of a geodynamic polygon and carrying out geodynamic monitoring on it should consist of several main interrelated stages. Thus, in the conclusion, the most optimal and effective sequence of geodynamic monitoring at the developed hydrocarbon fields is formulated.

Keywords: modern geodynamics, seismic-deformation processes, subsidence, horizontal shears, monitoring, geodynamic testing ground.