



MARKSHADING AND GEODESIC MONITORING OF SAFE CONDITION OF TAIL DUMP DAMS

Sayyidkosimov S.S.

Doctor of Technical Sciences, DcS,

Professor of the Department of Mine Surveying and Geodesy,

SAYYIDJABBAR@yandex.ru,

Rakhimova M.Kh.

Doctoral Student of the Department "MD and G",

Tashkent State Technical University named after Islam Karimov

muxlisa.xasanovna @ gmail.com

Khakberdiev M.R.

Doctoral Student of the Department "MD and G",

Tashkent State Technical University named after Islam Karimov

zafarzafar2066 @ gmail.com

Annotation

Analysis and generalization of the experience in the construction and operation of tailings dams of concentrating factories shows that at the present stage of development of the mining industry, one of the aspects of the problem is the task of organizing a comprehensive monitoring of alluvial enclosing structures for the entire period of their construction and operation. The essence of this article is to use the results of mine surveying and geodesic instrumental observations of deformation processes occurring in the body of dams and on the surface of tailing dumps slopes to assess and predict their stability.

Keywords: dam, tailing dumps, deformations, mine surveying and geodesic monitoring, dam stability, safety.

Аннотация

Анализ и обобщение опыта строительства и эксплуатации дамб хвостохранилищ обогатительных фабрик показывает, что на современном этапе развития горнодобывающей промышленности одним из аспектов проблемы является задача организации всестороннего мониторинга намывных ограждающих сооружений на весь срок их строительства и эксплуатации. Суть данной статьи заключается в использовании результатов маркшейдерско-геодезических



инструментальных наблюдений за деформационными процессами, происходящих в теле дамб и на поверхности откосов хвостохранилищ с целью оценки и прогноза их устойчивости.

Annotatsiya

Boyitish fabrikalarining chiqindi saqlovchi omborlarini qurish va ulardan foydalanish tajribasini tahlil qilish va umumlashtirish shuni ko'rsatadiki, konchilik sanoati rivojlanishining hozirgi bosqichida muammoli jihatlaridan biri to'g'onlarni qurish va ishlatishning butun davri mobaynida uning kompleks monitoringini tashkil etish vazifasidir. Ushbu maqolaning mohiyati quyuq chiqindi saqlovchi ombor to'g'onlarning tanasi va yon devorlarida yuz beradigan deformatsiya jarayonlarini aniqlash bo'yicha marksheyderlik-geodezik instrumental kuzatish natijalaridan foydalanib, ularning ustuvorligini baholash va prognoz qilishdir.

Ключевые слова: дамба, хвостохранилище, деформация, маркшейдерско-геодезический мониторинг, устойчивость дамб, безопасность.

Kalitso'zlar: tog'on, suyuq chiqindi saqlovchi ombor, deformatsiya, marksheyderlik-geodezik monitoring, tog'on ustuvorligi, xavfsizlik.

Введение. В нашей стране и за рубежом в широких масштабах осуществляется строительство специальных намывных гидротехнических сооружений — хвостохранилищ, для складирования отходов горного-обогажительного производства, эксплуатация которых требует обеспечения и соблюдения строгого технологического контроля, невыполнение которого приводит к серьёзным авариям и даже катастрофам.

Только во второй половине XX века серьёзные аварии дамб хвостохранилищ имели место на нескольких горных предприятиях: Хинганском ГОКе (Хабаровский край), Сорском ГОКе (Хакасия), Качканарском ГОКе (Свердловская область).





Например, в 2009 году в результате перенаполнения Карамкенского хвостохранилища в Магаданской области произошёл прорыв ограждающей дамбы. Возникший селевый поток затопил посёлок. Случаются трагедии и национального масштаба, как при прорыве дамбы в Тренто в 1985 году, где число жертв среди населения достигло 268 человек. Прорыв дамбы хвостохранилища на горе Маунт Полли в Канаде (2014 год) и на горнодобывающем предприятии Samarco в Бразилии (2015 год) показали, что управление рисками не следует воспринимать как нечто само собой разумеющееся.



Рисунок. 1.

Хвостохранилище Синаикоба в
процессе строительства и по его
окончании

В связи с этим рациональное использование хвостохранилищ является неотъемлемой частью корпоративной операционной стратегии и стратегии управления рисками [1]. Хвостохранилища опасны для природы и человека, разрушение ограждающих гидротехнических сооружений (дамб, плотин) хвостохранилищ приводит к катастрофическим последствиям. Поэтому Государственным Комитетом по промышленной безопасности РУз разрабатываются мероприятия по совершенствованию эксплуатации рассматриваемых объектов и улучшению контроля за ними, включая лицензирование эксплуатации, разработку нормативных документов, обучение персонала, проведение НИР [9].

Опасности хвостохранилищ для окружающей среды: загрязнение подземных и поверхностных вод, атмосферного воздуха за счёт пыления, земель через ветровой унос пыли и через инфильтрацию из подземных водоносных горизонтов [16].



Опасности хвостохранилищ для человека: загрязнение источников питьевого водоснабжения; использование загрязнённой воды для орошения и полива; вдыхание пыли от хвостохранилищ; использование загрязнённых растительных продуктов сельского хозяйства; выпас скота на загрязнённых землях и получение загрязнённых продуктов животноводства.

Основные мероприятия по безопасности хвостохранилищ должны быть направлены на минимизацию ущерба, от разрушения, от фильтрационных потерь и от пыления [16].

На хвостохранилищах, содержащих вещества 1,2 и 3 классов опасности должны быть разработаны и утверждены «Декларации по безопасности». На намывных хвостохранилищах, содержащих вещества 1,2 и 3 классов опасности, после первых 5-ти лет работы и не реже, чем через 10 м наращивания дамбы должна быть проведена проверка на устойчивость дамбы и физико-механические характеристики «хвостов» на соответствие требованиям проекта [7]. Отстоявшаяся вода должна подвергаться очистке и сбрасываться в местные водоёмы или возвращается на обогатительную фабрику для технологических нужд. Должна быть разработана и внедрена система мониторинга, как на состояние дамб, так и на влияние хвостохранилищ на окружающую среду.

Одно из неперемennых условий безопасности хвостохранилищ – технологическое соблюдение баланса между объемом поступления хвостовых вод в отстойный пруд и возвратом осветленных вод в технологический процесс (разумеется, с учетом количества атмосферных осадков и объема испарения). Система оборотного водоснабжения должна полностью исключить сброс дебалансных вод из хвостохранилища [6,12].

В работе по ограничению воздействий хвостохранилищ на окружающую среду и человека важную роль должны играть службы локального и регионального мониторинга окружающей среды [1]. Эти службы, вооруженные современной измерительной техникой и приборами контроля, должны оперативно оповещать население обо всех случаях приближения параметров окружающей среды к опасному уровню. Также необходимо более углубленное изучение здоровья населения во всех близлежащих населенных пунктах.

В силу того, что хвостохранилища имеют большую открытую поверхность (десятки и сотни тысяч квадратных метров), сложенную мелкодисперсным пылящим материалом с различной крупностью частиц (пески, илы), оно является мощным приземным источником неорганизованного поступления токсических загрязнителей в окружающую среду [15]. Следует учитывать, что примерно половина сдуваемой с поверхности хвостохранилища пыли выпадает на довольно



узкой полосе земли, примыкающей к хвостохранилищу и ограждающей дамбе и имеющей на разных хвостохранилищах ширину от 100 до 200 м.

Самая неблагоприятная экологическая ситуация может сложиться при аварии на хвостохранилище, связанной с прорывом ограждающей дамбы. Известны лишь единичные случаи такого рода аварий, которые происходили из-за отсутствия должного опыта сооружения хвостохранилищ [10,13]. Почти все эти аварийные ситуации были связаны с овражно-балочными хвостохранилищами, расположенными в горной местности, на довольно круто падающих склонах. Одной из провоцирующих аварийную ситуацию причин переполнение чаши хвостохранилища (4 октября 2010 года, в районе города Айка, Венгрия) при обильном снеготаянии в горах, бурных ливневых потоках, когда нагорные отводные каналы не справлялись со своими функциями.

Ликвидация таких аварий обычно связана с остановкой производства, проведением дорогостоящих земляных работ по восстановлению дамбы, ее укреплению, очистке загрязненных площадей от излившейся пульпы и возвращению ее в хвостохранилище. Для предотвращения подобных аварий на хвостохранилищах, где потенциально существует опасность таких аварий, ниже по рельефу сооружают еще одну «страховочную» дамбу из местного грунта для перехвата возможного прорыва основной дамбы.

В законе Республики Узбекистан "О безопасности гидротехнических сооружений" отмечаются следующие обязанности эксплуатирующей организации по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений [2]:

- обеспечивать соблюдение норм и правил безопасности гидротехнических сооружений при их строительстве, вводе в эксплуатацию, эксплуатации, ремонте, реконструкции, консервации, выводе из эксплуатации и ликвидации;
- обеспечивать контроль (мониторинг) за состоянием гидротехнического сооружения, природными и техногенными воздействиями на него, производить оценку безопасности гидротехнического сооружения с учетом его работы в каскаде, вредных воздействий в результате хозяйственной и иной деятельности;
- обеспечивать разработку и своевременное уточнение критериев безопасности гидротехнического сооружения;
- развивать системы контроля за состоянием гидротехнического сооружения;
- систематически анализировать причины снижения безопасности гидротехнического сооружения и своевременно осуществлять разработку и реализацию мер по обеспечению технически исправного состояния сооружения и её безопасности, а также по предотвращению аварии гидротехнического сооружения.



Для обеспечения нормальной безаварийной эксплуатации сооружений и оперативной оценки их состояния в течение всего срока их эксплуатации должны вестись натурные наблюдения. На гидротехнических сооружениях натурные наблюдения должны быть организованы и проводиться от начала их строительства. Натурные наблюдения за ограждающими сооружениями 1, 2 и 3 классов, а также 4 класса высотой больше 15 м должны включать инструментальный контроль с использованием установленной в них контрольно-измерительной аппаратур [3,5].

На основе анализа результатов натурных наблюдений и происходящих в сооружении процессов, заданные изначально состав и периодичность инструментальных наблюдений, могут быть изменены эксплуатирующей организацией по согласованию с проектной организацией. По результатам наблюдений издается распоряжение на устранение выявленных отступлений от проекта, подписанное техническим руководителем организации [9].

Таким образом, на первое место в плане обеспечения безопасности хвостохранилищ встаёт решение вопроса о разработке методики контроля и оценки их устойчивости, включающих интерпретацию полученных результатов и прогноз состояния ограждающего сооружения.

Методы и достижения. В рамках настоящей работы предлагается для контроля и оценки устойчивости дамб хвостохранилищ использовать результаты систематических инструментальных маркшейдерско-геодезических наблюдений, которые отражают влияние многих факторов, обуславливающих устойчивость дамбы [4,11,14]. В наших условиях объектом исследования являются — дамбы хвостохранилищ обогатительных фабрик Алмалыкского горно-металлургического комбината, процессы деформации, происходящие в теле дамб и на поверхности откосов хвостохранилищ Медно-обогатительной фабрики (МОФ). С целью определения и устранения деформации, нами были проведены наблюдения в теле и за пределами дамбы по установленным реперам и их пунктам [13]. С целью слежения за стабильностью положения и состояния дамбы объединенного хвостохранилища (ОХХ) МОФ и МОФ-2 был разработан проект маркшейдерско-геодезических работ, включающий в себя: плановое и высотное обоснование.

Для определения стабильности положения и состояния дамбы объединённого хвостохранилища было принято решение производить наблюдения, как при помощи спутниковых технологий, так и классическими методами. Проект планового обоснования, включающий в себя 13 пунктов плановой сети,



расположенных на дамбе хвостохранилища и 8 пунктов, расположенных вне дамбы, на твёрдом грунте, свободном от влияния действия возможных деформаций. Помимо этого, в сеть были включены имеющиеся в районе дамбы скважины [6,8]. Была запроектирована сеть в виде геодезических засечек проф. Дурнева, включающая в себя ход полигонометрии 1 разряда, состоящий из 13 пунктов, в своём начале и конце опирающийся на опорные пункты, координаты которых были получены из спутниковых наблюдений (рис.2). Координаты данных пунктов определялись как с помощью GNSS, так и классическими методами [3,14]. Наблюдения проводились с традиционными методами (нивелирование III класса по точкам GPS) и с помощью спутникового позиционирования. Спутниковые измерения выполнены статическим методом, математическая обработка результатов спутниковых измерений выполнена с использованием программного обеспечения Leica SKI, версия 2,3.

Для производства угловых и линейных измерений был использован электронный тахеометр Leica TS07 (имеющий среднюю квадратическую погрешность измерения горизонтальных углов 5" и 1мм при линейных измерений на 1 км) и спутниковый приемник Leica Viva GS15.

Координаты пунктов, определённых методом линейно-угловой засечки вычислялись из решения прямых геодезических задач.

Высотное положение реперов определялось из проложения ходов нивелирования III класса. При этом наблюдения выполнялись при помощи цифрового нивелира Leica DNA03 (0,3 мм на один километр двойного хода при измерениях на инварную рейку, 1,0 мм по стандартной рейке и 2,0 мм при оптических измерениях). Нивелирование производилось в прямом и обратном направлениях с соблюдением допусков. Допустимая высотная невязка хода не должна превышать $10\sqrt{L}$ [3,6].

В конечном результате окончательные значения координат принимаются из совместной обработки значений, полученных из засечек и спутниковых измерений, что значительно повышает точность их определения. Определены координат пунктов по 1 циклу и полученные результаты сравнивались с координатами ранее известных точек (рис. 3).



Рисунок 2. Схема расположения рабочих реперов, расположенных на дамбе и близлежащей территории, для проведения наблюдательных работ

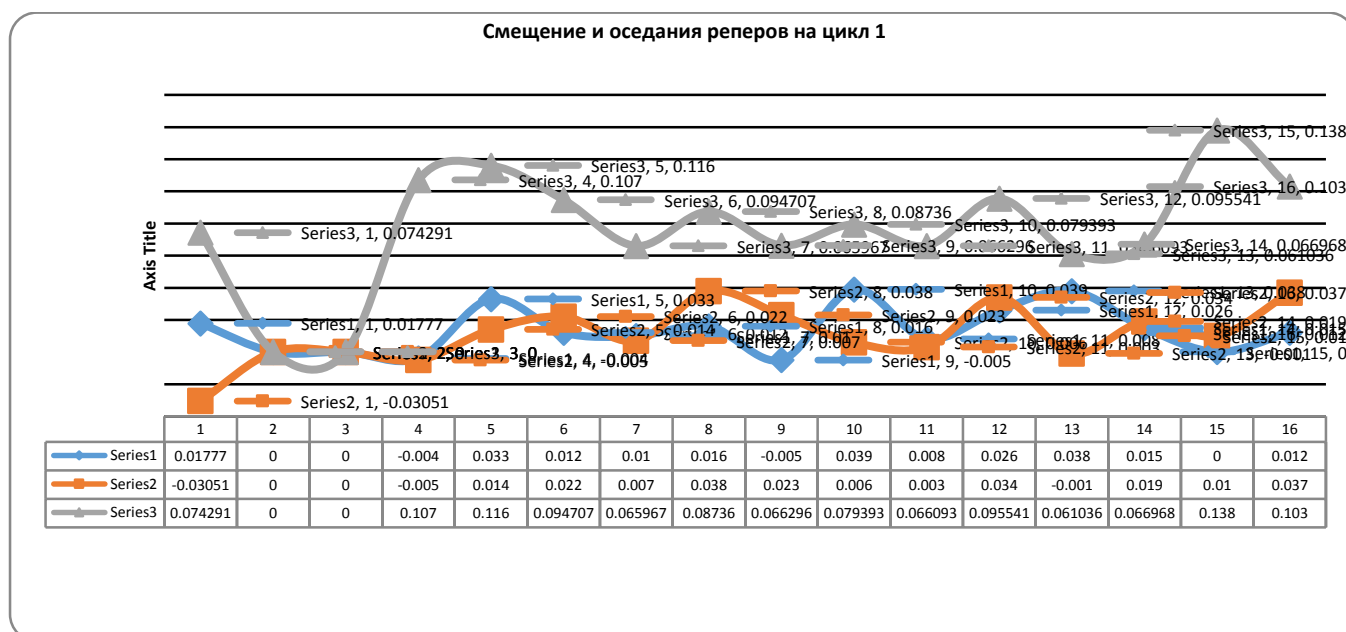


Рисунок 3. График смещений и оседаний реперов, полученных при сравнении результатов с координатами ранее известных пунктов

Выводы и рекомендации.

По результатам наблюдений нами рекомендуется:

1. Наблюдения должны быть продолжены с цикличностью 2 раза в год.
2. При проведении наблюдений должны быть охвачены несколько дополнительных реперов по створам, в пределах их расположения, интенсивных деформационных процессов.



3. Необходимо более равномерное и своевременное проведение работ предусмотренных календарным графиком. Нарушения их приводит не всегда к определенным действиям по поиску альтернативных приемов в работе, а иногда просто к потере необходимой информации из-за несвоевременного проведения измерений в полевых условиях.

Методы исследований включают анализ и обобщение отечественного и зарубежного опыта, маркшейдерско-геодезические инструментальные наблюдения за деформационными процессами и разработка комплексного расчетно-инструментального методе оценки устойчивости хвостохранилище МОФ.

Литература:

1. Бесимбаева О.Г. Прогнозирование устойчивости ограждающих дамб золоотвалов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Казахстан. Караганда, 2010. стр. 10-11,33.
2. Закон Республики Узбекистан. О безопасности гидротехнических сооружений. 20.08.1999 г., № 826-I.
3. Инструкция по производству маркшейдерских работ.-М., Недра, 1987.
4. Научно-технический отчет на тему «Разработка комплексной методики оценки и прогноза состояния ОХХ АГМК и подкомандных ему территорий». ТашГТУ, 2006.
5. Низаметдинов Ф.К., Бесимбаев О.Г., Долгоносков В.Н. Устойчивость насыпных гидротехнических сооружений. – Казахстан. Караганда, КарГТУ, 2013.
6. Отчет «1610-03-Т2. Расчетное обоснование устойчивости низового откоса ограждающих сооружений хвостохранилища МОФ (Объединенного хвостового хозяйства) Алмалыкского ГМК при наращивании до отм. 510 м», ОАО ГИДРОПРОЕКТ. – Ташкент. 2004 г.
7. Певзнер М.Е., Иофис Н.А., Попов В.Н. Геомеханика. – М.: МГУ, 2005 438 с.
8. Плотины из грунтовых материалов СНиП 2.06.05-84* – М. 1991.
9. Правила «О безопасности работ при эксплуатации хвостовых хозяйств». [Зарегистрирован Министерством юстиции Республики Узбекистан 31 мая 2006 г. № 1577].
- 10.Рахимов В.Р., Лебедева А.А., Афлятунов Ф.Ф. Некоторые вопросы геомеханики при эксплуатации хвостохранилищ Т., УзССР, 1978.
- 11.Рахимова М.Х., Худайбердиев Ф.Т. Оценка устойчивости откосов дамб хвостохранилищ по результатам маркшейдерских наблюдений. // Сборник научных статей. Международная научно-техинческая конференция “Проблемы и



пути инновационного развития горно-металлургической отрасли". Часть-1. - Ташкент: ТГТУ, 2014. 253-257 с.

12. Рахимова М.Х. Определение и анализ деформационных процессов гидротехнических сооружений (на примере дамбы хвостохранилища АГМК). // Сборник научных статей Международной научно-технической конференции "Ресурсопроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр, Москва (Россия)-Бишкек (Кыргызстан)" - Бишкек: 2015.

13. Рахимова М.Х. Анализ маркшейдерско-геодезических инструментальных наблюдений за состоянием горнотехнических сооружений. //Республиканская научно-техническая конференция, "Горно-металлургический комплекс: достижения, проблемы и перспективы инновационного развития". – Навои, 2016 г. с. 87-88.

14.РТМ по применению геодезических спутниковых приемников при создании и реконструкции сетей сгущения (ГККИНП-01-014-98).-Т., Узгеодезкадастр, 1998.

15.Яковлев В. Н. Контроль и оценка устойчивости откосов дамб хвостохранилищ по результатам маркшейдерских наблюдений. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Екатеринбург, 2002.- 129 с.

16. Шматков Г.Г. НПП «Центр экологического аудита и чистых технологий», Украина, Днепропетровск, 2004.

СВЕДЕНИЯ АВТОРОВ ДЛЯ УЧАСТИЯ В КОНФЕРЕНЦИИ

Ф.И.О.Саййидкосимов Саййиджаббар Саййидкасымович.

Должность, научная степен, научное звание, наименование организации: DcS, профессор кафедры «Маркшейдерского дела и геодезии», ТашГТУ.

Название доклада: Маркшейдерско-геодезический мониторинг безопасного состояния дамб хвостохранилищ.

Телефон: +998933605006

E-mail:SAYYIDJABBAR@yandex.ru

Направление конференции: Секция 2. Перспективы и проблемы обеспечения промышленной безопасности и охраны труда в промышленных объектах.

СВЕДЕНИЯ АВТОРОВ ДЛЯ УЧАСТИЯ В КОНФЕРЕНЦИИ

Ф.И.О.Рахимова Мухлиса Хасановна.

Должность, научная степен, научное звание, наименование организации: докторант кафедры «Маркшейдерского дела и геодезии», ТашГТУ.

Название доклада: Маркшейдерско-геодезический мониторинг безопасного состояния дамб хвостохранилищ.



Телефон: +998946439990

E-mail: muxlisa.xasanovna@gmail.com

Направление конференции: Секция 2. Перспективы и проблемы обеспечения промышленной безопасности и охраны труда в промышленных объектах.

СВЕДЕНИЯ АВТОРОВ ДЛЯ УЧАСТИЯ В КОНФЕРЕНЦИИ

Ф.И.О. Хакбердиев Музаффар Рустамкул ўғли.

Должность, научная степень, научное звание, наименование организации: докторант кафедры «Маркшейдерского дела и геодезии», ТашГТУ.

Название доклада: Маркшейдерско-геодезический мониторинг безопасного состояния дамб хвостохранилищ.

Телефон: +998946372066

E-mail: zafarzafar2066@gmail.com

Направление конференции: Секция 2. Перспективы и проблемы обеспечения промышленной безопасности и охраны труда в промышленных объектах.