© А.Д. Сашурин, 2008

УДК 622.23.054.72

*А.Д. Сашурин*

# *ДИАГНОСТИКА ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ**

**Семинар № 11**

Череда трагедий с разрушениями ответственных общественных объектов с массовым пребыванием людей и многочисленными жертвами, происшедших в последние годы в России, Чехии, Швейцарии, Германии, стали привычной приметой современности. Не миновала эта чаша и горные предприятия:1986 год – затопление Березниковского калийного рудника № 3; 2003 год – затопление шахты Западной в Ростовской области; 2005 год – затопление Соколовского подземного рудника в Казахстане; 2006 год – затопление Березниковского калийного рудника № 1. Это наиболее крупные катастрофы среди других менее значительных аварий, завершавшихся относительно благополучно.

И каждый раз – растерянность и непонимание причин катастроф. Дежурные обвинения в ошибках проектировщиков, в нарушении технологии строительства и эксплуатации объектов, чаще всего, не могут рассматриваться серьезно, не раскрывают истинных причин, тем самым, не давая основы для предотвращения подобных катастрофических явлений.

В то же время, фундаментальные исследования современной геодинамики позволяют сделать вывод, что ключ к разгадке происходящих трагедий как на общественных ответственных объектах сложных конструкций, так и на горных предприятиях заключается в незнании природы современных геодинамических движений и механизма деформирования верхней части литосферы, вызывающего нештатное нагружение конструкций, непредусмотренное проектно- конструкторскими решениями.

Экспериментальными исследованиями, выполненными в последние годы уральской школой геомехаников, выявлены два вида современных геодинамических движений: трендовые и цикличные. На возникновение, развитие и проявление техногенных катастроф в сфере недропользования оказывают влияние оба вида современных геодинамических движений, придавая массиву горных пород и земной поверхности постоянную подвижность, которая выступает как естественная форма существования геологической среды.

Трендовые движения со значительными скоростями встречаются относительно редко и воздействуют на объекты непосредственно достигнутыми величинами смещений и деформаций. Величины трендовых смещений и вызванных ими деформаций на ряде исследованных объектов приведены в табл. 1.

Цикличные движения более распространены. Как следует из табл. 2, их ам-

*Работа выполнена при поддержке РФФИ и Совета по грантам Президента РФ.

Таблица 1

***Экспериментальные значения параметров современных длиннопериодных и трендовых геодинамических движений***

| **Исследуемый объект (вид наблюдений)** | **Вид движений** | **Максимальные смещения, мм** | | **Максимальные деформации, $1*10^{-3}$** | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **Горизонтальные** | **Вертикальные** | **Горизонтальные** | **Вертикальные** |
| 1. г. Ясный, Киембаевский карьер (периодические) | Цикличные длиннопериодные и трендовые | 335 | 113 | 0,06 | 0,04 |
| 2. г. Железногорск-Илимский, Коршуновский карьер (периодические) | Цикличные длиннопериодные и трендовые | 629 | 600 | 1,20 | 0,29 |
| 3. п. Сараны, Пермской обл., мониторинг положения радиорелейной мачты (периодические) | Цикличные длиннопериодные | 48 | 28 | 0,24 | 0,14 |
| 4. г. Хромтау, Казахстан, шахта Десятилетия Независимости Казахстана (периодические) | Трендовые | 231 | 74 | 0,85 | 0,14 |
| 5. г. Н. Тагил, территория города (периодические) | Цикличные длиннопериодные | 35 | - | - | - |
| 6. г. Екатеринбург территория города (периодические) | Цикличные длиннопериодные | 107 | - | - | - |

плитуды достигают 100-110 мм, в вертикальном направлении и 50-65 мм в горизонтальном.

Цикличные короткопериодные современные геодинамические движения, имея непродолжительные циклы от нескольких секунд, нескольких минут, до часа и более, оказывают неоднозначное негативное воздействие на объекты недропользования, созданные в зоне геодинамически активных тектонических нарушений. Во-первых, на объекты действуют непосредственные смещения и вызванные ими деформации, достигающие на исследованных объектах по наклону $2{,}5\cdot10^{-3}$, по растяжениям-сжатиям $1{,}5\cdot10^{-3}$. Во-вторых, цикличные нагружения с количеством циклов до 10000-500000 в год могут вызвать в конструкциях объекта недропользования усталостные разрушения. И, наконец, в-третьих, цикличные смещения и изменения нагрузок в породах тектонических нарушений, дезинтегриро-ванных изначально по своему генезису, поддерживают проявление элементов тиксотропии, существенно снижающих прочностные и деформационные свойства пород и, как следствие, вызывающих неравномерные оседания и деформирование объектов недропользования.

Таким образом, объекты недропользования, оказавшиеся в зоне геодинамически активных тектонических нарушений, подвергаются комплексу геомеханических воздействий,

Таблица 2

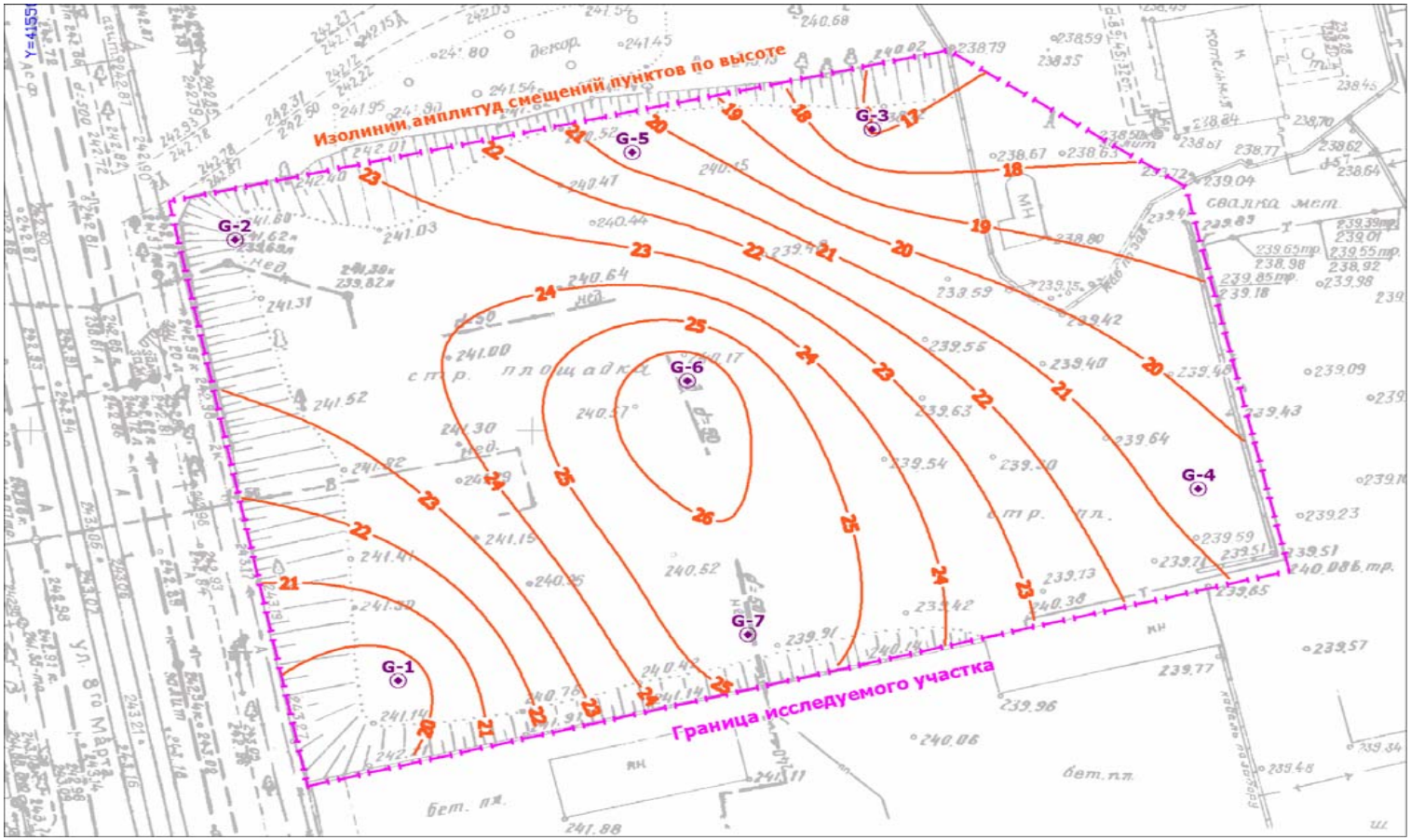
***Экспериментальные значения параметров современных цикличных короткопериодных геодинамических движений***

| **Исследуемый объект (вид наблюдений)** | **Вид движений** | **Максимальные смещения, мм** | | **Максимальные деформации, $1*10^{-3}$** | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **Горизонтальные** | **Вертикальные** | **Горизонтальные** | **Вертикальные** |
| 1. г. Сургут, аварийный участок нефтепровода (непрерывные) | Цикличные короткопериодные | 47 | 108 | 1,17 | 2,69 |
| 2. г. Сургут, аварийные участки подземного канализационного коллектора (непрерывные) | Цикличные короткопериодные | 57 | 92 | 1,03 | 1,46 |
| 3. г. Каменск-Уральский, активизация карстовых провалов в жилой зоне (непрерывные) | Цикличные короткопериодные | 8 | 22 | 0,08 | 0,37 |
| 4. г. Еманжелинск, активизация карстовых провалов под газопроводом Бухара-Урал (непрерывные) | Цикличные короткопериодные | 38 | 63 | 0,18 | 0,17 |
| 5. г. Хромтау, Казахстан, шахта Десятилетия Независимости Казахстана (непрерывные) | Цикличные короткопериодные | 15 | 31 | 0,09 | 0,22 |
| 6. г. Н.Тагил, шахта Магнетитовая, процесс сдвижения (непрерывные) | Цикличные короткопериодные | 8 | 33 | 0,98 | 0.16 |
| 7. г. Н. Тагил шахта Естюнинская, процесс сдвижения (непрерывные) | Цикличные короткопериодные | 28 | 61 | 0,16 | 0,36 |
| 8. г. Екатеринбург изыскания под высотное здание | Цикличные короткопериодные | 20 | 27 | 0,16 | 0,28 |

вызванных трендовыми и цикличными короткопериодными современными геодинамическими движениями. На сегодняшнем этапе исследований трудно разделить роль тех и других движений. Последствия их воздействия и приоритеты в развитии катастроф в каждом конкретном случае будут зависеть от конструктивных особенностей объекта и параметров движений. В связи с этим, для обеспечения безопасности объектов недропользования требуется оценить уровень геодинамической активности тектонических нарушений, степень трансформации прочностных и деформационных свойств слагающих их пород.

Следовательно, для обеспечения безопасности объектов недропользования необходимо провести диагностику

геодинамической активности участка, в процессе которой должны




***Амплитуды вертикальных смещений короткопериодных современных геодинамических движений на участке застройки высотного офисно-гостиничного комплекса в г.Екатеринбурге***

быть получены данные о тектоническом строении, параметрах современных геодинамических движений и состоянии пород в зонах активных тектонических нарушений.

Диагностика участков недропользования проводится в три последовательных этапа. На первом этапе оценивается укрупненное тектоническое строение массива горных пород. Обычно оно осуществляется на основе фондовых геологических материалов или с использованием аэрофотоснимков и космических снимков.

Второй этап диагностики направлен на детализацию тектонического строения массива горных пород, определение точного положения тектонических нарушений, их размеров, состояния слагающих пород. Для этих целей используются геофизические методы: исследование распределения эманации радона; электроразведка в различных вариантах; спектральное сейсмопрофилирование; георадарное зондирование.

На третьем этапе определяются параметры современных геодинамических движений в зонах тектонических нарушений, выявленных исследованиями первых двух этапов. Для этой цели используются технологии спутниковой геодезии GPS в вариантах непрерывных и периодических наблюдений за цикличными и трендовыми современными геодинамическими движениями.

Выполненный комплекс исследований по диагностике геодинамической активности участков недропользования позволяет выделить потенциально опасные зоны, нормировать ожидаемые дополнительные нагрузки на конструкции объектов, необходимые для принятия мер по предупреждению их нарушения.

Предупреждение техногенных катастроф на территориях с геодинамически активными тектоническими нарушениями осуществляется двумя путями: оптимизацией размещения объектов относительно тектонических нарушений; конструктивным исполнением объектов, обеспечивающим им устойчивость в процессе воздействия геодинамических движений на участке размещения.

На рисунке представлен пример диагностики вертикальных короткопериодных геодинамических движений на участке застройки высотного гостинично-офисного комплекса в г. Екатеринбурге. Полученные амплитуды цикличных вертикальных движений, имеющих продолжительность циклов в пределах 1,0 – 1,5 часов, рекомендовано учесть в конструкции фундамента.

Таким образом, проведение диагностики геодинамической активности участков недропользования на всех этапах – от изысканий до эксплуатации объектов – позволяет:

- выявить потенциально опасные по фактору геодинамической активности участки осваиваемой территории;
- определить параметры трендовых и цикличных короткопериодных современных геодинамических движений, воздействию которых будут подвергаться сооружения:
- принять меры к предотвращению катастрофических явлений путем оптимизации размещения объекта по отношению к геодинамически активным тектоническим нарушениям или конструктивного его исполнения. ГИАБ

## *Коротко об авторах*

*Сашурин А.Д.* – ИГД УрО РАН.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 11 симпозиума «Неделя горняка-2007».
Рецензент д-р техн. наук, проф. *И.М. Петухов.*