

СЕКЦИЯ 6. ГЕОЛОГИЯ И РАЗРАБОТКА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

УДК 551.24,551.243,550.342

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОРАЗРАБОТКИ

О. К. Абрамович

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Раскрыто, что геодинамические исследования территорий со значительными техногенными нагрузками позволяют выделить пространственно-временную структуру блочного строения земной коры, выявить активные разломы и тектонически напряженные зоны и определить параметры деформационных процессов. Отмечено, что расчет индуцированных напряжений, возникающих под воздействием техногенного воздействия на земную кору дает возможность разработать профилактические меры для обеспечения безопасности и эффективности освоения и эксплуатации недр и земной поверхности одновременно.

Ключевые слова: недрa, геодинамика, супердеформационные процессы, активные разломы, аномальная активность, нефтяные месторождения, напряженное состояние, порода.

GEODYNAMIC STUDIES OF OIL AND GAS DEVELOPMENT SITES

O. K. Abramovich

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

Geodynamic studies of areas with significant technogenic loads make it possible to identify the spatio-temporal structure of the block structure of the earth's crust, identify active faults and tectonically stressed zones and determine the parameters of deformation processes. The calculation of induced stresses arising under the influence of technogenic impact on the earth's crust makes it possible to develop preventive measures to ensure the safety and efficiency of the development and operation of the subsoil and the earth's surface simultaneously.

Keywords: subsoil, geodynamics, super-deformation processes, active faults, anomalous activity, oil fields, stress state, rock.

В недрах Земли происходит постоянное силовое и химическое взаимодействие пород под воздействием ряда внутренних и внешних факторов. Сложность строения земной коры и многообразие литологических разностей пород не позволяют выработать строгую теорию происходящих изменений, поскольку невозможно учесть энергообмен пород, газа и воды, находящихся в активной блочной структуре земной коры. В массиве горных пород есть особо опасные зоны, которые обладают определенными свойствами, отличными от свойств соседних зон, – это зоны повышенного напряжения, в которых реализуются геодинамические процессы. В районах объектов нефтегазозаботки повышается интенсивность техногенного воздействия на горный массив, зависящая от отношения глубины распространения зоны предельно напряженного состояния к толщине литосферы. Наличие фактического материала о состоянии недр до начала разработки нефтяного месторождения не позволяет спрогнозировать процесс формирования тектонически напряженных зон. Необходимый набор информации по-

является лишь в процессе разработки нефтяных месторождений при получении комплексной информации, например, изменения пластового давления. Однако и в этом случае возможен только обобщенный подход, который должен базироваться на раскрытии закономерностей распределения напряженного состояния в земной коре с учетом усредненных физико-механических и химико-биологических свойств массива горных пород и его температуры при условии, что массив рассматривается в качестве сплошной среды. Нефтяные месторождения территориально приурочены к разломным зонам в фундаменте, являющимся зонами повышенной геодинамической опасности, перерастающей в геодинамический риск при значительной внешней нагрузке и внутренней неустойчивости. Возможно возникновение супердеформационных процессов со скоростями более 10^{-5} в год.

Инструментальные геодезические как наземные, так и спутниковые и дистанционные наблюдения позволяют получить надежные количественные характеристики современных короткопериодических деформаций на активно эксплуатируемых территориях и установить локализацию разломных зон. Периоды аномальной активности разломов чередуются с периодами их стабилизации, поэтому при определении длительности безопасного функционирования объекта необходимо учитывать это обстоятельство. Выбор интервала инструментальных наблюдений возможен опытным путем, но в любом случае он должен быть в пределах года. Припятский прогиб и сопредельные территории разработки нефтяных месторождений в течение 20 лет представляли собой геодинамический полигон с плотной сетью и обширной программой наблюдений. За это время собран большой объем информации, позволяющей получить уверенную статистику по количественной оценке вертикальных движений земной коры, которую возможно пополнять и в настоящее время. Если сопоставить графики, полученные по результатам повторного высокоточного нивелирования, выполненного на территории нефтяных месторождений Припятского прогиба, со структурными картами на ту же территорию, то можно отметить четкую закономерность морфологии аномалий в зонах над разрывными нарушениями.

На Речицком месторождении были выделены три типа аномалий с высокой степенью корреляции с тектоническими нарушениями:

– γ -аномалии, устойчиво характеризующиеся пикообразным опусканием земной поверхности в очень узкой по ширине зоне, до 1,5 км, с амплитудой в интервале 10–40 мм. Время формирования таких аномалий – около нескольких месяцев. Устойчивость морфологических параметров свидетельствует о едином механизме процессов, формирующем эти аномалии в зонах разломов;

– β -аномалии, для которых характерен изгиб земной поверхности. Наиболее устойчивой характеристикой этого типа аномалий является амплитуда движений в осевой части аномалии – 10–18 мм. Ширина аномалий варьирует более значительно (6–20 км). Время формирования этого типа аномалий примерно соответствует времени формирования γ -аномалий;

– S -аномалии, что характеризуются градиентным изменением значений движений. Он также формируется в разломных зонах. Наиболее устойчивой характеристикой является ширина аномалии – около 5 км, амплитуда аномалии меняется в пределах 5–20 мм. Может возникнуть конфигурация, сочетающая два или все три типа описанных аномалий (рис. 1), что свидетельствует о сложном характере аномального изменения современных вертикальных движений земной поверхности. Интерпретация такого варианта требует обязательного учета структурного плана.

Конфигурации сетей на геодинамических полигонах, приуроченных к нефтяным месторождениям, зависят от задач, поставленных при их проектировании. Для создания деформационной сети выполняется закладка реперов, можно также прикрепить марку к неработающей скважине. Точность наблюдений независимо от методов должна соответствовать точности I, II класса геометрического нивелирования.

При проектировании нивелирных сетей на техногенных полигонах расстояние между границей месторождения и реперами, считаемыми неподвижными, следует принимать равным 8-кратной глубине нижнего эксплуатируемого горизонта, но во всех случаях не менее 6 км.

При построении графиков по результатам инструментальных наблюдений за деформациями земной коры на горизонтальной оси отмечается местоположение реперов исследуемого участка, а по вертикальной – величины анализируемых параметров деформации. Если работают с параметром V_i – вертикальной скоростью, то вычисленные значения приписывают реперу (i); если с параметром $\text{grad}V_{i,i+1}$ – участку трассы между реперами (i) и ($i + 1$). Основным фактором, определяющим уровень формирования обширных просадок земной поверхности территории месторождения, является величина деформации порового объема пласта-коллектора. Для оценки максимальной, предельно возможной величины вертикальных смещений земной поверхности можно предположить, что все изменения порового объема происходят за счет деформации породы в вертикальном направлении.

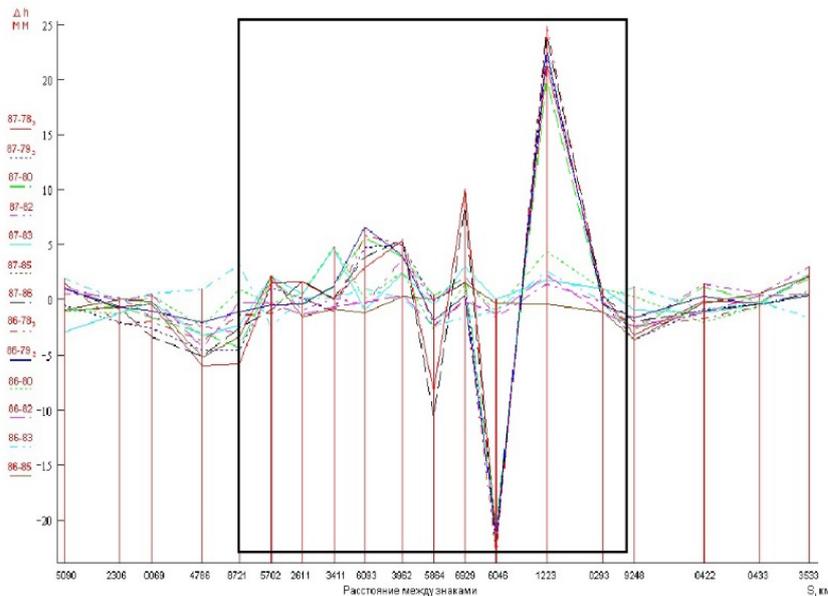


Рис. 1. Речицкое месторождение. Аномальная зона по линии Тишковка – Волчья Гора

В этом случае будет справедлива следующая формула:

$$\Delta h = mH\beta_{\text{пор}}\Delta P,$$

где m – пористость; H – эффективная толщина нефтенасыщенности; $\beta_{\text{пор}}$ – коэффициент сжимаемости порового пространства; ΔP – изменение пластового давления в процессе разработки.

В качестве исходного материала для оценки деформаций земной поверхности возможно использовать вертикальные геологические разрезы и структурные карты по каждому продуктивному пласту, сводный геолого-геофизический разрез, стратиграфическую колонку, данные о физико-механических свойствах горных пород, данные геодинамических исследований. Основным методом интерпретации геодинамических наблюдений является решение обратных задач – установление глубинного источника аномальных движений по данным измерений на земной поверхности.

В результате интерпретации динамических исследований зоны Речицкого разлома установлено, что по морфологии построенные по полевым данным кривые похожи и представляют собой локальные изгибы вниз земной поверхности. Максимумы кривых соответствуют проекции разломов на земную поверхность. Сложность кривой вертикальных смещений соответствует сложности тектонического строения локальной зоны.

Аномалии выявляются только в разломных зонах широтной и квазиширотной ориентации, в зонах разломов квазимеридиональной ориентировки они отсутствуют [1].

Определение деформаций земной поверхности при добыче нефти вызвано необходимостью предотвращения риска функционирования технических сооружений государственного значения.

Литература

1. Кузьмин, Ю. О. Актуальные проблемы идентификации результатов наблюдений в современной геодинамике / Ю. О. Кузьмин // Физика Земли. – 2014. – № 5. – С. 51–64.

УДК 662.276

ОПТИМИЗИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРОФИЛЕЙ СКВАЖИН С ПРОТЯЖЕННЫМ ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ ОКОНЧАНИЕМ

Д. И. Байковский

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

А. М. Жуковский, Р. Е. Гутман

БелНИПИнефть РУП «Производственное объединение «Белоруснефть», г. Гомель

Учитывая значительное увеличение объемов горизонтального бурения и существенную стоимость строительства скважин с протяженным горизонтальным окончанием, а также текущую технико-технологическую оснащенность и экономически эффективные методы и технологии освоения, необходима разработка нового подхода к проектированию профилей таких скважин для каждого конкретного месторождения и поставленных задач. Это позволит выбрать наиболее оптимальные параметры траектории и как следствие – обеспечить наиболее эффективную геометрию ствола скважины. Выделено, что такая геометрия в отличие от типовых траекторий дает возможность уменьшить силы сопротивления, оптимизирует процесс бурения, сократит риски возникновения технологических проблем, улучшит показатели разработки горизонтальных скважин и в целом создаст положительный экономический эффект.

Ключевые слова: трудноизвлекаемые запасы, горизонтальное бурение, новый подход, проектирование профилей, траектория.