

# МИКРОГЕОДИНАМИКА – ОСНОВНОЙ ФАКТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**Хромов А.Н.**

Донецкий национальный технический университет

Кафедра ПииЭГ

[khromov@rambler.ru](mailto:khromov@rambler.ru)

## **Abstract**

*A.N. Khromov. Microgeodynamic – major factor of ecological safety. There is a considerable number of hydraulic structures located in Ukraine. In case of hydraulic structures products get into the mountain environment, polluting ground water. Mountain water contaminated with hydraulic structures products can be quite often found as far as dozens kilometers away from its source. Ukraine therefore faces a very acute problem of determining and predicting the migration paths of ground water with this products.*

Многие виды промышленных жидких отходов складированы в шламо-хвостохранилищах, традиционно размещаемых в овражно-балочной системе рельефа местности. В большинстве случаев промышленные отходы являются токсичными и биологически опасными. Поэтому, основное требование к накопителям жидких промышленных отходов - их изоляция от окружающей среды. [1] Практически, грунтовые воды вокруг шламонакопителей содержат токсичные вещества, во много раз превышающие ПДК. Возникают вопросы: 1) почему, при соблюдении всех норм и требований (СНиП, ДБН), построенные шламо-хвостохранилища не отвечают одному из основных требований - изоляции отходов от окружающей среды; 2) возможно ли изменить создавшее положение с загрязнением грунтовых вод на существующих сооружениях; 3) от чего зависит устойчивость и изменение устойчивости гидротехнических сооружений при их эксплуатации? Эти вопросы появились из-за нашего недопонимания геологических, в частности, геодинамических и гидрогеологических процессов, протекающих в массивах горных пород.

Гидрогеологические процессы - фильтрация естественных вод через породы основания накопителей жидких отходов и фильтрация техногенных вод через породы основания и грунты тела плотины (дамбы) являются основной причиной загрязнения окружающей геологической среды [2]. Водонасыщение грунтов и фильтрация

грунтовых вод (естественных и техногенных) зависит от структуры грунтов (пористость, трещиноватость), которая в свою очередь, помимо вещественных характеристик грунтов, определяется геодинамическим состоянием массива горных пород. Принято считать, что в однородных геоструктурах естественный режим грунтовых вод, как правило, носит устойчивый, долговременный характер, а распространение техногенных вод вокруг шламо-хвостохранилищ относительно равномерное, в виде ореола растекания [2]. В расчетах прочности принимается, что грунты дамбы (плотины) структурно однородные. Расчет прочности производится по усредненным значениям физико-механических свойств грунтов, определяемых точечными пробами керна скважин[1].

Однако результаты исследований распространения естественных и техногенных вод в окрестностях шламо-хвостохранилищ (ОАО "Ориана" г.Калуш, ОАО "Лиссода" г.Лисичанск, Объединенное ОХХ г.Алмалык, Узбекистан и др. [3,4,5]) свидетельствует, что подземная гидросфера неоднородная по своему строению. При повсеместном распространении грунтовых вод в однородных структурах выделяются зоны повышенной фильтрации. Они приурочены, в основном, к геодинамическим зонам (ГДЗ) [4,5]. Фильтрационный режим грунтовых вод зависит от геологических, в частности, геодинамических процессов земной коры. Кроме того, структурно-тектоническое строение дамбы (плотины) неоднородное. Тело дамбы (плотины) пересекают различно-ориентированные системы трещин отрыва, как на скрытой стадии развития, так и визуально проявленные, в виде разрывов сплошности грунтов, образовании уступов, провалов.

Основными природными закономерностями, влияющими на устойчивость и фильтрацию дамб (плотин) шламо-хвостохранилищ, являются:

1. Многоуровневое зонально-блоковое строение Земной коры, определяемое линейными и площадными различно-активными геодинамическими структурами [4].

2. Ритмическая (циклическая) активность геодинамических структур, зависящая как от эндогенной ритмики Земли, так и внешней, космической ритмики, в частности, лунно-солнечных приливных вариаций. Активность геодинамических зон не менее чем на порядок выше активности геодинамических блоков.

3. Приуроченность, как правило, к ГДЗ фильтрационных потоков и областей резкого изменения рельефа земной поверхности (овраги, обрывы...) [4,7]. Неравномерная во времени и зависящая от геодинамической активности массива горных пород основания шламонакопителя интенсивность фильтрации грунтовых вод

(естественных и техногенных) через грунты дамб (плотин)

4. Существенное влияние на устойчивость существующих и строящихся сооружений геологических процессов [1]. Передача в ГДЗ деформаций и тектонических напряжений горных пород основания сооружений насыпным грунтам дамб (плотин) [4,5,8]. Зависимость устойчивости сооружений от геодинамического состояния массива горных пород основания сооружения, характеризуемое плотностью распространения, размерами и активностью ГДЗ.

На устойчивость дамб (плотин) оказывают влияние геодинамические зоны, соизмеримые с их размерами. Ими являются ГДЗ V, VI уровня (по В.В.Кюнцелю) имеющие размеры: ширина зон 20-100м, протяженность от сотни метров до первых километров, частота распространения на профилях 100-400м.

Основой предлагаемой концепции является понятие геодинамической зоны, как структурного элемента земной коры [4].

**Геодинамические зоны** - структурные элементы горного массива, с локально измененным напряженно-деформированным состоянием горных пород на границах тектонических (геодинамических) блоков. ГДЗ в горном массиве проявляются дезинтеграцией пород, локальным изменением тектонической и литологической структуры пород и сопровождаются аномалиями физических полей, а на земной поверхности проявляются линеаментами (фрагментарно или полностью). "С энергетических позиций ГДЗ являются областями истечения (стока) энергии" (энергостокковые зоны) [9].

В горном массиве, в зависимости от интенсивности и масштаба тектонических напряжений, характера деформаций, проявляется **три типа ГДЗ** :

**тип I** - зоны аномального проявления напряженно-деформационного состояния горных пород на макро уровне (разрывы, трещины, складки), состоят из 3 областей: центральной (разрыва сплошности пород), средней (трещиноватости и складчатости), внешней (аномального изменения физико-механических свойств пород);

**тип II** - зоны аномального проявления напряженно-деформационного состояния горных пород на микро уровне, состоят из 2 областей: центральной (трещиноватости и складчатости) и внешней (аномального изменения физико-механических свойств пород);

**тип III** - зоны аномального проявления тектонических напряжений и физико-механических свойств горных пород без деформаций.

В результате естественных процессов уплотнения грунтов плотины (дамбы),

появляются параллельные оси сооружения трещины отрыва на скрытой стадии развития ("полосы разгрузок" по Соболеву Е.Г. [8]). Такие процессы, зависящие от конкретных физико-механических свойств пород и протекающие в направлении поддержания равновесного состояния грунтов тела дамбы, характеризуют нормальные деформационные процессы. Образующиеся техногенные ГДЗ (трещины отрыва), не представляют опасности при эксплуатации сооружения.

Над ГДЗ массива горных пород, в результате постоянно протекающих геодинамических процессов, происходит разуплотнение насыпных грунтов гидротехнических сооружений с образованием нескольких разнонаправленных систем трещин отрыва (полос разгрузки) на скрытой стадии развития, разделяя тело дамбы (плотины) на блоки. Образуются зоны разуплотнения грунтов тела дамбы (плотины), появляются участки сосредоточенной фильтрации техногенных вод, в которых, при определенных условиях, происходит разрушение сооружения. Фильтрация техногенных вод через тело дамбы (плотины) неравномерная в пространстве и во времени, определяется геодинамическим состоянием и тектоническим строением массива горных пород. При продолжительных фильтрационных процессах происходит аварийный разрыв дамбы (плотины). Разрушение дамбы наиболее вероятно в узлах пересечения трещин отрыва[8].

Лабораторное изучение проб, отобранных в геодинамических зонах, подтверждают протекание геодинамических процессов, основными результатами которых являются: усиление фильтрации вод, образование карста, трещин и аномалий физических полей, низкий выход керна при бурении скважин. Необходимо отметить, что даже в сильно нарушенной зоне с низким выходом керна зачастую отбираются для лабораторных исследований монолиты. Эти пробы никаким образом не могут характеризовать общее физико-техническое состояние сооружения в районе отбора пробы.

За пределами шламо-хвостохранилищ техногенные воды, соединяясь с естественными водами, местами выходя на поверхность, мигрируют по узким протяженным зонам (геодинамическим) на большие расстояния. Например, геофизическими исследованиями обнаружены техногенные и естественно-техногенные грунтовые воды за пределами хвостохранилища Алмалыкского ГОКа (Узбекистан) на расстоянии более 5 км в виде потоков шириной до 100м, фильтрующих по геодинамическим зонам [5].

Выявленные закономерности распространения ГДЗ позволяют объективно

оценивать экологическое состояние геологической среды вокруг шламохвостохранилищ, а при выборе площадей под строительство новых сооружений - проектировать их с минимальным негативным воздействием на окружающую среду. Отборы проб для определения состава грунтовых вод, физико-механических свойств грунтов, экологический мониторинг необходимо производить с учетом геодинамического строения - в ГДЗ.

Данные инженерной геофизики являются и должны восприниматься проектировщиками и эксплуатационниками как основной источник информации о состоянии объекта и при прогнозе его состояния. Геофизические методы дают объемную информацию о массиве, позволяют оценить весь объем в целом и отдельные его части с любой необходимой детальностью. Это производится без бурения скважин и дорогостоящих лабораторных испытаний. Любые изменения состояния сооружений и грунтов оснований сооружений сопровождаются изменениями параметров геофизических полей. Параметры геофизических полей в геодинамических зонах изменяются аномально (особенно в период структурных изменений материала сооружений и грунтов оснований сооружений, в частности, при их разрушении) и надежно фиксируются современными высокочувствительными геофизическими приборами. Технологии и методики проведения полевых геофизических измерений обеспечивают обнаружение любого изменения состояния сооружения и горного массива на любой стадии развития процессов, в том числе стадии зарождения. Для визуального обнаружения признаки зарождения трещин и микро деформаций недоступны. Поэтому такая стадия условно называется "скрытой стадией". Режимные (повторные) геофизические наблюдения позволяют с высокой достоверностью изучать динамику таких процессов и обоснованно прогнозировать их развитие.

Существующая методика инженерно-геологических работ (бурение, отбор образцов и их исследование) не обладает рассмотренными возможностями. Во-первых, при любой густоте скважин информация имеет точечный характер. Во-вторых, образцы не могут в полной мере отражать состояние всего изучаемого объема, особенно при низком проценте выхода керна, что характерно для геодинамических зон. А самое главное, при случайном расположении скважин зачастую не выявляются геодинамические зоны, особенно участки геодинамических зон с развитием процессов деформации на скрытой стадии (микро уровень развития трещиноватости). Это не позволяет достоверно устанавливать степень устойчивости сооружения, поскольку при определении устойчивости необходимо руководствоваться наиболее слабыми

элементами сооружений, т.е. физико-механическими свойствами грунтов геодинамических зон.

Изложенное позволяет утверждать, что при исследовании объектов необходимо вначале выполнить объемные и площадные геофизические наблюдения, а в обнаруженных геодинамических зонах изучать физико-механические свойства насыпных грунтов и коренных пород. В этих случаях все исследования являются заверочными и проводятся в соответствии с требованиями нормативных документов.

Основное требование при проектировании дамбы (плотины) - строить их в однородных геодинамических блоках. При наличии геодинамических зон в массиве горных пород дамбы (плотины) должны пересекать их под прямым углом. Все геодинамически активные зоны массива горных пород и их местоположение в теле дамбы (плотины) паспортизируются и являются объектами укрепления при их строительстве и первоочередными объектами контроля при эксплуатации [10]. Для защиты геологической среды от загрязнения потоками техногенных вод из функционирующих шламо-хвостохранилищ рекомендуется ставить противодиффузионные завесы на ГДЗ.

Оценка и прогноз техногенно-экологической безопасности гидротехнических сооружений основывается на площадном и объемном изучении структурно-геодинамического состояния и строения горного массива основания и тела сооружения и обеспечивается комплексом площадных геолого-геофизических исследований (методика ОАО "УкрНТЭК") [3,4,5,8].

### ***Литература***

1. Основания гидротехнических сооружений СНиП 2.02.02 - 85, М. 1986.
2. И.К. Гавич. Гидрогеодинамика: учебник для вузов. - М.: Недра. 1988 - 349
3. Соболев Е.Г., Кривенко В.А., Вербин В.П. Опыт применения комплекса геофизических методов для выявления путей фильтрации грунтовых вод.// Горный журнал 1989, №4 с.57-60.
4. Савченко О.В., Рябоштан Ю.С. Горный массив и сооружения: методы контроля и прогноза состояния.// Тез. докл. межд. научн.-техн. конф. "Проблемы гидрогеомеханики в горном деле и строительстве", Киев, 1996, часть 1, с.69.
5. Соболев Е.Г., Воевода Б.И., Савченко О.В. и др. Влияние геодинамических процессов на возникновение и развитие аварийно-опасных участков на дамбах (плотинах) водо-, шламо- и хвостохранилищ.// Тез. докл. VI межд. НТК. "Экология

промышленного региона", г.Донецк, 1995 с.19.

6.Спивак А.А. Контроль механической устойчивости локальных участков земной коры при захоронении радиоактивных отходов// Геоэкология, 1997 №1, с. 12-22.

7.Николаев Н.И. Новейшая тектоника и геодинамика литосферы. - М.: Недра, 1988 - 491 с.:ил.

8.Патент Украины № 17905А, G01R 33/02, E21C 39/00. Магнитодинамический способ определения изменений напряженного состояния дамб (плотин). Соколов Е.Г. (Украина). - № 95052443, Заявл. 22.05.95. Опубл. 03.06.97.

9.Кюнцель В.В. Энергостокковые зоны и их экологическое воздействие на биосферу// Геоэкология, 1996 №3 с. 93-100.

10.Савченко О.В. "Пропозиції до Державної програми по запобіганню втрати стійкості промислових та цивільних споруд на полях шахт та кар'єрів, що експлуатуються та ліквідуються. Тез. докл. наук.-техн. конф. "Основні напрями забезпечення безпеки населення та стійкості функціонування господарства України при загрозі виникнення природних та техногенних катастроф", Київ, 1996, с.72-73.