

*Мамытова А.Т.*

**«КУМТОР» КЕН ИШКАНАСЫНЫН КАЛДЫКТАРДЫ  
САКТООЧУ ЖАЙЫН ДОЛБООРЛООДО, КУРУУДА ЖАНА  
ПАЙДАЛАНУУДА КЕТИРГЕН БУЗУУЛАРЫ**

*Мамытова А.Т.*

**НАРУШЕНИЯ, ДОПУЩЕННЫЕ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ,  
СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ХВОСТОХРАНИЛИЩА  
РУДНИКА «КУМТОР»**

*А.Т. Mamytova*

**VIOLATIONS COMMITTED DURING ENGINEERING, THE CONSTRUCTION  
AND OPERATION OF TAILINGS THE KUMTOR**

УДК: 352.1/62.55 (04)

*Макалада «Кумтор» кен ишканасынын калдыктарын долбоорлоо, куруу жана эксплуатациялоодогу маселелер, ошондой эле аны курууда келтирилген бузуулар каралган.*

**Негизги сөздөр:** калдыктарды сактоочу жай, долбоор, бузуулар, иштетүү, казып алуу, мыйзамдык актылар.

*В статье рассматриваются вопросы проектирования, строительства и эксплуатации хвостохранилища рудника «Кумтор», а также нарушения, которые были допущены при его строительстве.*

**Ключевые слова:** хвостохранилища, проект, нарушения, эксплуатация, добыча, законодательные акты.

*The article discusses the design, construction and operation of tailing dumps of the «Kumtor» mine, as well as violations that were made during its construction.*

**Key words:** tailing dump, project, violation, exploitation, production, legislation.

Кумторское хвостохранилище – уникальное гидротехническое сооружение в горах Тянь-Шаня, эксплуатирующееся в суровых условиях вечной мерзлоты, вблизи от активных ледников и прорывоопасного оз. Петрова. В состав его комплекса входят: бассейн для приёма пульпы (продукт после извлечения золота на ЗИФ, состоящий на 50% из воды и на 50% из мелкодисперсной породы), ограждающая дамба с проектной высотой 40.5 м, система трубопроводов для транспортирования пульпы, очистные сооружения, водоотводные каналы, система геотехнического и температурного мониторинга.

В технико-экономическом обосновании, разработанном компанией «Килборн Вестерн Инк.», предусматривалась система оборотного водоснабжения: «Компания Килборн подтверждает, что...большая часть производственной воды будет повторно выработана из хвостового хозяйства» [1, с. 21]. Однако впоследствии под предлогом якобы низкого извлечения золота при использовании оборотной воды от неё отказались поставив под угрозу долгосрочного кумулятивного загрязнения поверхностные воды в верховьях р. Нарын.

Следует отметить, что компания «Килборн Вестерн Инк.» была ответственна за подготовку общих мероприятий по проектированию и строительству объектов хвостового хозяйства.

Хвосты представляют собой песчаные и илистые отложения. Илистые отложения хвостов содержат до 15% сульфидов от их общего объёма. Помимо химических веществ (флотоагентов) хвосты содержат различные соединения цианидов со средней концентрацией примерно 30 мг/л. Согласно технико-экономического обоснования, на хвостохранилище в сутки доставляется 13,2 тыс. тонн хвостов. Объём «хвостов» на 1 июля 2015 г. составил 67,5 млн. м<sup>3</sup>, в том числе объём твёрдой фазы составлял 60,5 млн. м<sup>3</sup>, объём жидкой фазы – 7,0 млн. м<sup>3</sup>.

Площадку под хвостохранилище специально не готовили, поэтому его основанием служат естественные высокольдистые отложения пород долины р.Арабель. Строительство дамбы хвостохранилища было начато в феврале 1995 года, завершено летом 1996 года, а складирование хвостов началось в декабре этого же года. При проектной высотной отметке гребня дамбы 3670,5 м полная вместимость хвостохранилища составит 87,7 млн. м<sup>3</sup> (по данным «Килборн Вестерн Инк» - 93,0 млн. м<sup>3</sup>), что при нынешней производительности золотоизвлекательной фабрики достаточно до середины 2021 г. На основе текущего плана добычи, общая масса образовавшихся и хранящихся твёрдых хвостов к 2021 года будет составлять около 134 млн. тонн.

Для отвода вод реки Арабель в обход хвостохранилища на участке ее прежнего русла проложены верхний отводной канал (ВОК) длиной 4 км и нагорная канава нижний отводной канал (НОК) по периметру хвостохранилища для перехвата и отвода вод поверхностного стока из зоны, лежащей ниже верхнего отводного канала (ВОК).

Хвостохранилище относится к гидротехническим сооружениям так называемого наливного овражно-балочного типа. Для складирования и последующего долгосрочного хранения хвостов была

выбрана площадка в долине реки Арабель, с сооружением ограждающей подковообразной дамбы, перекрывающей русло и долину р. Арабель с запада на восток. Дамба хвостохранилища, возводимая из местных аллювиальных материалов (суглинки, галечник), имеет трапециевидальное сечение с заложением откосов. Длина дамбы в настоящее время составляет около 3 км, высота 36 м, ширина гребня 10 м. Поэтапное наращивание дамбы осуществляется со стороны низового откоса, объем уложенного грунта в тело дамбы по первоначальному проекту в конечной фазе достигнет 9,0 млн. м<sup>3</sup>.

Для предотвращения или сведения к минимуму просачивания хвостовых вод через тело дамбы на её верхнем откосе и прилегающем к нему участке дна хвостохранилища шириной 100 м уложена защитная пленка из высокоплотного полиэтилена ( $\Delta = 1,5$  мм) с закреплением кромок пленки по периметру в траншеях глубиной до 2,5 м. Предполагалось, что мёрзлые грунты в основании дамбы и бассейна хвостохранилища, а также противofильтрационная плёнка, уложенная на верховом откосе дамбы и вглубь бассейна будут сводить к минимуму просачивание. Однако из-за оттаивания грунтов основания и начавшегося в апреле 1999 года смещения дамбы в сторону нижнего бьефа, по-видимому, имело место проскальзывание противofильтрационной плёнки по ложу хвостохранилища, что стало причиной просачивания фильтративных вод из его чаши.

Принципиальные проектные решения объектов хвостового хозяйства на основе ограниченного объёма, видов и низкого качества инженерных изысканий были намечены в технико-экономическом обосновании (ТЭО). Рабочее проектирование сооружений выполнялось канадской компанией «Golder Associates», выполнявшей функции генерального проектировщика с привлечением местных проектных организаций. По данным Министерства экологии и чрезвычайных ситуаций КР компания «Golder Associates» не имела лицензии на право проведения проектных работ на территории Кыргызской Республики. Генеральным подрядчиком строительства выступила «Килборн-Энка», причём «Кумтор Оперейтинг Компани» добилась разрешения Правительства Кыргызстана осуществлять разработку рабочей документации и параллельное строительство объектов рудника без надлежащих в таких случаях процедур экспертизы проектной документации [2].

Для возведения дамбы был избран принцип строительства с максимальным сохранением мерзлоты под хвостохранилищем и внутри него в течение всего срока его эксплуатации. Однако этот важный для криолитозоны тезис о необходимости сохранения грунтов основания и дамбы в мёрзлом состоянии на весь период эксплуатации, провозглашённый на первоначальных стадиях проектирования, по ряду объективных и субъективных причин

реализовать на последующих этапах строительства и эксплуатации не удалось, что стало причиной неустойчивости и медленных смещений ограждающей дамбы хвостохранилища.

По официальным документам «Кумтор Оперейтинг Компани» в апреле 1999 года т.е. через 2 года после начала наполнения хвостохранилища была обнаружена подвижка тела дамбы хвостохранилища в сторону нижнего бьефа. Инклинометры зафиксировали движение, развивающееся в грунтах основания дамбы на интервале глубин 1,5 – 4 м ниже естественной поверхности на участке протяженностью около 500 м. По данным инклинометрического мониторинга скорость субгоризонтального смещения дамбы составляла 3,5 мм в месяц. Наибольшие смещения дамбы наблюдались на участке прежнего русла реки Арабель.

За период с 1999 года по декабрь 2006 года смещение дамбы составило 283 мм, причём средняя скорость смещения оставалась постоянной. В результате проведения детальных инженерно-геологических и специальных геокриологических исследований было установлено, что основной причиной нарушения устойчивости является глубинная ползучесть материала основания дамбы, представляющего собой оттаявший суглинок мощностью до 2 м, залегающий на глубинах от 4 до 6 м от естественной поверхности долины реки Арабель, по которому и происходит смещение западного участка дамбы. Суглинистый прослой в основании дамбы хвостохранилища имеет уклон, близкий к естественному уклону местности и несколько превышает угол внутреннего трения, что в общем и определило потерю долговременной устойчивости дамбы. Таким образом, основной причиной смещения дамбы стало оттаивание суглинистых грунтов в её основании в процессе наполнения хвостохранилища за счёт аккумуляции значительных запасов тепла, пополняемых как за счёт постоянного притока пульпы (температура пульпы при укладке хвостов в зависимости от сезона колеблется в пределах от 8 до 20°C), так и за счёт интенсивной солнечной радиации, характерной для высокогорья.

Исходя из установленных факторов нарушения устойчивости дамбы, были рекомендованы мероприятия по её стабилизации. Действия, направленные на стабилизацию дамбы, были предприняты уже после явного проявления процессов оттаивания высокольдистых суглинков, залегающих в основании дамбы. Для стабилизации дамбы и, в частности, для остановки ее смещения, было предпринято ряд мер. В 2003 году в 3-х месячный срок (февраль – апрель) было построен клин шириной 20 м глубиной 5-6 м из уплотненного гранулированного материала. Однако по истечении некоторого времени после возведения клина инклинометры показали продолжающиеся подвижки на этом участке дамбы, которая стала надвигаться на клин.

В 2006 году был сооружён клин шириной по дну до 38 м, глубиной 10-12 м. В 2009 году клин был расширен ещё на 40 м по дну, глубиной 10-12 м, а поверху клина обустроена упорная призма высотой 14 м по всей дине дамбы.

За период с января 2007 года по март 2012 года максимальное смещение дамбы составило 12,4 см (около 2,3 см/год), что значительно меньше по сравнению с периодом 1999-2006 гг. (3,5-4,5 см/год).

Работы по сооружению расширенного клина планируется завершить в 2016 году. Устойчивость дамбы по заверениям проектировщиков будет обеспечена путём её поэтапного укрепления и наращивания, то есть максимальная проектная высота дамбы составит 42,5 м.

Окончательное заключение об эффективности принятого решения по стабилизации дамбы можно будет дать через некоторое время, поскольку остаются опасения, что принятые меры лишь снизили скорость смещения дамбы.

Здесь следует отметить, что для обеспечения безопасной эксплуатации хвостохранилищ в зоне вечной мерзлоты необходимо строить дамбы мёрзлого типа, а при нарушении температурного режима грунтов основания и тела дамбы применять мероприятия по их принудительному охлаждению.

При строительстве дамб хвостохранилищ в большинстве случаев искусственное замораживание рассматривается как альтернативный способ сохранения инженерного объекта в устойчивом состоянии, особенно, если в проекте предусмотрен мёрзлый тип сооружения. К сожалению, этот опыт строительства и эксплуатации хвостохранилищ в криолитозоне был проигнорирован.

Согласно, *Акта Государственной приёмочной комиссии* [3] общая стоимость сооружений, предъявленных к приёмке, составила 13, 7 млн. долл. США. В пункте 16 указанного Акта приводится стоимость отдельных сооружений Хвостового хозяйства в долларах США:

- пульпопровод и сооружения на нём - 2 548 457 долл. США.
- дамба хвостохранилища - 4 251 179 долл. США.
- очистные сооружения - 4 809 630 долл. США.
- отводной канал р. Арабель и нагорная канава - 1 966 887 долл. США.
- гидрометрический лоток (р. Кумтор) - 126 605. дол. США.

По поводу подписания этого очень важного Акта Государственной приёмочной комиссии (Председатель – Вице-премьер-министр КР Силаев Б.И.), назначенной распоряжением Правительства КР от 3 ноября 1999г. №477-р, необходимо отметить следующее важное обстоятельство, характеризующее безответственное, попустительское и бесконтрольное от-

ношение правительственных органов (Госгортехнадзор, Госархстройинспекция, Госгеолагентство, тогдашнего Министерства охраны окружающей среды и т.д.) к приёмке столь опасного в экологическом отношении объекта как хвостохранилище.

Акт Госприёмки подписывается в декабре 1999 года, но как было отмечено выше в апреле 1999 года, то есть за 9 месяцев до подписания этого Акта была обнаружена подвижка дамбы в сторону нижнего бьефа и в это же время были обнаружены повышенные концентрации цианидов в поверхностном водотоке прежнего русла реки Арабель.

В пункте 18 описываемого Акта записано: «Кумтор оперейтинг компании», заказчик проекта, подтверждает соответствие законченных строительством сооружений объекта «Хвостовое хозяйство» проектным решениям замечаний к генеральной проектной и подрядным организациям не имеет и принимает на себя ответственность за эксплуатацию сооружений».

Очевидно, что руководство «Кумтор Оперейтинг Компани», безусловно знало о проблемах с неустойчивостью дамбы хвостохранилища в момент подписания этого документа, но не довело их до сведения членов Госкомиссии. Выходит, что проектные организации либо не осуществляли должным образом авторский надзор, либо также замалчивали фактически свои расчёты и ошибки проектирования или скрывали возникшие проблемы от местных контролирующих органов.

На начальном этапе должно было размещено 2 метра дробленного материала на мерзлую поверхность. Отсыпка материала продолжалась в теплое время и в течение зимы.

Предполагалось, что окончательный объём хвостов, хранящихся в хвостохранилище, должен находиться в пределах от 68 до 101 млн. тонн. Требуемый объём хранения должен находиться в пределах от 67 млн.м<sup>3</sup> до 87 млн.м<sup>3</sup>. Предполагается, что окончательный объём хвостов составит 93 млн. м<sup>3</sup>.

Геомембранный материал (полиэтилен высокой плотности толщиной 1,5мм) для дамбы хвостохранилища и бассейна должен был размещаться на верхнем участке дамбы хвостохранилища и будет продолжаться на 100 м в глубь бассейна, где хранятся хвосты. Геомембранный материал для дамбы хвостохранилища и бассейна должен был уложен на стенке по верхнему течению дамбы хвостохранилища, а потом на 100 м в глубь бассейна хвостов. Это покрытие должно было быть цельноприпаянным к уже существующему пленочному покрытию.

Необходимо отметить что при строительстве хвостохранилища были допущены серьёзные упущения:

1) Так, проектирование хвостохранилища произведено без достаточного инженерно-геологического обоснования:

- выполнен перенос русла реки Ара-Бель, но ничего не отмечено о возможном подрусловом течении (потоке) реки, действующее в теплое время года;

- отсутствуют сведения о мощности сезоннооттаивающего слоя грунта и не указано на какую глубину выбирался так называемый «активный слой». В общепринятой практике в подобных случаях принято грунт с ледяными включениями убирать до встречи грунта с массивной текстурой без ледяных включений, при чем это не обязательно монолитные интрузивы;

- нет сведений о свойствах пород, составляющих борта долины реки Ара-Бель, возможности их подвижек.

Отсутствие необходимых инженерно-геологических сведений при проектировании является нарушением СНиП, действовавшим во время проектирования, не соответствует требованиям положения «Общие указания по проектированию гидротехнических сооружений» [4].

2) Согласно инженерно-геологическим изысканиям, выполненным в 2006 году температурное поле в районе хвостохранилища крайне неоднородное и характеризуется интенсивным техногенным влиянием. Грунты сезонного оттаивания, распространены до глубины 2,7м, не рекомендуются в качестве оснований под сооружения. Это косвенно подтверждается тем, что такая зона была установлена ниже дамбы хвостохранилища. Другим подтверждением этого может быть то, что, согласно данным, полученным при проведении указанных изысканий (КыргызГИИЗ) Кыргызский Головной Институт Инженерных Изысканий, химический состав подземных вод испытывает существенное влияние жидкой фазы хвостохранилища. Это означает, что существует гидравлическая связь хвостохранилища с подземными водами через несквозной талик.

Таким образом, необходимо однозначно признать, что из исследований КыргызГИИЗа следует высокая вероятность наличия увлажненного талого слоя под хвостохранилищем, способствующего подвижкам дамбы хвостохранилища.

3) Строительство дамбы хвостохранилища проводилось поэтапно, то есть по мере заполнения его до предельных значений, после чего наращивалась высота дамбы, что приводило к увеличению ёмкости хвостохранилища и, соответственно к росту нагрузки на основание ложа бассейна и на дамбу хвостохранилища. Увеличение давления на подстилающие породы не могло не привести к соответственному увеличению сил, действующих на сдвиг дамбы. Усиление перпендикулярной составляющей силы тяжести из-за увеличения массы хвостов и роста дамбы не могло не вызвать определенное изменение температурного режима у ложа хвостохранилища и подошвы дамбы, чему также способствовала подача в хвостохранилище жидких хвостов, имею-

щих достаточно высокую температуру для поддержания температуры выше нулевой у нижележащих хвостов, подогреваемой сжатием хвостов под воздействием силы тяжести. Достаточно длительное воздействие более теплых хвостов на ложе хвостохранилища, несмотря на двухметровый слой дробленого материала на мерзлом грунте, подстилающем ложе, подушки под геомембраной, а также вероятные донные течения с положительной температурой не могли не поднять температуру подстилающего мерзлого грунта. Результат – смещение дамбы хвостохранилища, апрель 1999 года – декабрь 2006 года оно составило 280 мм, январь 2007 года – июль 2012 года – 124 мм. Если произошел разрыв геомембраны, то в зависимости от того где, нельзя исключать возможность появления протечек через дамбу, что может привести к негативным последствиям.

4) Исследования НИЦ «Геоприбор» показывают, что из-за существенного потепления климата высокогорья и вызванного этим существенного отступления ледника Петрова происходит значительный прирост объема озера Петрова, растет вероятность прорыва моренно-ледниковой плотины озера с лучшими последствиями для нижерасположенных экологически опасных объектов рудника Кумтор. Нельзя исключать возможность внутри моренного (подземного) прорыва озера Петрова с превращением гидродинамической волны в разрушительный селевой поток.

5) На конец второго квартала 2015 года объём содержащегося в хвостохранилище составил 67,5 млн. м<sup>3</sup>. По проекту предполагается, что окончательный объём хвостов составит 93-101 млн. м<sup>3</sup> и, что окончательный уровень дамбы хвостохранилища намечается подсчитать по происшествии нескольких первоначальных лет работ, после приобретения определенного опыта и получения информации о плотности складированных хвостов. Необходимо учитывать, что превышение указанного уровня на 14-15 м сделает высоту дамбы более 50 м, при этом сооружение должно будет относиться к I-му классу гидротехнических сооружений, а не ко II-му как принято проектом. К гидротехническим сооружениям первого класса предъявляются иные требования.

Принимаемые технические решения по периодическому укреплению дамбы с помощью возведения упорных насыпных клиньев (контрфорсов), усиливают устойчивость дамбы, но подвижки дамбы, хоть и не незначительные, продолжаются. Это говорит о недостатках изначальных технических решений.

К тому же, нельзя исключать вероятность форс-мажорных обстоятельств в виде катастрофического подъёма уровня воды в озере Петрова и разрушения моренно-ледниковой плотины или внутри моренного прорыва озера с разрушительным грязеселевым потоком.

Вызывает сомнение возможность складирования дополнительных значительных объемов хвостов на данном хвостохранилище, которое первоначально рассчитывалось на 12 лет работы с объемом до 40 млн. тонн, затем с доведением до 101 млн. тонн. Переизбыток складированного материала, при вышеперечисленных инженерно-геологических условиях, даже при незначительных отклонениях от нормальных природных или техногенных воздействий, может привести к весьма негативным последствиям.

**Литература:**

1. Техничко-экономическое обоснование (ТЭО), разработанное компанией «Килборн Вестерн Инк.» от 1992 г. - с. 21.
2. Постановление Правительства Кыргызской Республики № 895 от 28.12.1994 года.
3. Акт Государственной приемочной комиссии от 23.12.1999 года.
4. Строительные нормы и правила (СНиП) №2.06.06.06.01-86, раздел «Общие указания по проектированию гидротехнических сооружений» от 3.01.2005 года.

**Рецензент: д.ю.н., профессор Кереzbekов К.К.**

---