

3. Эргешов А.А. Водохранилища. В кн.: Природные условия Киргизии, их изучение и рациональное использование. Фрунзе: 1980, с. 90-98.
4. Эргешов А.А. О необходимости подготовки кадров по охране окружающей среды на географических факультетах ВУЗов Киргизии. Журнал: Народное образование, №5, Фрунзе: 1978.
5. К вопросу оценки водных ресурсов Киргизии. Тезисы докладов научной конференции молодых ученых АН Киргизской ССР. Фрунзе: 1982, с. 154-155
6. Ю.В. Кириченко, Т.В. Макарова, М.П. Уваров Инженерно-геологическое обоснование новых технологий формирования дренажных элементов. ГИАП, Вып.7-8, - М.: МГГУ, 1993.
7. Интернет сайты

УДК 910.2

### **СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ХВОСТОХРАНИЛИЩА ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУМТОР И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

*Осмонбетова Дильбара Кубатовна*, кандидат географических наук, доцент, *КНУ им. Ж. Баласагына, Кыргызстан, 720033, г. Бишкек, ул. Фрунзе 547*, e-mail: [dilbar@inbox.ru](mailto:dilbar@inbox.ru)

В статье приводится обзор данных о выборе месторасположения и строительстве хвостохранилища золоторудного месторождения Кумтор. Приведены технические характеристики дамбы и хвостохранилища, критерии, на основании которых было сооружено хвостохранилище. Рассмотрено состояние объектов хвостового хозяйства. В частности, приводятся объективные данные о смещении дамбы хвостохранилища в период с 1998 по 2012 гг. и об угрозе разрушения основания дамбы. Выявлены основные экологические проблемы, которые возникнут при дальнейшей эксплуатации и выводе объектов хвостового хозяйства. Часть из них связана с водоснабжением рудника, с отсутствием системы оборотного водоснабжения, загрязнением водных ресурсов р. Кумтор и размещением отвалов на ледниках и др. Автором предложены рекомендации по улучшению экологического состояния в районе расположения золоторудного предприятия Кумтор.

**Ключевые слова:** золоторудное предприятия Кумтор; воздействие на окружающую природную среду; смещение дамбы хвостохранилища.

### **CONSTRUCTION AND OPERATION OF TAILING KUMTOR GOLD MINE AND ENVIRONMENT**

*Osmonbetova Dilbara*, PhD (Geography), Associate Professor, *KNU named after J. Balasagyn, Kyrgyzstan, 720033 Bishkek city, Frunze str. 547*, e-mail: [dilbar@inbox.ru](mailto:dilbar@inbox.ru)

The article provides an overview of the data on the choice of location and construction of the tailings Kumtor gold deposit. There are the technical characteristics and tailings dam, the criteria on which the tailings pond was constructed. The state of tailings facilities was presented. In particular, the objective data on the shift of the tailings dam in the period from 1998 to 2012 years and the threat of destruction of the dam's foundation were given. The basic environmental problems that will arise in the further exploitation and withdrawal of tailings facilities were identified. Some of them are connected with the mine water, with a lack of water recycling systems, water pollution of Kumtor River and placing dumps on glaciers, and others. The author offers recommendations to improve the ecological condition in the area of location of the Kumtor gold mining enterprises.

**Keywords:** Kumtor gold ore enterprise; the impact on the environment; displacement of the tailings dam.

Вредное влияние хвостохранилищ на окружающую среду выражается [1] в загрязнении воздуха пылью хвостов, воды (за счет сброса сточных вод), почвы (за счет подтопления водами, фильтрующимися из пруда хвостохранилища). Кроме того, хвостохранилище занимает значительные площади земельных угодий. Особое место занимает процесс складирования отходов обогащения - хвостов и использования (дообогащения и т.п.).

Проблема охраны окружающей среды при эксплуатации хвостохранилищ весьма актуальна.

Для решения названных проблем работы должны вестись по нескольким направлениям. Во-первых, исследуются химический и фракционный составы хвостов, а также процессы взметывания песчаных частиц с поверхности хвостохранилищ с целью обоснования и разработки комплекса мероприятий по предотвращению пылевыделения. Во-вторых, исследуют состав вод, поступающих в прудовую зону хвостохранилищ, и определяют баланс вод, сбрасываемых и фильтрующихся через дамбу хвостохранилища. При этом рассматриваются вопросы как самоочищения технических вод хвостохранилищ, так и экранирования днищ дамб с целью уменьшения дренажа этих вод и их попадания в почву и грунтовые воды.

В-третьих, необходимо вести в достаточном объеме исследования по утилизации отходов обогащения и извлечению полезных компонентов (золота, серебра, вольфрама, теллура и серы).

### **Расположение хвостохранилища**

Выбор участка хвостохранилища для поверхностного размещения хвостов зависит от нескольких факторов, которые включают:

1. Достаточную для хранения отходов производства емкость хвостохранилища, плюс возможность ее увеличения без значительных затрат в случае открытия и извлечения дополнительных сырьевых запасов;
2. Геологические и гидрогеологические условия, подходящие для строительства дамбы и ограничивающие фильтрацию;
3. Минимальное расстояние от обогатительной фабрики для сведения к минимуму затрат и уменьшению вероятности аварий пульпопровода и аварийных разливов пульпы;
4. Топографические условия местности, способствующие повышению емкости хвостохранилища, обеспечению возможности строительства дамбы небольшого размера и высоты при сохранении достаточной вместимости и минимизирующие площадь водосбора и поверхностного стока в бассейн хвостохранилища;
5. Существующее право собственности на землю и размещение с учетом возможных проявлений природных катаклизмов;
6. Рассмотрение с биофизической точки зрения, которое включает воздействие хвостохранилища на флору и фауну в пределах участка строительства и возможную фильтрацию, утечки и пылеобразование;
7. Рассмотрение с точки зрения вывода из эксплуатации и восстановления территории, включая длительный период процесса восстановления;
8. Стоимость строительства, эксплуатации и ликвидации.

При проектировании хвостохранилища по проекту «Золото Кумтора» в 1992-1994 гг. [2,3,5,6,7] определено пять потенциальных мест возможного размещения участка строительства хвостохранилища (рис.1).

Оценка показала, что для всех предполагаемых мест строительства требуется возведение дамбы значительной высоты для того, чтобы получить требуемую вместимость хвостохранилища на период всего времени разработки месторождения.

Третий вариант размещения хвостохранилища в долине реки Ара-Бель был выбран на основании следующего:

- меньший объем работ по отводу р. Ара-Бель, а отводимый поток несет меньшее количество наносов, что снизит объемы работ по его обслуживанию;
- не нужно будет отводить воды реки Кумтор;
- долинные донные отложения в третьем варианте являются мелко гранулированными с наилучшими противofильтрационными свойствами;
- место размещения хвостов находится в непосредственной близости от участка строительства обогатительной фабрики;
- дамба будет размещена вблизи от пригодных для ее строительства материалов;

### **Сооружения и процессы обработки хвостов**

Хвосты, цикл их переработки и система обработки сточных вод показаны на рис. 2 и включают следующее:

- трубопровод для перекачки хвостов обогатительной фабрики в район хвостохранилища;
- дамба и бассейн хвостохранилища;
- накопитель фильтративных вод и насосное хозяйство;

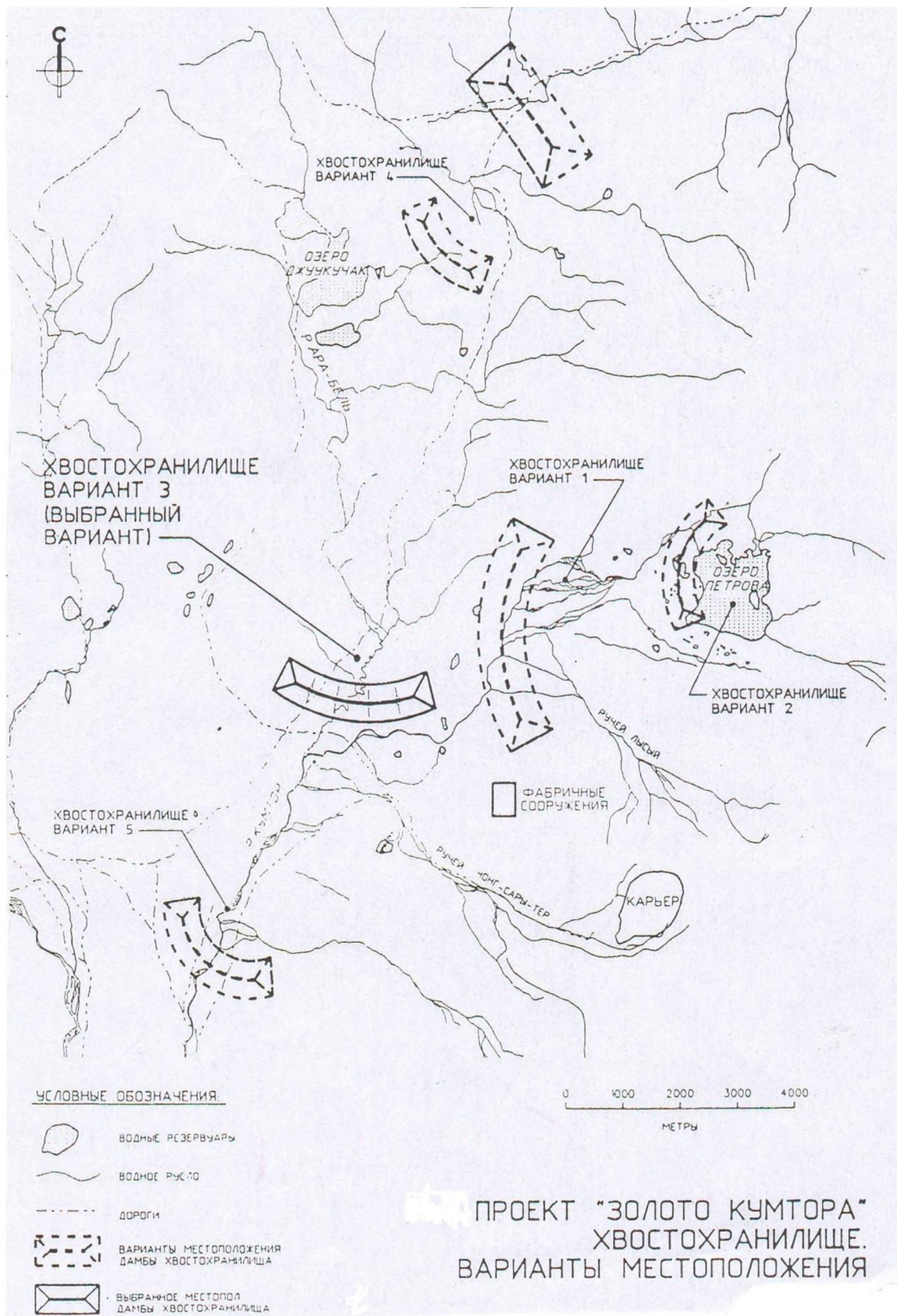


Рис. 1 Варианты местоположения хвостохранилища

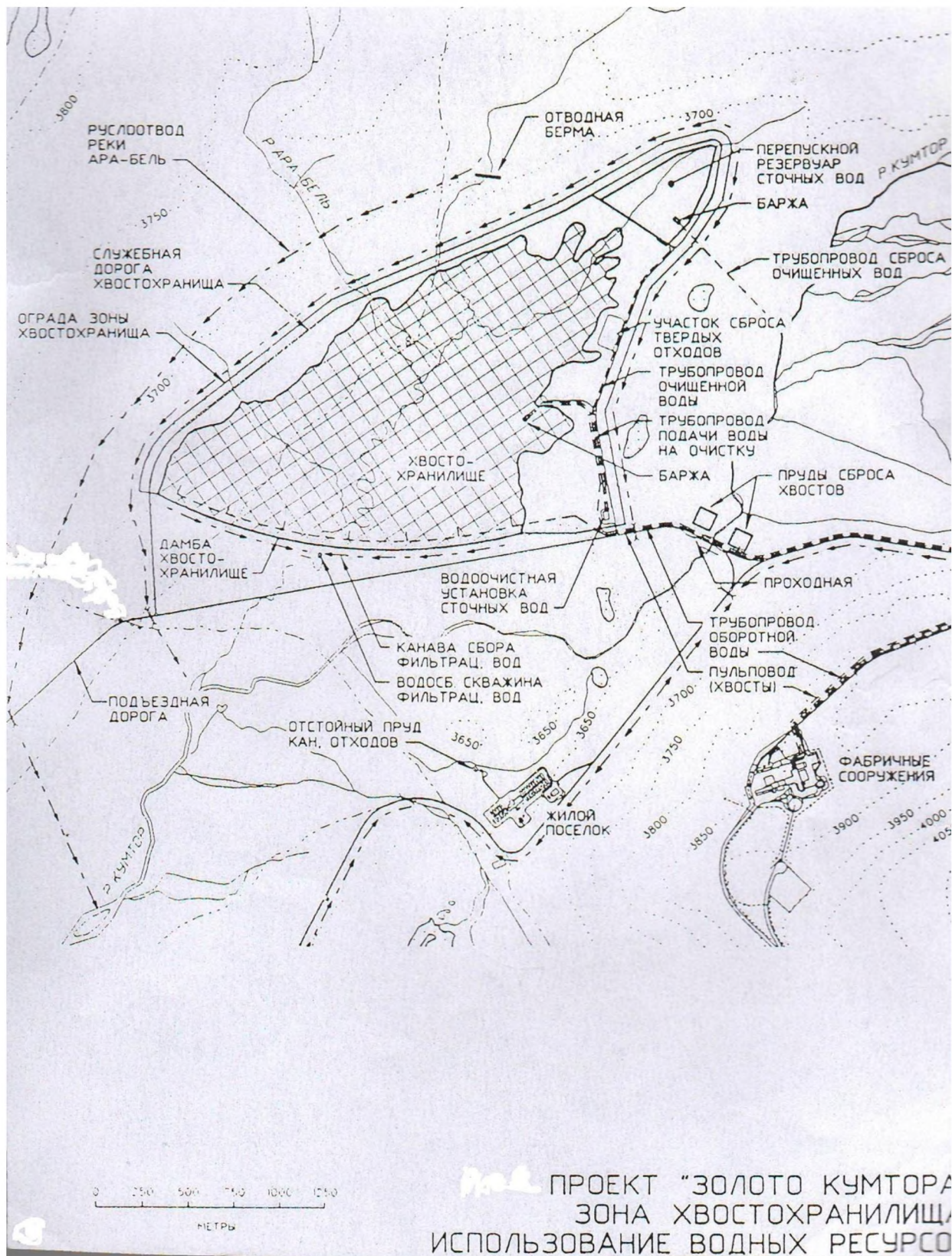


Рис. 2 Зона хвостохранилища. Использование водных ресурсов

- накопитель оборотной технической воды и трубопроводы;
- очистные сооружения сточных вод, трубопроводов сточных вод и пруд доочистки сточных вод;
- накопитель сточных вод и трубопровод выпуска сточных вод в р. Кумтор;

Пulpа, состоящая на 45% по весу из твердых частиц, транспортируется в район хвостохранилища. Пульпопровод проложен вдоль подъездной дороги к обогатительной фабрике. Пульпопровод спускается к двум прудам с аварийными дамбами по обеим сторонам р. Кумтор для обеспечения удержания утечек в случае разрыва трубопровода.

Дамба хвостохранилища (рис. 3) сооружается из аллювиального материала с синтетической прокладкой (профильтрационного элемента) со стороны верхнего откоса. Дамба имеет ширину гребня 10 м и заложение откосов 3:1. Первоначально гребень дамбы будет поднят до отметки 3637,5 м для накопления хвостов в течение трех лет работы. Гребень будет наращиваться каждый год для обеспечения хранения ежегодного поступления хвостов в объеме 3,5 млн. м<sup>3</sup>. Максимальная отметка гребня дамбы 3651,5 м; общая емкость хвостохранилища 40 млн. м<sup>3</sup>.

Насосы, смонтированные на накопителе, постоянно перекачивают воду из хвостохранилища обратно на фабрику в качестве технической воды. По трубопроводу вода направляется на фабрику, где предварительно обрабатываются перекисью водорода для снижения содержания цианидов до необходимого уровня и предотвращения осложнения во флотационном цикле.

В теплое время года вода хвостохранилища, не требующая перекачки на обогатительную фабрику, очищается на очистных сооружениях сточных вод и направляется в пруд для временного хранения и доочистки. Пруд доочистки сточных вод, расположенный на северо-западе от хвостохранилища, имеет емкость 720 тыс. м<sup>3</sup>. Насосы, смонтированные на накопителе, расположенном у пруда, сбрасывают очищенную воду в р. Кумтор в количестве, обеспечивающем требуемую степень разбавления сточных вод речной водой. Таким образом, снижается воздействие на окружающую среду в нижнем течении реки.

Если дамба хвостохранилища прорвется, результатом может быть угроза для долины реки Кумтор. Для гарантии невозможности такого развития событий расчет устойчивости дамбы произведен из условия землетрясения с магнитудой 7,4 по шкале Рихтера. Вероятность повторения землетрясений такой магнитуды оценивается частотой 1 в 1000 до 2 в 1000 лет.

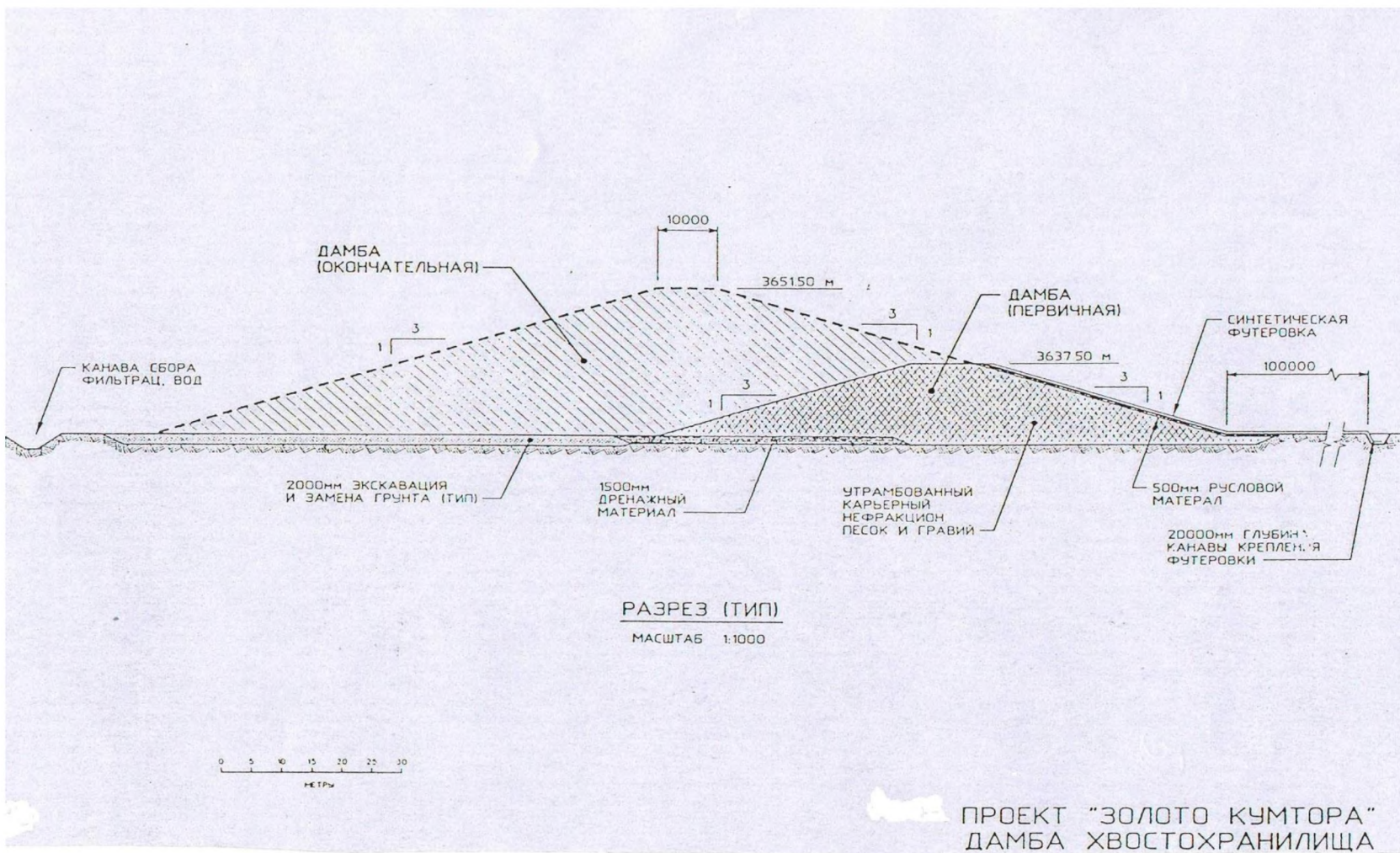


Рис. 3 Проект «Золото Кумтора». Дамба хвостохранилища

Проект хвостохранилища разработан Килборн Инк. На основании следующих критериев:

Производимый продукт	ЗОЛОТО
Рудные запасы	78 000 000
Прогноз (+30%)	101 000 000
С учетом прогноза	20, 8 лет
Среднесуточный объем производства	13 272 т/день
Плотность сбрасываемого раствора	55% от перв. веса
Объем сбрасываемой воды в хвостах	452 м <sup>3</sup> /час
Циркуляция воды в хвостах	68,8% в среднем
Разнородное поступление в бассейн	0
Давление хвостов	1,16 т/м <sup>3</sup> (опред.)
Минимальное содержание на верхней кромке дамбы	0,75%
Хвосты	Не содержат кислот

### **Строительство хвостохранилища**

Строительство хвостохранилища началось в 1995 году, и было построено в долине р. Ара-Бель в 4 км от фабрики.

Предполагалось, что окончательный объем хвостов, хранящихся в хвостохранилище, должен находиться в пределах от 68 до 101 млн. т. Требуемый объем хранения должен находиться в пределах от 67 млн. м<sup>3</sup> до 87 млн. м<sup>3</sup>. Подсчитано, что минимальный уровень нижней кромки в 3670,5 м будет соответствовать приблизительно объему 87 млн. м<sup>3</sup> хвостов. Предполагается, что окончательный объем хвостов составит 93 млн. м<sup>3</sup>. Окончательный уровень дамбы хвостохранилища намечается подсчитать по прошествии нескольких лет первоначальных работ, после приобретения определенного опыта и получения информации о плотности складированных хвостов.

Геомембранный материал (полиэтилен высокой плотности толщиной 1,5 мм) для дамбы хвостохранилища и бассейна должен был размещаться на верхнем участке дамбы хвостохранилища и бупродолжаться на 100 м вглубь бассейна, где хранятся хвосты. Объединенный приблизительный план хвостохранилища составляет 300 000 м<sup>2</sup>.

Для подачи хвостов от фабрики до хвостохранилища протянут специальный трубопровод, который разветвляется на две ветки, одна ветка предназначена для выброса хвостов вдоль дамбы при помощи сливных труб, а вторая ветка предназначена для открытого сброса в стороне от дамбы. Длина трубопровода 9,2 км. Уклон трубопровода значительно различается на всем его протяжении от 5% до 10% и 1,6 на восточной стороне дамбы хвостохранилища. Уклон вдоль верха дамбы хвостохранилища различен. Труба трубопровода сделана из полиэтилена высокой плотности (ПЭВП) с прорезиненными металлическими соединительными частями. Трубопровод будет установлен в разливособирающей траншее.

### **Состояние объектов хвостового хозяйства**

Необходимо отметить, что при строительстве хвостохранилища были допущены серьезные упущения [4].

Государственная комиссия по приемке в эксплуатацию хвостохранилища (председатель первый вице-премьер КР Б. Силаев) подписала Акт приемки в эксплуатацию хвостохранилища в декабре 1999 года. Но ранее уже в апреле 1999 года, т. е. за 9 месяцев до подписания Акта была обнаружена подвижка дамбы и просачивание цианидов, что произошло из-за допущенных ошибок при изысканиях, проектировании и строительстве хвостохранилища.

Основной причиной смещения дамбы стало оттаивание суглинистых грунтов в ее основании в процессе наполнения хвостохранилища за счет аккумуляции значительных запасов тепла. Он пополняется, как за счет постоянного притока пульпы (температура



пульпы при укладке хвостов в зависимости от сезона колеблется в пределах от 8 до 20°C), так и за счет интенсивной солнечной радиации, характерной для высокогорья.

Исходя из установленных факторов нарушения устойчивости дамбы, были рекомендованы мероприятия по ее стабилизации. Действия по стабилизации дамбы предприняты уже после проявления процессов оттаивания высокольдистых суглинков, залегающих в основании дамбы. Для остановки смещения дамбы был предпринят ряд мер. В 2003 г. в 3-х месячный срок (февраль-апрель) был построен клин шириной 20 м и глубиной 5-6 м из уплотненного гранулированного материала. Однако по истечении некоторого времени после возведения клина инклинометры показали продолжающиеся подвижки дамбы. В 2006 г. был сооружен клин шириной по дну до 38 м, глубиной 10-12 м.

В 2009 г. клин был расширен еще на 40 м по дну, глубиной 10-12 м, а поверху клина обустроена упорная призма высотой 14 м по всей длине дамбы.

За период с января 2007 г. по март 2012 г. 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).

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

На конец 2013 г. объем содержащегося материала в хвостохранилище составил 64 млн. м<sup>3</sup>. Дальнейшее увеличение объемов хвостов (до 93 млн. м<sup>3</sup>) приведет к усилению нагрузок и влияния на состояние хвостохранилища дамбы и может привести к их дестабилизации.

Смещение дамбы выявлено еще в 1998 году. С 1998 г. по 2006 гг. оно составило 283 мм, с января 2007 г. по июль 2012 г. – 124 мм.

Из-за допущенных ошибок при проектировании и строительстве Кумтор Оперейтинг Компании (КОК) проводит укрепительные работы, расходуя значительные средства (около \$5 млн. в год). Всего на эти цели затрачено более \$43 млн., тогда как строительство обошлось всего в \$9,6 млн.

Укрепление дамбы планируется завершить в 2016 году, что будет сопровождаться дополнительными расходами. В то же время по информации КОК на строительстве нового хвостохранилища потребуется \$60-\$70 млн.

Вызывает сомнение возможность складирования дополнительных значительных объемов хвостов на данном хвостохранилище, которое первоначально рассчитывалось на 20,8 лет работы с объемом до 40 млн. т, затем с доведением до 101 млн. т.

Переизбыток складываемого материала при вышеперечисленных инженерно-геологических условиях при незначительных отклонениях от нормальных природных или техногенных воздействий может привести к весьма негативным последствиям.

### **Состояние экологических проблем хвостохранилища рудника**

Акт Государственной приемочной комиссии по приемке хвостохранилища подписан 7 декабря 1999 года.

В пункте 18 акта записано: «Кумтор Оперейтинг Компани, заказчик проекта подтверждает соответствие законченными строительством сооружений объекта «Хвостовое хозяйство» проектным решениям (GolderAssociates), «ЭКО сервис»); замечаний к генеральной проектной организации (Килборн Инк.) и подрядным организациям не имеет и принимает на себя ответственность за эксплуатацию сооружений».

Руководство КОК, в частности канадские менеджеры, безусловно, знали о проблемах с неустойчивостью дамбы хвостохранилища в момент подписания этого документа, но не довели их до сведения членов Госкомиссии. Напрашивается вывод, что проектные организации либо не осуществили авторский надзор, либо замалчивали свои просчеты и ошибки или скрывали возникшие проблемы от местных контролирующих органов.

Основные экологические проблемы при дальнейшей эксплуатации и выводе объектов хвостового хозяйства из эксплуатации будут связаны с:

1. Физической и геохимической стабильностью твердой фазы хвостов, содержащих цианиды;
2. Долгосрочной устойчивостью удерживающей дамбы хвостохранилища;
3. Надежностью долгосрочного функционирования гидротехнических сооружений: верхнего отводного канала, прудка накопителя, водосборных сооружений.

Анализ устойчивости дамбы хвостохранилища, выполненный специалистами компании BGCEngineeringInc (2012 г.), показал, что «... любой размыв упорного клина может привести к разрушению основания или десятков метров дамбы хвостохранилища, что может стать причиной разрушения пляжа хвостохранилища с выбросом цианосодержащих хвостов вниз по течению р. Кумтор».

В ТЭО было предусмотрено обратное водоснабжение. Руководство КОК, признав ошибочным вариант ТЭО как с экономической, так и с технологической точки зрения, не ввели схему обратного водоснабжения. Это вторая ошибка по отношению к экологии на руднике, после размещения отвалов на ледниках.

Количество вредных веществ, с которыми приходится иметь дело на золотоизвлекательной фабрике (ЗИФ) велико. Поэтому очистка сточных вод – большая проблема. Введение системы обратного водоснабжения дала бы не только экономию свежей воды, но и снизило бы количество сбрасываемых вод. Таким образом, снизилось бы негативное воздействие на окружающую среду от загрязнений ее сточными водами.

Отказ от системы обратного водоснабжения связан с экономией средств, и за это должна нести ответственность КОК. Солидарную ответственность при этом должны нести и представители кыргызской стороны, подписавшие Акт о вводе в эксплуатацию горного предприятия.

В истоке реки Кумтор расположено озеро Петрова. Исследования озерно-морено-ледникового комплекса Петрова, выполненные в 2006-2009 гг. показали, что из-за существенного отступления ледника Петрова происходит прирост объема озера Петрова. Растет вероятность прорыва морено-ледниковой плотины озера. Нельзя исключать форс-мажорные обстоятельства в виде катастрофического подъема уровня воды в озере Петрова и разрушения морено-ледниковой плотины или внутри мореного прорыва озера Петрова с разрушительным грязе-селевым потоком. Возможен размыв древнеморенного вала в месте сужения днища долины реки Кумтор вблизи восточной конечности и дамбы хвостохранилища и затопление его чаши. Эти проблемы не снимаются и после консервации хвостохранилища. Предполагается, что при прорыве оз. Петрова могут произойти разрушительные паводки и селевые потоки, угрожающие дамбе хвостохранилища, трубопроводам, транспортным коммуникациям и другим инженерным сооружениям, расположенным в долине р. Кумтор.

Оценка прорывоопасности озера и потенциального воздействия прорывной волны на объекты хвостового хозяйства выполнены вышеназванной компанией на основе «... моделирования общего сценария наводнения (затопления)», т. е. без учета вероятности трансформации волны прорыва в селевой поток.

По мнению специалистов Кыргызстана [6] именно формирование разрушительного грязе-каменного потока может стать причиной размыва восточного фланга чаши и дамбы хвостохранилища.

В результате исследований отечественных (Ерохин С., Торгоев И. А., Кутмановой А., Молдокасиева К. и других) и зарубежных экспертов даны рекомендации по снижению уровня воды в озере Петрова.

## **Рекомендации**

В свете исследований научно-исследовательских институтов КР, зарубежных экспертов и других организаций можно рекомендовать участникам проекта «Золото Кумтора» следующее:

1. Произвести реконструкцию отводных и нагорных водосборных канав путем увеличения их поперечного сечения, укрепления бортов.
2. Проводить регулярные обследования в районе хвостохранилища всех водотоков с привлечением профильных научно-исследовательских учреждений по согласованным с ними графиками.
3. Принять и осуществить меры по регулируемому снижению уровня воды в Голубом заливе озера Петрова до безопасного уровня или по укреплению плотинной перемычки на участке Голубого залива, включая полную засыпку залива скальными породами с близлежащих породных отвалов. Осуществление этих мер является весьма актуальным, т.к. реализация их потребует не менее 5-10 лет.
4. Эксплуатацию действующего хвостохранилища вести до срока действия проектного решения по укреплению дамбы (2014 г.). Подготовить за это время проект консервации хвостохранилища.
5. До конца срока эксплуатации действующего хвостохранилища подготовить и реализовать проект нового хвостохранилища.
6. Вести усиленный контроль содержания в руде золота, эффективности извлечения и достижения плановых показателей извлечения.
7. Внести предложения по извлечению полезных компонентов из хвостов Кумторской обогатительной фабрики.

#### **Список литературы**

1. Бямбадуж Н., Тургинцев Ю. И. Контроль устойчивости дамбы хвостохранилища на ГОКе «Эрденет»// Горный журнал, №, 1998 , 3с.
2. Генеральное соглашение (заключено 4 декабря 1992 г.) между Правительством Республики Кыргызстан и Камеко Корпорейшн.
3. Генеральное соглашение с дополнениями и изменениями от 16 января 1993г., 3 сентября 1993 и 30 мая 1994 г.
4. Отчет Государственной Комиссии по проверке и изучению соблюдения ЗАО «Кумтор Оперейтинг Компани» (КОК) норм и требований по рациональному использованию природных ресурсов, охраны окружающей среды, безопасности производственных процессов и социальной защиты населения. Бишкек. Изд-во «Учкун», 2013, 488 с.
5. Постановление Правительства Республики Кыргызстан от 12 мая 1993 г. № 202 «О концессионном договоре между Правительством Республики Кыргызстан и совместным Кыргызско-Канадским предприятием «Кумтор Голд Компани».
6. Проект Кумтор Золото. Техничко-экономическое обоснование. Т. 1,2,3. Выполнено Килборн Инк. 1993
7. Хенрик Саленхорст и др. Технический отчет о золоторудном месторождении Кумтор (КР) подготовлен для «Центрерра Голд Инк». Торонто, Канада («Страскона Минерал Сервизис Лимитед»), май 2004 г., 95 с.

УДК 628.517.2:612.014.4

### **ВЛИЯНИЯ ШУМА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

*Шерматов Чынгыз Шерматович, магистрант, каф «Теплотехника и БЖД» КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира 66,*

**Цель статьи.** Исследование и изучение шума. Последствия и действия шума на организм человека. Шумовое воздействие одна из форм вредного воздействия на окружающую среду. Шум в крупных индустриальных городах одна из наиболее острых проблем современности.