

## ГЕОДЕЗИЧЕСКО-МАРКШЕЙДЕРСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ С ЦЕЛЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ДАМБ ХВОСТОХРАНИЛИЩ МОФ АГМК ПО ХАРАКТЕРУ ПРОТЕКАНИЯ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

**Рахимова Мухлиса Хасановна,  
Казаков Азиз Нигманович,  
Шамсиева Насиба Маматкуловна,  
Хакбердиев Музаффар Рустамкул ўғли,  
ТашГТУ, г.Ташкент, Узбекистан**

*Обеспечение устойчивости плотины дамб хвостохранилищ обогатительных фабрик является одной из актуальных проблем горнодобывающей промышленности. В связи с ежегодным увеличением объема жидких отходов концентраторов в хвостохранилищах, ее статическое и динамическое воздействие на плотину значительно возрастает, что приводит к быстрому развитию деформаций в теле плотины. Особое значение в их изучении имеют методы маркишейдерских наблюдений. Разработка рекомендаций по современным методам маркишейдерских наблюдений, включая современные маркишейдерско-геодезические измерительные приборы, обеспечение устойчивости плотины в результате обработки результатов наблюдений с помощью современных программ с высокой степенью точности, создает возможность поиска решений проблемных вопросов.*

*Суть данной статьи заключается в использовании результатов маркишейдерских инструментальных наблюдений за деформационными процессами, происходящие в теле дамб и на поверхности откосов хвостохранилищ для оценки и прогноза их устойчивости, обработки и анализа результатов наблюдений методами математической статистики для разработки предложения обеспечения устойчивости дамб.*

*Целью исследования основана на наблюдении за устойчивостью хвостохранилища на обогатительной фабрике Алмалыкского горно-металлургического комбината в Ташкентской области, наблюдении за текущими и возможными геомеханическими процессами в его стенах и создании модели натяжения грунта. В статье использован комплексный метод научных исследований, математическое моделирование поведения объекта исследований; сопоставление теоретических результатов с результатами фактических и маркишейдерских наблюдений, авторами разработана зависимость проложения низового откоса дамбы для предварительного выбора предельной высоты откоса.*

**Ключевые слова:** хвостохранилища, маркиейдерское наблюдение, устойчивость дамб, намывная дамба, насыпная дамба, профиль, дуга скольжения, зависимость заложения дамбы относительно ее высоты, график депрессии.

*Ensuring the stability of the dam dams of tailings of processing plants is one of the urgent problems of the mining industry. Due to the annual increase in the volume of liquid waste from concentrators in tailings, its static and dynamic impact on the dam increases significantly, which leads to the rapid development of deformations in the body of the dam. Of particular importance in their study are the methods of mine surveying. The development of recommendations on modern methods of surveying observations, including modern surveying and geodetic measuring devices, ensuring the stability of the dam as a result of processing the observation results using modern programs with a high degree of accuracy, creates the possibility of finding solutions to problematic issues.*

*The essence of this article is to use the results of surveying instrumental observations of deformation processes occurring in the body of dams and on the surface of slopes of tailings for assessing and predicting their stability, processing and analyzing the results of observations using mathematical statistics methods to develop a proposal to ensure the stability of dams.*

*The aim of the study is based on monitoring the stability of the tailings at the beneficiation plant of the Almalyk mining and metallurgical plant in the Tashkent region, monitoring current and possible geomechanical processes in its walls and creating a model of soil tension. The article used a complex method of research, mathematical modelling of behaviour of object of research; comparing the theoretical results with the results of actual and surveying observations, the authors developed the dependence of laying the bottom slope of the dam for a preliminary choice of the maximum slope height.*

**Key words:** tailings, surveying observation, the stability of dams, alluvial dam, bulk dam, profile, slip arc, the dependence of the dam on its height, the graph of depression.

В нашей стране и за рубежом в широких масштабах осуществляется строительство специальных намывных гидротехнических сооружений — хвостохранилищ, для складирования отходов процесса обогащения полезного ископаемого, эксплуатация которых требует обеспечения и соблюдения строгого технологического контроля, невыполнение которого приводит к серьезным авариям и даже катастрофам [13].

Перед горно-металлургической отраслью стоит задача сведения к нулю числа смертельных случаев и масштабных катастроф. В связи с этим рациональное использование хвостохранилищ является неотъемлемой частью корпоративной операционной стратегии и стратегии управления рисками [13].

В отсутствие надлежащего управления хвостохранилища оказывают в первую очередь, разрушительное воздействие на окружающую среду и могут угрожать здоровью и безопасности, поскольку загрязнения от сточных вод и пылевых выбросов потенциально токсичны для человека, животных и растений, во вторых внеплановые экономические расходы. Этот вред многократно умножается в случае физического повреждения хвостохранилища. Наводнение с отходами из хвостохранилищ и горных отвалов может стать причиной тяжелого загрязнения окружающей среды и даже привести к человеческим жертвам.

В принятом Законе Республики Узбекистан «О безопасности гидротехнических сооружений» предусмотрено: обеспечивать контроль (мониторинг) за состоянием гидротехнического сооружения, природными и техногенными воздействиями на него; обеспечивать разработку и своевременное уточнение критериев безопасности гидротехнического сооружения; развивать системы контроля за состоянием гидротехнического сооружения; обеспечивать проведение регулярных обследований гидротехнического сооружения; создавать материальные резервы, предназначенные для ликвидации аварии гидротехнического сооружения [2].

Устойчивость дамб хвостохранилищ определяется комплексом инженерно-геологических, гидрогеологических и техногенных факторов, из которых наибольшее влияние оказывают следующие: физико-механические характеристики грунтов и хвостов; технология возведения и эксплуатации сооружения; характер основания; гидродинамические, гидростатические, сейсмические и динамические силы, действующие на сооружение; технология возведения и эксплуатации дамбы. [13].

При расчетах следует использовать методы, удовлетворяющие условиям равновесия призмы обрушения и ее элементов в предельном состоянии и учитывающие напряженное состояние сооружения и его основания. Применительно к конкретным геологическим условиям и конструкции

плотины могут быть использованы при соответствующем обосновании проверенные практикой упрощенные методы расчета[1].

В наших условиях объектом исследования являются — дамбы хвостохранилищ обогатительных фабрик АГМК, процессы деформации, происходящие в теле дамб и на поверхности откосов хвостохранилищ МОФ.



Съемка поверхности дамб ОХХ с высоты 787 м (6.09.2013 г)

### Краткая характеристика изученности МОФ ОХХ.

Хвостохранилище Объединенного хвостового хозяйства образовано перегораживанием пониженного участка местности пионерской дамбой с последующим ее наращиванием *намывным* способом. Основные параметры дамбы приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметр	Значение
Площадь, м <sup>2</sup>	20 · 10 <sup>6</sup>
Отметки местности, м	420- 520
Длина разделительной дамбы, м	550
Проектная отметка заполнения, м	510
Интенсивность роста при круговом намыве, м/год (Отметка 510 м м.б. достигнута К 2028 году)	1.2-1.5
Ветровая нагрузка (до 25м/с- 7 дней/год), кг/см <sup>2</sup>	38
Снеговая нагрузка, кг/м	50
Глубина промерзания, м	0.8

Ранние площадки Объединенного хвостохранилищабылиинженерно-геологические исследованияспециализированными и организациями, как

ПНИИС (г.Москва, 1970), Средзніпроцветмет (1977),  
Механобринжиниринг, ОНІЛ механики и устойчивости ХХ СПбГТУ (1992).

По данным Механобр [4]строение основания площадки  
хвостохранилища показано в табл. 3, свойства тела дамбы и параметры  
намыва приведены в табл.4 и 5.

Таблица 3

Покрытие площадки хвостохранилища

Порода	Мощность, м	Влажн., %	В водонасыщении			
			Угол вн. тр. °	Сцепл., кг/см <sup>2</sup>	Мод. деф., кг/см <sup>2</sup>	К-т фитт., м/сут
Лессовидные суглинки	3-43	4.5-17.3	23-26	015-0.225	89-465	0.11-0.43
Дресвяно-щебенч. грунт	2-5					
Галечник	До 15 м					3-27

Таблица 4

Характеристики пород тела дамбы<sup>1</sup>

Порода <sup>2</sup>	$\rho_s$ , г/см <sup>3</sup>	$\rho_d$ , г/см <sup>3</sup>	e	$k_f$ , см/с	$\phi^\circ$	c, кг/см <sup>2</sup>	Залегание
Пески средние	2.73-2.81	1.38-1.68	0.78-0.98	0.002-0.001	30	0	Верх разреза
Пески мелкие	2.59-2.8	1.34-1.54	0.79-0.95	0.008-0.0004	31.5	0	Под мелкими
Пески тонкие	2.7-2.8	1.42-1.72	0.6-0.97	0.004	30	0.04	Низ разреза
Суглинки ЛВ	2.69-2.76	1.27-1.32	1.07-1.15		26 <sup>1</sup>	0	Вне ХХ

<sup>1</sup>- Изучалась *незначительная* часть пляжа хвостохранилища, примыкающая к внешнему откосу намывной дамбы. Отсутствуют сведения о составе и ФМ свойствах грунтов *замоченного и просевшего* основания. После *замачивания* суглинки имеют свойства нарушенной структуры  $\phi=26^\circ$ ,  $c=0$ . Не нарушенные  $\phi=27.75^\circ$ .

<sup>2</sup>- Принятые в таблице обозначения.

$\rho_s$ -плотность минеральной части.  $\rho_d$ -плотность сухого грунта.

e- кт пористости.  $k_f$ - к-т фильтрации.

$\phi$ - угол внутреннего трения. c- сцепление.

Таблица 5

Параметры намыва дамбы<sup>1</sup>

Параметр	Значение	Прочее
По проекту- расход пульпы <sup>2</sup> на намыв, м <sup>3</sup> /час	8274/2068	ХХ МОФ/ХХ СОФ
Высота, м	3-5	
Ширина по гребню, м	10.5	
Нагребание бульдозером откоса низа	1:5-5.9	Дамбочки обвалования
Шаг размещения пульповодов по длине дамбы, м	20/10	ХХ МОФ/ХХ СОФ

<sup>1</sup>-Положение кривой депрессии в намываемом сооружении регулярно определяется по замеру уровня воды в пьезометрах, установленных по проекту на пионерной дамбе и бэрмах намывного низового откоса.

<sup>2</sup>- Расход пульпы, поступающей в хвостохранилище МОФ2 к 2000 г возрастал до 15000 м<sup>3</sup>/час.



По данным **Гидропроект**[5]:

- Класс ограждающих сооружений 1.
- Расчетная сейсмичность площадки хвостохранилища 8 баллов.
- Категория грунта основания по сейсмичности- 3.
- Относительная ширина отсека  $R/b = 200$
- Относительный центр тяжести откоса = 0.4000

Расчеты были выполнены для ФМ и деформационных характеристик грунтов насыпи и основания (см. табл.6), определенных по результатам проведенных исследований (отчет № 1610-T1).

Таблица 6

Расчетные характеристики грунтов насыпи и основания на ПК 181.

Слой грунта		Vs, м/с	Деформац. свойства		Объемный вес, т/м <sup>3</sup>		Прочностные свойства	
№	Название		E, т/м <sup>2</sup>	$\nu$	Естеств.	В- насыщ	tgφ	C, т/м <sup>2</sup>
1,3	Суглинки основания		600	0.38	1.57	1.98	0.4	1.5
2	Супесь основания		600	0.38	1.78	1.99	0.4	1.5
4	Песок тела плотины	290	2000	0.3	1.82	1.85	0.6	0

**Методика.** Научная работа основывалась на значениях, полученных в результате маркшейдерско-геодезических наблюдений; в результате которых создана математическая модель прочности стен неустойчивых дамб, склонных к деформациям, на основе специального программного обеспечения; была изучена устойчивость высота плотины, относительно ее проложения низового откоса (фундамента); в результате была разработана взаимосвязь, в которой высота откоса плотины могла быть определена отношением их проложением длины фундамента.

Расчет устойчивости (табл.7) производился по программе *Gruntus* (разработка С.-ПбГТУ). Используется метод *круглоцилиндрической* поверхности скольжения и формула *Терцаги*[12]. Сейсмическая сила учитывалась по методу Р.Р.Чугуева – поворот сооружения на соответствующий коэффициенту сейсмичности угол  $\theta$ .

Для каждой расчетной отметки рассмотрены 4 варианта *положений прудка*: (и кривых депрессии- не приведены)  $L_{пл}=0, 200, 300, 500$  м. Расчеты выполнены с учетом сейсмичности 8 ( $\theta=4^{\circ}20'$ ) и 9 ( $\theta=8^{\circ}30'$ ) баллов.

Таблица 7

Результаты при сейсмике 8 баллов [1]

Фабрика	Отм., м гребня	Высота	Класс сооружения и нормат. к-ты запаса <sup>1</sup> по типу основания <sup>2</sup>				Расстояние от гребня дамбы до уреза воды, м			
			Тип Б		Тип В		0	200	300	500
МОФ	510	75	2	1.14	1	1.18	0.96	1.17	1.21	1.24
	490	55	2	1.14	1	1.18	1.05	1.3	1.33	1.34
	470	35	2	1.14	2	1.14	1.39	1.54	1.59	1.62
	486	29	2	1.14	2	1.14	1.0	1.42	-	-

<sup>1</sup>-К-ты запаса для особого сочетания нагрузок по СНИП 2.06.05-84.

<sup>2</sup>-По СНИП 2.06.01-86: Основание типа Б- грунты песчаные, крупнообломочные, глинистые в твердом и полутвердом состоянии. Основание типа В- глинистые водонасыщенные грунты в пластичном состоянии.

По результатам расчета устойчивости сделаны выводы. На отм.490 и 510 м для расстояния от гребня до уреза воды д.б. выполнено:  $L \geq 200$  м, при этом дамба МОФ устойчива только до отм. 476 м, которая достигнута в 2012 г.

Анализ табл. 3,4,7 показывает, что изученность прочности грунтов недостаточна: в основании дамбы изучены только суглинки, а для намывных песков принято нулевое сцепление, что противоречит наличию в реальных профилях откосов, крутизна которых превышает угол внутреннего трения намывных песков (напр. рис. 3, точки 8-9). Исследованиями ТГТУ [7] показано, что при таких данных конечная высота дамбы уменьшается на 3 м от проектной при оценке по методу К. Терцаги. Для уменьшения условностей оценки устойчивость дамбы в данной работе она выполняется не по среднему «плоскому» профилю, а по реальному профилю методом К.Терцаги на действие особого сочетания нагрузок – с учетом сейсмичности.

### Расчеты. Проверка устойчивости исходного откоса ( $m=5, H=75$ м).

**Результаты.** Коэффициент  $m$  – это отношение высоты к его длине горизонтали (горизонтального проложения, длине основания). Расчет коэффициента устойчивости откоса выполняется по программе [10], реализующей расчеты устойчивости грунтового откоса с учетом действия сейсмических сил по СНИП 2-А.12-62 и с использованием 3-х методов дискретизации области сдвига: Г.Крея (метод точен и рекомендован межведомственной комиссией Госстроя), К.Терцаги (для откосов с  $m > 2.5$  приводит к занижению  $k_{min}$ ), Р.Чугаева. Согласно СНИП [9] критерием



устойчивости плотины является величина коэффициента устойчивости, определяемая по выражению:

$$k_s = \frac{R}{F} \geq \frac{\gamma_n \gamma_{fc}}{\gamma_c}$$

где: R – расчетное значение обобщенной *несущей способности* системы «сооружение-основание»;

F – расчетное значение обобщенного *силового воздействия*;

( $\gamma_c, \gamma_n, \gamma_{fc}$ ) – коэффициенты надежности соответственно по: *методу* расчета, *классу* сооружения, *сочетанию* нагрузок, определяемые там же:  $\gamma_n=1.25$  (1-й класс сооружения),  $\gamma_{fc}=1.0$  (основное сочетание нагрузок),  $\gamma_{fc}=0.9$  (особое сочетание нагрузок),  $\gamma_c=0.95$  (упрощенный метод).

Следовательно, *нормативное* значение коэффициента устойчивости соответственно для основного и особого сочетания нагрузок определится из:

$$\frac{\gamma_n \gamma_{fc}}{\gamma_c} = \frac{1.25 \cdot 1.0}{0.95} = 1.316. \quad \frac{\gamma_n \gamma_{fc}}{\gamma_c} = \frac{1.25 \cdot 0.9}{0.95} = 1.184.$$

Характерные точки профилей откосов, кривой депрессии, грунтов приняты из чертежей.

На чертежах определены два вида грунтов: намывные пески и суглинки основания, табл.9. Первичная дамба отнесена к основанию.

Таблица 9

Характеристики грунтов:

№ п/п	$G_{сух}, \text{т/м}^3$	$G_{нас}, \text{т/м}^3$	$\rho, \text{°}$	$C, \text{т/м}^2$
1	1.82	1.85	30.96	0.00
2	1.57	1.98	21.80	1.50

Схема расположения профилей показана на схематично на рис. 1, а реальное строение профилей на 18.12.2019[14] приведено на рис. 2 и 3 [13] и результаты расчетов приведены в табл. 10 - 15.

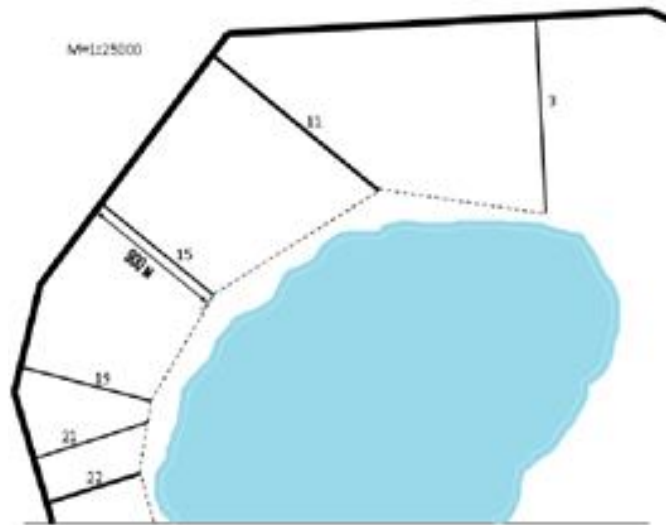


Рис. 1. Схема расположения профилей МОФ на 18.19.2019 (плановый вид)

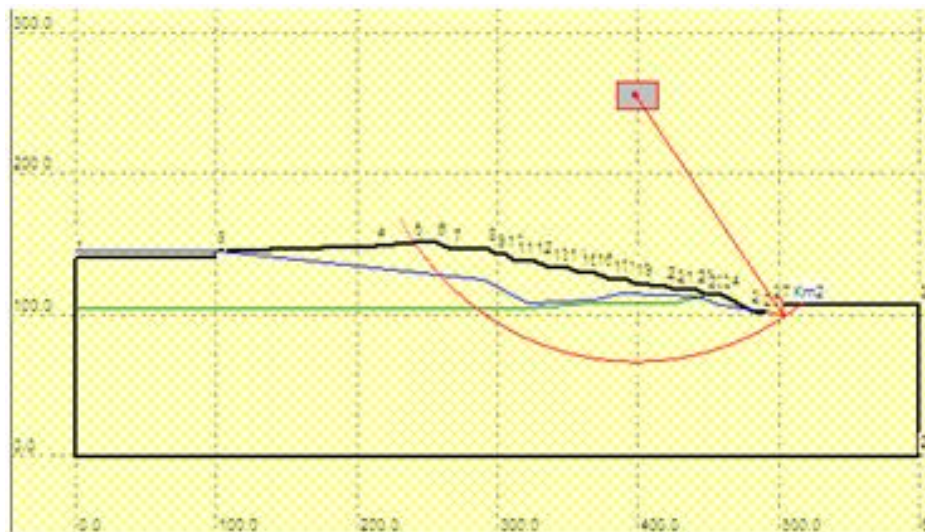


Рис.2. Расчетная схема профиля 11 по Терцаги

Таблица 10

Координаты точек откоса профиля 11:

№ пп	X, [м]	Y, [м]	№ пп	X, [м]	Y, [м]
1	0.00	140.00	16	369.80	129.00
2	99.00	140.00	17	381.30	125.20
3	100.00	145.00	18	392.50	125.20
4	213.50	148.60	19	397.60	122.40
5	240.00	151.60	20	420.00	120.40
6	257.00	151.60	21	427.70	117.50

7	267.00	146.00	22	442.00	117.20
8	293.00	147.00	23	449.00	113.40
9	299.00	142.60	24	460.00	113.40
10	306.00	142.60	25	480.50	102.80
11	313.00	137.80	26	488.00	100.60
12	326.00	137.80	27	495.00	106.40
13	338.00	133.00	28	600.00	106.40
14	350.00	133.00	29	600.00	0.00
15	358.30	129.00	30	0.00	0.00

Таблица 11

Координаты точек кривой депрессии профиля 11

№ пп	X, [м]	Y, [м]	№ пп	X, [м]	Y, [м]
1	0.00	145.00	6	388.50	115.00
2	100.50	145.00	7	441.00	112.60
3	290.50	124.20	8	458.00	107.00
4	321.50	108.00	9	480.50	102.80
5	369.00	110.40	10	490.70	102.80

Таблица 12

Координаты точек границы грунтов профиля 11

№ пп	X, [м]	Y, [м]	№ пп	X, [м]	Y, [м]
1	0.00	104.40	5	366.00	108.00
2	266.80	104.40	6	421.00	108.00
3	321.00	104.80	7	426.00	107.80
4	336.50	106.00	8	449.00	113.40

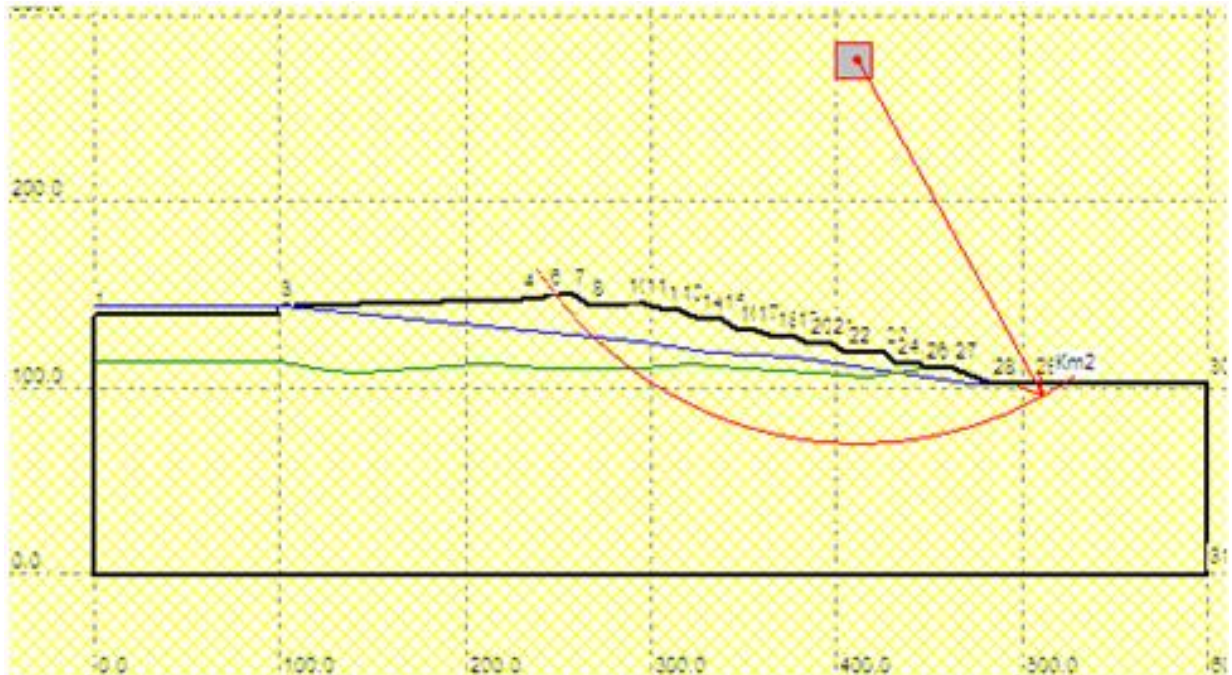


Рис.3. Расчетная схема профиля 22 по Терцаги

Таблица 13

Координаты точек откоса профиля 22

№ пп	X, [м]	Y, [м]	№ пп	X, [м]	Y, [м]	№ пп	X, [м]	Y, [м]
1	0.00	139.00	12	308.00	141.40	23	425.50	118.60
2	99.00	139.00	13	316.00	141.60	24	432.50	113.20
3	100.00	143.60	14	326.50	137.00	25	445.50	113.20
4	230.50	147.60	15	337.80	137.00	26	448.00	110.40
5	242.50	148.40	16	346.30	131.20	27	463.00	110.40
6	245.00	149.80	17	356.50	131.20	28	484.00	101.80
7	257.50	149.80	18	366.60	127.20	29	506.50	101.50
8	268.00	144.00	19	378.00	127.20	30	600.00	101.50
9	285.00	144.40	20	385.50	123.60	31	600.00	0.00
10	287.00	145.20	21	397.00	123.60	32	0.00	0.00
11	296.00	145.20	22	405.00	118.60			

Таблица 14

Координаты точек кривой депрессии профиля 22

№ пп	X, [м]	Y, [м]	№ пп	X, [м]	Y, [м]
1	0.00	143.60	5	377.00	116.20
2	100.00	143.60	6	472.50	102.40
3	294.50	125.20	7	484.00	101.80
4	332.50	119.00	8	0.00	0.00

Таблица 15

Координаты точек границы грунтов профиля 22

№ пп	X, [м]	Y, [м]	№ пп	X, [м]	Y, [м]
1	0.00	113.80	13	245.00	109.80
2	100.00	113.80	14	251.00	109.80
3	126.50	109.40	15	260.00	110.40
4	141.50	108.40	16	275.00	110.40
5	145.00	108.20	17	294.00	110.00
6	149.00	108.20	18	322.50	112.40
7	153.00	108.60	19	333.00	112.00
8	156.50	109.60	20	367.00	109.60
9	176.00	110.00	21	390.00	107.60
10	207.00	112.20	22	416.00	105.00
11	216.00	112.40	23	448.00	110.40
12	227.00	111.80	24	0.00	0.00

**Анализ расчетов.** Оценка устойчивости профиля выполнялась путем многократных шагов перебора значений следующих параметров: координат области центров (X, Y), радиусов дуг скольжения (R), числа точек разбиения для (X, Y, R). При этом даже значительное изменение названных параметров давало только некоторое изменение коэффициента запаса устойчивости **K**. Принимались, а затем уточнялись параметры, соответствующие минимуму  $K_{min}$ . В табл. 16 – 19 приведены параметры итогового шага.

Таблица 16

Область центров профиля 11

Наименование	X, [м]	Y, [м]	R, [м]
Min. значения	385.00	245.00	170.00
Max значения	415.00	265.00	290.00
Кольво точек	17	15	45

Таблица 17

Итоги расчета по методу К.Терцаги профиля 11

№ пп	$K_{min}$	$R_{min}$ , [м]	$X_{min}$ , [м]	$Y_{min}$ , [м]
1	1.4041509	170.00	398.13	245.00
45	99.0000000	290.00	385.00	245.00
Мин.	1.3847386	189.09	398.13	255.00

Таблица 18

Область центров профиля 22

Наименование	X, [м]	Y, [м]	R, [м]
--------------	--------	--------	--------



Min. значения	400.00	265.00	205.00
Max значения	420.00	285.00	235.00
Кол-во точек	15	15	30

Таблица 19

Итоги расчета по методу К.Терцаги профиля 22

№ пп	Kmin	Rmin, [м]	Xmin, [м]	Ymin, [м]
1	1.2472837	205.00	410.00	273.57
30	1.3129538	235.00	414.29	285.00
Мин.	1.2465735	206.03	411.43	276.43

В табл. 20 приведено сравнение нормативного значения  $K_n$  (коэффициент устойчивости) и рассчитанного для профилей.

При этом устойчивость обеих профилей обеспечена, но для профиля 22 она значительно снижена (юго-западная часть хвостохранилища МОФ), т.к. этот профиль имеет менее благоприятный для устойчивости график депрессии (рис. 2 и 3). В напорной части дуги скольжения (прим. до вертикали 400 м) линия депрессии у профиля 22 выше, чем у профиля 11 и значит больше тяжелой-влажной массы. Этот факт тем более интересен, что крутизна полного профиля 22 ниже, чем у профиля 11, табл.21.

Таблица 20

Анализ устойчивости профилей

$K_n$	$K_{11}$	$K_{22}$
1.184	1.385	1.247

Таблица 21

Расчет крутизны (обратно  $m$ ) по точкам профиля

№ реперов	Профиль 11				Профиль 22				Профиль 22 локально					
	X	Y	m	1/m	№ реперов	X	Y	m	1/m	№ реперов	X	Y	m	1/m
6	257	151.6	4.58	0.218	7	257.5	149.8	4.72	0.212	11	296	145.2	4.33	0.231
25	480.5	102.8			28	484	101.8			28	484	101.8		

Особенности строения профиля 22 таковы, что его локальная зона (рис.4, табл. 22,23) имеет еще меньшую устойчивость, чем показано в табл. 20 ( $K_{22л}=1.222$ ). Это объясняется большей крутизной локальной зоны (0.231), чем всего профиля 22 (0.212). Отметим, что значение  $K_{22л}$  выше нормативного всего на 3.2%.



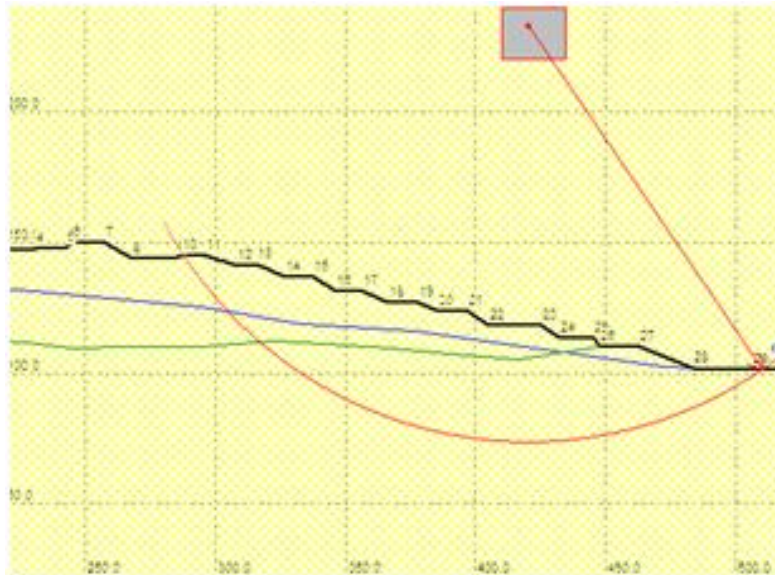


Рис.4. Локальная зона профиля 22 повышенной крутизны

Таблица 22

Область центров профиля 22Л

Наименование	X, [м]	Y, [м]	R, [м]
Min. значения	410.00	220.00	130.00
Max значения	435.00	240.00	200.00
Кол-во точек	15	15	25

Таблица 23

Итоги расчета по методу КТерцаги профиля 22Л

№ пп	$K_{min}$	$R_{min}$ , [м]	$X_{min}$ , [м]	$Y_{min}$ , [м]
1	1.3273093	130.00	433.21	220.00
25	1.3219689	200.00	411.79	240.00
Мин.	1.2221196	159.17	420.71	232.86

В табл. 24 определены некоторые важные параметры профилей

Таблица 24

Важные параметры профилей

Параметр	Величина
Высота профиля 11, м	48.8
Высота профиля 22, м	48.0
Высота локальной зоны профиля 22Л, м	43.4
Коэффициент проложения откоса $m$ профиля 11, м	4.58

Коэффициент проложения откоса $m$ профиля 22, м	4.72
Коэффициент проложения откоса $m$ профиля 22Л, м	4.33
Проложение от верхней бровки до уреза воды профиля 11, м	157.0
Проложение от верхней бровки до уреза воды профиля 22, м	157.5
Проложение от верхней бровки до границы напорной зоны профиля 11, м	141.1
Проложение от верхней бровки до границы напорной зоны профиля 22, м	153.9
Проложение от локальной верхней бровки до границы напорной зоны профиля 22Л, м	124.7

### **Выводы:**

-Выполнено исследование устойчивости двух профилей дамбы ОХХ высотой 68-69 м по состоянию на 18.12.2019. Устойчивость дамбы на данный момент обеспечена.

-Установлено, что устойчивость профиля в большей степени зависит от снижения уровня депрессии в напорной части дуги скольжения, чем от снижения крутизны откоса дамбы. В связи с этим для повышения устойчивости дамбы можно рекомендовать создание фильтрующих водоотводов в напорной зоне дуги скольжения внутри тела дамбы.

-Не рекомендуется отвалообразование, при котором возникают локальные зоны повышенной крутизны.

-Условность прочностных характеристик грунтов основания и плотины в значительной степени сохраняется по сей день.

### **Список литературы:**

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-І.
3. Низаметдинов Ф.К., Бесимбаев О.Г., Долгоносков В.Н. Устойчивость насыпных гидротехнических сооружений. – Казахстан. Караганда, КарГТУ, 2013.
4. Отчет. Обеспечение устойчивости дамбы хвостохранилища Объединенного хвостового хозяйства в связи с повышением сейсмичности площадки (30086-106, 111ГИ), АО <МЕХАНОБР Инжиниринг>- АГМК-Медная обогатительная фабрика. – Санкт-Петербург. 1997.
5. 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.

6. Отчет. Исследование устойчивости низового откоса  
хвостохранилища МОФ2 АГМК по состоянию на 01.01.2016, 2016.

7. Отчет (ГТУ). Исследование устойчивых профилей низового откоса  
объединенного хвостохранилища СОФ и МОФ2 АГМК – Ташкент. 2010.

8. Певзнер М.Е., Иофис Н.А., Попов В.Н. Геомеханика. – М.: МГУ, 2005 438  
с.

9. Плотины из грунтовых материалов СНиП 2.06.05-84\* – М. 1991.

10. Русинов В.Ю, Александров А.В. Расчет устойчивости земляных  
откосов по кругло-цилиндрическим поверхностям скольжения v.5.01, – М.,  
1999, *bob\_rusinov@mail.ru*

11. Рахимов В.Р., Лебедкова А.А., Афлятунов Ф.Ф. Некоторые вопросы  
геомеханики при эксплуатации хвостохранилищ Т., УзССР, 1978

12. Терцаги К. Теория механики грунтов. – М.: 1961.

13. 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.

14. Файл плана XX АГМК по состоянию на 18.12.2019- Дамба18дек.dwg.

15. Рахимова М.Х., Худайбердиев Ф.Т. Оценка устойчивости откосов дамб  
хвостохранилищ по результатам маркшейдерских наблюдений. // Сборник  
научных статей. Международная научно-техническая конференция  
“Проблемы и пути инновационного развития горно-металлургической  
отрасли”. Часть-1. - Ташкент: ГГТУ, 2014. 253-257 с.

16. 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.

17. 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

18. [www.solidworks.com](http://www.solidworks.com).