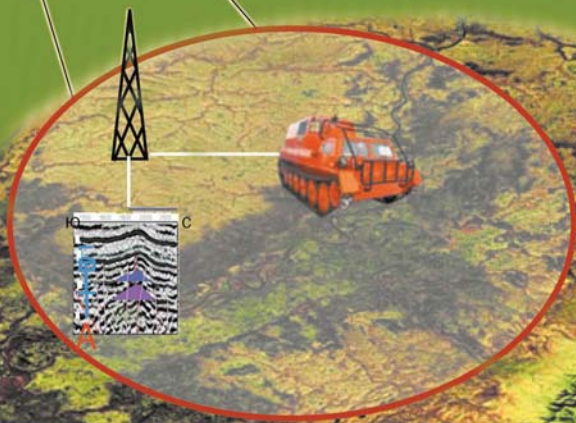


Д.М. Трофимов

**СОВРЕМЕННЫЕ МИКРОАМПЛИТУДНЫЕ
ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ДВИЖЕНИЯ,
ДИСТАНЦИОННЫЕ
МЕТОДЫ ИХ ИЗУЧЕНИЯ И ЗНАЧЕНИЕ
ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ГЕОЛОГИИ**

**MODERN LOW-AMPLITUDINAL
TECTONICALLY INDUCED MOVES,
THEIR REMOTE STUDYING
METHODS AND THEIR VALUE
FOR PETROLEUM-GAS GEOLOGY**



УДК 622.323.002.5

ББК 33.131я73

Т76

Трофимов Д.М.

Т76 Современные микроамплитудные тектонические движения, дистанционные методы их изучения и значение для нефтегазовой геологии. – М.:Инфра-Инженерия, 2016. – 80 с.

ISBN 978-5-9729-0099-2

Работа посвящена обобщению первого опыта практического использования нового метода изучения современных тектонических движений – радиолокационной интерферометрии в комплексе с многоспектральными и тепловыми инфракрасными съемками применительно к решению ряда задач при поисках, разведке и разработке месторождений нефти и газа. Рассмотрены полученные результаты для каждого этапа геолого-разведочных работ. Новая геологическая информация по сравнению с традиционными методами обеспечивается за счет высочайшего пространственного разрешения дистанционных методов, измеряемого непрерывного поля данных и их мониторинга во времени. В частности регистрируется амплитуда смещений земной поверхности, индуцированная тектоническими и техногенными движениями при разработке месторождений, определяемая в диапазоне миллиметров – сантиметров. Обработка данных осуществляется в комплексе с геолого-геофизической и промышленной информацией.

Книга предназначена для специалистов в области нефтяной и газовой геологии, преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений геологического профиля.

© Трофимов Д.М., 2016

© Издательство «Инфра-Инженерия», 2016

ISBN 978-5-9729-0099-2

I. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ДВИЖЕНИЙ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СТРУКТУРЫ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА И НЕФТЕГАЗОВЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ

Изучение современных движений относится к области геодинамики и связано не только с мгновенно протекающими землетрясениями, но и медленными микроамплитудными движениями земной поверхности. В последние десятилетия произошло резкое увеличение дистанционных инструментов детальных исследований геодинамических явлений. В практику внедрены новые спутниково-топографические системы (GPS), космическая радиолокационная интерферометрия и лазерное сканирование, что позволило исследовать периодичность, скорость, амплитуду и направленность современных тектонических движений.

1.1. Краткие сведения о геомеханических процессах в осадочном чехле, вызванных палеотектоническими и современными движениями

Проблема геомеханических процессов в осадочном чехле крайне сложна и слабо изучена. Многие годы специалисты располагали косвенными и дискретными данными, получаемыми при обобщении результатов движения плит, геоморфолого-геодезических и буровых работ, а также экспериментальных исследований и моделирования. В XXI веке получили распространения новые, уже измерительные методы: трещинометрия в скважинах и шахтах, лазерные съемки, дистанционное зондирование и ряд других. В значительной степени получение этой информации определялось необходимостью изучения и измерения современных движений земной коры, которые было необходимо обосновать с точки зрения механики горных пород и термодинамических процессов, находящихся с ними во взаимосвязанной системе.

Изложенные здесь представления являются обобщенным и наиболее обоснованным мнением коллектива специалистов, серьезно занимавшихся рассматриваемой проблемой применительно к нефтегазовой геологии [4-7]. В первую очередь это относится к современному динамическому состоянию осадочного чехла, соответствующему нефтегазоносных бассейнов и составляющих их структур разного порядка.

Нефтегазоносный бассейн – это механически активный в настоящее время комплекс пород осадочного чехла, управляемый внутренними и внешними энергетиче-

скими источниками. Они вызывают изменения напряжений и деформации в массивах пород, порождая постоянную микроамплитудную подвижность. Она свойственна разнопорядковым структурам, включая локальные, представляющие наибольший практический интерес. Каждая из них обладает определенной индивидуальностью, обусловленной многочисленными факторами: тектоническими особенностями, литологическим составом, палео – и современной активностью, напряженным состоянием и другими. Учесть вклад каждого фактора трудно или невозможно, исходя из этого, в работе делается попытка определения состояния резервуаров на основании анализа полей поверхностных деформаций и дискретных геолого-геофизических данных.

Осадочный чехол относительно пассивен, экранируя, ослабляя и рассеивая передаваемую через фундамент эндогенную энергию, и восприимчива менее значимое внешнее энергетическое воздействие. Тем не менее, на этом фоне отмечается дифференцированная подвижность структур и нарушений чехла, обусловленная разной скоростью их перемещения, структурной расположенностью, физическими свойствами и индивидуальной энергетикой.

На нестабильное состояние чехла накладывается техногенное воздействие, вызывая активизацию в основном ранее заложенных или новообразованных структурных неоднородностей. В этом случае техногенные проявления могут служить дополнительным источником возбуждения современной подвижности структурных элементов на разрабатываемых месторождениях углеводородов. Исходя из этого, целесообразно рассмотреть некоторые причины и взаимосвязи тектогенных и техногенных движений.

Тектогенные движения определяются внутренними эндогенными и внешними группами факторов. Первые характеризуются периодической активизацией, вторые являются постоянно действующими и как бы фоновыми.

Геомеханические процессы в осадочном чехле не могут рассматриваться изолированно от напряженного состояния фундамента. Он находится, по видимому, в состоянии предельного равновесия, так что различные виды динамического воздействия на него приводят к активизации деформаций по ранее заложенным ослабленным зонам. В первую очередь они связаны с разломами, что требует, по сравнению со складкообразованием, меньших усилий.

Породы фундамента под воздействием гравитационных и эндогенных сил находятся в состоянии всестороннего сжатия. Замеры напряженного состояния Хибинского и Лавозерского плутонов на Кольском полуострове колеблются от 340 до 780 кг/см², а на Украинском щите в районе Кривого Рога на глубине 500м – 600 кг/см² [8,9]. При этом активные разрывные нарушения вызывают резкие колебания напряжений. Необходимо подчеркнуть, что в этих районах отсутствует осадочный чехол. В нем, по осредненным данным, эта величина составляет порядка 100 кг/см². При проявлении избыточных напряжений, свойственных фундаменту, происходит преобладающая разрядка в виде дислокаций разрывного типа и сопровождающих их блоковых подвижек. При высоких температурах, сопровождающихся текучестью, формируют-

ся деформации складчатого типа. Те и другие нарушают структуру осадочного чехла, отражаясь в виде различных структурных форм.

В целом механизм проявления на земной поверхности структурных форм чехла и рельефа поверхности фундамента определяется причинно-следственными связями энергетических, термодинамических, механических и геологических условий.

Основным вопросом, связанным с проблемой отражения структурных форм чехла в ландшафте, является выяснение причин их активности во времени: до этапа рельефообразования, в течение него или позже.

Можно сформулировать две такие причины:

1. Структурная, вещественная или структурно-вещественная неоднородность в динамическом поле напряжений, являясь своеобразной аномалией, порождает аномальные физико-химические, термические и гидрогеохимические изменения, обеспечивая таким образом свою длительную сохранность (если она не уничтожается эрозией при перерывах в осадконакоплении).

2. Заложенная к моменту завершения формирования структурных форм чехла тектоно-механическая матрица, независимо от изменения напряженного состояния, сохраняется длительно, периодически активизируясь во времени при изменении условий. Значительная роль при этом принадлежит унаследованным разрывным нарушениям, с которыми часто связаны постседиментационные структуры.

Перераспределение энергетических усилий происходит на внешних и внутренних границах системы чехла и осложняющих ее нарушениях. Они являются своеобразными накопителями энергии и периодически разряжаются. С этой точки зрения особенно важную роль играют контрастные по своим свойствам горизонтальные и вертикальные границы осадочного чехла: фундамент, разноплотностные структурные комплексы и свободная поверхность (чехол – воздух – вода). Последняя фиксирует многие коровые деформации и дислокации, происходящие под воздействием всех энергетических источников, но активная роль процессов аккумуляции, эрозии, почвообразования и развитие растительного покрова затрудняет их установление.

Общая схема геологических событий, обеспечивающих современное отражение в ландшафте и рельефе неоднородностей, представляется следующей. С момента их захоронения в литифицированной толще осадков протекают эпигенетические, гидро-геологические, геохимические и другие процессы. Особенно важным при этом является уплотнение, приводящее к появлению структур облекания и активизации вокруг них геологических процессов. Структуры, развиваясь в динамичном и нестабильном режиме, различаются в конечном счете степенью активности, представляя собой тип конседиментационных поднятий. Дополнительную подвижность, приводящую к образованию ареала трещиноватости внутри и вокруг поднятий, обеспечивают сейсмичность, силы гравитации, ротация и лунные приливы. Тем не менее, каждой структуре свойственна собственная энергетика, что предопределяет ее активность и соответственно различное отражение на земной поверхности и на дистанционных материалах (рис. 1).

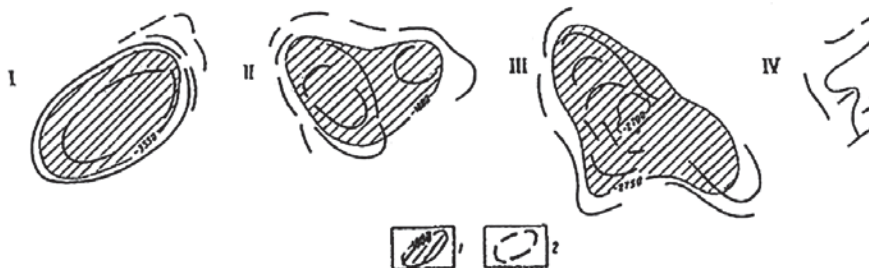


Рис. 1. Степени проявления новейшей динамической активности локальных поднятий, выявленных сейсморазведкой, на дистанционных материалах (по Западной и Восточной Сибири):

- 1 – поднятия по сейсморазведке, 2 – контуры поднятий по дистанционным данным;
 I – Восточно-Ярохтинское активное поднятие;
 II – Мадринское слабоактивное поднятие;
 III – Туманное дискретно проявленное поднятие;
 IV – латентно выраженное поднятие.

То есть, геологические процессы, происходившие в толще чехла обеспечивают самосохранность рассматриваемых неоднородностей через расположенные над ними и вокруг них ареалы, фиксируемые мало- и микроамплитудными дислокациями.

Подводя итог изложенным представлениям, можно резюмировать:

1. В настоящее время поверхность фундамента, энергетически генерирующая структурные формы осадочного чехла можно сравнить с разбитой тарелкой, состоящей из трещин и находящихся между ними кусков или соответственно разломов и блоков.

2. За длительный период развития осадочного чехла под воздействием многократных, разноамплитудных и знакопеременных тектонических движений, ослабленные зоны (разломы фундамента и разрывные нарушения чехла) и связанные с ними структуры в значительной степени сохранили свое местоположение, изменяя свои кинематические характеристики в зависимости от ориентировки полей напряжения, проектируясь вверх по разрезу и отражаясь на земной поверхности.

3. Тектонические движения на платформах для рельефообразующего и современного этапов развития в связи со слабовыраженной энергетикой характеризовались мало- и микроамплитудными перемещениями, усилия которых могли привести к активизации ослабленных зон за счет усталостных явлений и подвижности разделяемых ими блоков или структурных форм, облекаемых осадочным чехлом. То есть, если локальные поднятия поднимались и формировались сотни миллионов лет в течение палеотектонического или структурообразующего периода, то почему они не могли сохранить данную тенденцию в последующем – на рельефообразующем,

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
Preamble	5
Введение	6
I. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ДВИЖЕНИЙ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СТРУКТУРЫ ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА И НЕФТЕГАЗОВЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ	9
1.1. Краткие сведения о геомеханических процессах в осадочном чехле, вызванных палеотектоническими и современными движениями	9
1.2. Традиционные методы изучения современных тектонических движений	14
1.3. Новые дистанционные методы изучения современных движений	14
1.4. Традиционные методы изучения нефтегазовых резервуаров и решаемые задачи.....	20
1.5. Воздействие новейших и современных тектонических движений на резервуары	21
1.6. Воздействие современных техногенных движений на резервуары	26
1.7. Новые дистанционные методы изучения современных структурных, тепловых и гидрогеохимических процессов, сопровождающих активные мало- и микроамплитудные разрывные нарушения, осложняющие строение резервуаров	27

II. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕКТОГЕННЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ДВИЖЕНИЙ НА НЕОПОИСКОВАННЫХ ОБЪЕКТАХ, МЕСТОРОЖДЕНИЯХ УГЛЕВОДОРОДОВ И ПОДЗЕМНЫХ ХРАНИЛИЩАХ ГАЗА	33
2.1. Изучение современной тектонической активности неопоискованных локальных поднятий	34
2.2. Изучение современной тектонической активности месторождений нефти и газа, не введенных в разработку или находящихся в ее начальной стадии	44
2.3. Изучение современной активности разрабатываемых месторождений нефти и газа	51
2.4. Изучение подземных хранилищ газа и их современная тектонически и техногенно обусловленная активность.....	61
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	67
ЛИТЕРАТУРА	68
ПРИМЕЧАНИЕ.....	72