

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ РАЙОНА МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ГРИБНОЕ»

А.А. Панжин, И.Л. Озорнин
Институт горного дела УрО РАН, Екатеринбург

Актуальность постановки исследований геодинамической активности района нефтяного месторождения «Грибное» и закономерностей развития процесса сдвижения массива горных пород и земной поверхности при его разработке обусловлена, с одной стороны, требованиями ряда инструктивных документов, регламентирующих безопасность при недропользовании, с другой стороны – возрастающей частотой техногенных катастроф, спровоцированных интенсивным ростом масштабов добычи полезных ископаемых.

Общепризнанно, что один из наиболее значимых видов техногенного воздействия на недра связан с добычей нефти и газа. Разработка нефтяных и газовых месторождений и связанные с ними изменения пластового давления, различные виды антропогенного воздействия на залежь для повышения нефтеотдачи нарушают природное равновесное состояние недр, создавая предпосылки для возникновения сильных и в ряде случаев катастрофических природно-техногенных событий, деформаций земной поверхности, повреждений систем и объектов обустройства, в т.ч. скважин и коммуникаций.

Также одним из источников всех этих событий является современная геодинамическая активность массива горных пород и земной поверхности, проявляющаяся через широкий спектр трендовых и полигармоничных циклических современных движений, концентрирующихся в зонах структурных нарушений. При этом все аварийные и катастрофические ситуации, возникающие вследствие проявления геодинамической активности, могут быть разделены на два вида.

К первому виду следует отнести катастрофические ситуации, обусловленные игнорированием естественной геодинамической активности и закономерностей ее проявления. Ответственные сооружения помещаются на «живущие разломы» в земной коре без учета параметров взаимных перемещений смежных блоков. Вследствие чего появляются «необъяснимые» участки аномально повышенной аварийности, рвутся магистральные нефтегазопроводы на Урале (в районе г. Краснотурьинска), в Башкирии, под Ярославлем и в ряде других мест. Принятая система транспортировки нефти по сборочным и магистральным продуктопроводам создает специфичную самостоятельную

геосистему в виде протяженной сети трубопроводов. Сами трубопроводы не влияют существенно на состояние и поведение верхней части литосферы. Но их протяженность и разветвленность неизбежно влечет пересечение активных живущих разломов. В зависимости от параметров современных движений по этим разломам и условий пересечения, участки трубопроводов в районах активных живущих разломов приобретают аномальную аварийность.

Ко второму виду следует отнести аварии и катастрофы, обусловленные провоцирующим влиянием техногенной деятельности. В этом случае на ответственные и потенциально опасные объекты совместно действуют естественные современные движения и деформации и техногенные движения и деформации. Техногенное воздействие на земную кору сегодня достигло таких масштабов, что способно вызвать активные геодинамические явления даже в тех районах, которые отнесены к сейсмически неопасным.

Ближайшим практическим примером приуроченности разрывов трубопроводов к местам пересечения ими тектонических нарушений является Федоровское нефтяное месторождение. Из всей совокупности аварий за 1984–1993 гг., включающей 282 случая, не связанных с технологическими причинами, 135 мест порывов (47,5%) находятся на пересечениях трубопроводов с известными тектоническими нарушениями. Участков с двухкратным и более повторением порывов в общей выборке – 171, из них 89 (52%) приходятся на данные точки пересечения. С дальнейшим увеличением повторяемости аварий процент аварийных участков, расположенных в точках с тектоническими нарушениями, неуклонно возрастает и при пятикратной повторяемости достигает 81,3% (52 участка из 64).

Следовательно, решение проблемы предотвращения катастроф при добыче и транспортировке нефти на месторождении «Грибное» требует, прежде всего, изучения естественных деформационных процессов, протекающих в литосфере на участке месторождения. Далее, в соответствии с принципом суперпозиции необходимо выявить влияние техногенной деятельности, то есть выявить закономерности развития деформационных процессов, вызванных технологией добычи нефти. Суммарное деформационное поле и закономерности его развития во времени и на разных стадиях добычи определяют последствия взаимодействия обеих систем для охраняемых объектов.

Программа проведения мониторинга сдвижения земной поверхности и исследование параметров современной геодинамики при разработке нефтяного месторождения «Грибное» направлены на решение проблемы предотвращения катастрофических последствий, как для предприятия и всех находящихся на территории охраняемых объектов, так и для природной среды, и предусматривают оба последовательных этапа проведения необходимых научных исследований.

Деформационные процессы в массиве горных пород и на земной поверхности в области влияния разработки нефтяного месторождения «Грибное» определяют три основных фактора:

- современная геодинамическая активность района;
- техногенные деформации, вызванные разработкой месторождения;
- структура массива горных пород.

Проведенный Институтом горного дела УрО РАН комплекс исследований позволил сделать предварительную оценку всех трех факторов.

При обобщении фондовых материалов по разведке и начальному этапу разработки месторождения обоснована геомеханическая модель разработки месторождения, в соответствии с которой дана прогнозная оценка механизма развития процесса сдвижения и выявлены проблемы охраны сооружений. Установлено, что развитие процесса сдвижения будет происходить в условиях полной разработки с дискретным характером деформирования, представляющим опасность для охраняемых объектов. Выделены охраняемые объекты на земной поверхности и в массиве горных пород I, II и III категорий охраны. В соответствии с проблемами охраны объектов разработаны проект геодинамического полигона и методика проведения мониторинга, предусматривающие покрытие всей территории пунктами GPS-наблюдений и оборудование рабочих профильных линий на участках охраняемых объектов.

В 2007–2009 гг. была осуществлена практическая реализация проекта – произведен вынос его в натуру, заложены все пункты полигона, проведено три серии инструментальных наблюдений.

Выполненный анализ инструментальных наблюдений показал наличие техногенных деформаций, вызванных разработкой данного месторождения. По результатам наблюдений на месторождении получены величины горизонтальных и

вертикальных деформаций. Эти величины не превысили 3% от допустимых значений для объектов I категории охраны.

Результаты диагностики современной геодинамической активности свидетельствуют о достаточно высоком уровне короткопериодных циклических движений. Практика диагностики более чем на 20 объектах в различных регионах показала, что предельные амплитуды вертикальных смещений достигают 80–110 мм, а горизонтальных – 60–65 мм. Максимальные амплитуды, зафиксированные на экспериментальных участках нефтяного месторождения «Грибное», составляют 88 и 32 мм соответственно.

В пределах месторождения прослеживается устойчивая тенденция оседания земной поверхности. В общей картине вертикальных движений наблюдается подъем южной части месторождения с плавным оседанием северной его части.

Незначительные величины фиксируемых сдвижений и деформаций земной поверхности объясняются тем, что инструментальные наблюдения охватывают небольшой период времени (2 года), а также тем, что месторождение разрабатывается с заводнением, т.е. без интенсивного снижения пластового давления.

Геофизические исследования с применением спектрального зондирования, электроразведки и радонометрии выполнялись для выявления структурной неоднородности в массиве, характеризуемом геологической разведкой как относительно однородный. Эти исследования показали наличие в массиве горных пород структурных неоднородностей, обусловленных тектоникой района, что предопределяет дискретный характер деформирования данного массива, а также ступенчатости, представляющей опасность для охраняемых объектов.

Факт наличия техногенных смещений земной поверхности, современных движений и активных тектонических нарушений, выявленных в результате геофизических исследований, свидетельствует о необходимости дальнейшего мониторинга с целью контроля развивающихся деформаций на охраняемой территории и предотвращения катастрофических явлений.

Таким образом, выполненный комплекс исследований позволил получить общее представление о геодинамических процессах, происходящих на нефтяном месторождении «Грибное».