


И.А. Торгоев

ЛЕДНИКИ, ЗОЛОТО И ГЕОЭКОЛОГИЯ КУМТОРА





Ак мөңгүлүү аска зоолор, талаалар,
Элибиздин жаны менен барабар.
Сансыз кылым Ала-Тоосун мекендеп,
Сактап келди биздин ата-бабалар

ИСАКБЕК ТОРГОЕВ

**ЛЕДНИКИ, ЗОЛОТО
И ГЕОЭКОЛОГИЯ
КУМТОРА**

Ф-3

БИШКЕК-2016

551.3

Т

УДК 551.332.56

ББК 26.222.8

Т 60

Рекомендовано к изданию

Учёным советом Института геомеханики и освоения недр НАН КР

Ответственный редактор – академик НАН КР,

д-р. техн. наук, проф. И.Т. Айтматов

Рецензенты: д-р. техн. наук, проф. К.Т. Таджибаев,

канд. техн. наук Ю.Г. Алёшин

Торгоев И.А

Т 60 Ледники, золото и геоэкология Кумтора. – Б.; 2016. – 197 с.

ISBN 978-9967-12-540-7

Существующая в Кыргызстане неудовлетворённость экономической отдачей от реализации проекта «Кумторзолото» в последние годы усугубляется обеспокоенностью Парламента, Правительства и гражданского общества страны по поводу нарастающих экологических издержек и угроз, связанных с разработкой этого уникального по запасам, масштабам освоения и условиям эксплуатации месторождения. В первую очередь эта обеспокоенность и тревога вызваны разрушением ледников, загрязнением водных объектов и ресурсов в верховье р. Нарын за счёт накопления в уязвимой нивально-гляциальной зоне Тянь-Шаня грандиозного количества твёрдых и жидких отходов добычи и переработки минерального сырья.

В книге приводятся сведения о состоянии ледников в районе рудника Кумтор до начала разработки золоторудного месторождения. На основе анализа геотехнических проблем дается оценка геоэкологических последствий воздействия на ледники мощного техногенного прессинга, вызванного добычей золота открытым способом. Рассмотрены негативные последствия складирования отвалов на ледниках, их нестабильность и движение, чреватые постепенным загрязнением воды и донных отложений в бассейне рек Кумтор-Тарагай-Нарын. Предлагаются возможные пути снижения негативного воздействия на ледники рассматриваемого района и окружающую среду с учётом дальнейшей отработки запасов Кумторского месторождения и рекультивации его потенциально опасных объектов.

Книга предназначена широкому кругу читателей: научным сотрудникам, менеджерам и инженерно-техническим работникам горнодобывающей промышленности, специалистам в области промышленной экологии и охраны природы, аспирантам и студентам горных вузов. Книга может оказаться полезной для политиков и экономистов, так как ледники в последние десятилетия стали объектами политической экологии и экологичной экономики. Библ. – 51 назв., рис. – 64, табл. - 3.

Т 1805040800-16

УДК 551.332.56

ББК 26,222,8

ISBN 978-9967-12-540-7

© Торгоев И.А., 2016

*Мы не получили**Землю в наследство**от своих предков - мы**всего лишь взяли её в долг у**наших детей ...*

Введение

Высоко в горно-ледниковом массиве Ак-Шыйрак совместное Кыргызско-Канадское предприятие «Кумтор Голд Компани» (КГК) ведёт добычу золота на самом крупном карьере Центральной Азии. Строительство основных объектов и сооружений высокогорного рудника Кумтор началось в 1994 г. В конце 1996 г. компания КГК выплавилла первый слиток Доре, а в 1998 г. был получен первый миллион унций золота. За период с 1997 по 2014 гг. канадская компания извлекла и продала свыше 320 тонн золота.

По мере освоения запасов уникального Кумторского месторождения нарастали масштабы и виды техногенных воздействий на окружающую среду рассматриваемого района. Особые природно-климатические условия высокогорья (наличие активных ледников, вечной мерзлоты с подземными льдами, суровый климат с интенсивной солнечной радиацией), специфика производственного процесса с использованием технологии цианидного выщелачивания золота, политические, управленческие ошибки и просчёты при заключении Генерального соглашения на разработку месторождения и последующих соглашений по реструктуризации проекта «Кумторзолото» в 2003, 2009 гг. породили целый ряд геотехнических, экологических проблем и социальных конфликтов, отрицательно повлиявших на постсоветское развитие горнодобывающей промышленности Кыргызстана.

Для рудника Кумтор наиболее серьёзными экологическими проблемами в настоящее время и угрозами в будущем являются риски, связанные с крупномасштабным техногенным прессингом на окружающие ледники (разгрузка льда, удаление ледников, складирование на ледниках грандиозных масс отвальных и пустых пород из карьеров). Мощное прямое и косвенное воздействие на близлежащие ледники в течение почти 20 лет вызвали их усиленное таяние и деградацию, а в случае с ледником Давыдова - разрушение. Неблагоприятными последствиями мощного техногенного прессинга на ледники стало постепенное загрязнение поверхностных вод и речных (донных) отложений в бассейне реки Кумтор сульфатами, нитратами и сопут-

ствующими золоту минералами, включающими соединения тяжёлых металлов. Национальные и международные эксперты отмечают, что загрязнение водных ресурсов в районе Кумтора будет продолжаться много лет после закрытия рудника.

По поводу экологических последствий разработки Кумторского месторождения существует широкий спектр мнений от полного отрицания негативного воздействия этого инвестиционного проекта на окружающую среду до чрезмерного преувеличения влияния рудника на различные компоненты природной среды, включая гидросферу. Обе эти крайние точки зрения существуют и продолжают распространяться в ежедневной информации, которую граждане Кыргызстана слышат и читают о Кумторе в средствах массовой информации (СМИ). Следует отметить, что в отношении состояния ледников в районе Кумторского рудника СМИ Кыргызстана с подачи «Центеръ» и КГК наводнены в основном материалами, в которых все проблемы с местными ледниками связываются с естественным процессом усилившегося таяния ледников за счёт происходящего потепления климата.

Ряд международных экспертов, включая специалистов независимой международной консалтинговой компании АМЕС Earth & Environmental Ltd. (АМЕС), обращают внимание на то, что КГК очень тщательно контролирует сбор, обработку, интерпретацию и подачу практически всей (экологической, социальной, инвестиционной и др.) информации, связанной с Кумторским проектом, передаваемой для общественности и регулирующих органов. Парадокс состоит в том, что в специальных отчётах и научно-технических публикациях на английском языке, которые читают единицы специалистов из Кыргызстана, руководство КОК подтверждает наличие серьёзных геотехнических и экологических проблем, а в многочисленных средствах массовой информации напрочь отвергают негативное воздействие золотодобычи на ледники в районе Кумтора.

Именно по этой причине в предлагаемой книге сделана попытка представить фактическую информацию и альтернативную точку зрения по поводу беспрецедентного и мощного техногенного прессинга на ледники Кумтора. Цель книги состоит в том, чтобы обратить внимание правительственных органов и уполномоченных государственных ведомств, депутатского корпуса, научной общественности, гражданского общества, экологических активистов, представителей средств массовой информации на реальные геоэкологические проблемы, связанные с техногенным прессингом на ледники Кумтора.

Несомненно, что все крупномасштабные инвестиционные проекты подобные Кумторскому связаны с компромиссами: некоторые экономические выгоды взамен значительных долгосрочных экологических последствий и издержек. Поэтому возникает несколько закономерных вопросов: Являются ли эти экологические последствия приемлемыми для населения, подвергающегося такому влиянию? Кто будет нести бремя экологических последствий и долгосрочные затраты после закрытия рудника? Насколько, лица принимающие решения по реализации таких проектов осознают возможные экономические и экологические риски, обусловленные несовершенством природоохранного законодательства Кыргызстана в условиях рыночной экономики.

Автор хотел бы этой публикацией помочь общественности, Правительству, регулирующим и контролирующим органам лучше понять и минимизировать будущие потенциальные угрозы для окружающей среды высокогорья, связанные с развитием горнодобывающей промышленности, которая считается локомотивом дальнейшего развития экономики Кыргызстана. Если учитывать, что в высокогорном «Золотом поясе Тянь-Шаня» по оценкам и прогнозам геологов ресурсы драгоценного металла составляют несколько тысяч тонн, тогда осмысленные уроки Кумторского проекта могут послужить залогом дальнейшего разумного и экологически безопасного освоения недр и гидроэнергетических ресурсов в высокогорных районах Кыргызстана (Джеруй, Кара-Кече, Карасай, Коёнду, Сары-Джаз, Учкошкон и др.).

В книге приведены сведения о состоянии ледников до начала разработки Кумторского месторождения. Дается оценка последствий воздействия на ледники мощного техногенного прессинга, вызванного добычей золота открытым способом. Рассмотрены негативные последствия складирования отвалов на ледниках, их нестабильность и движение, чреватые постепенным загрязнением воды и донных отложений в бассейне рек Кумтор-Тарагай-Нарын. Предлагаются возможные пути снижения негативного воздействия на ледники рассматриваемого района и окружающую среду с учётом дальнейшей отработки запасов Кумторского месторождения и рекультивации его потенциально опасных объектов.

При написании монографии использовались и анализировались материалы Технико-экономических обоснований (ТЭО) и Оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС), подготовленных проектными организациями СССР (ГИНАЛМАЗЗОЛОТО) и Канады (Kilborn Western Inc), технические

отчёты компании «Центерра Голд Инк» и отчёты «Кумтор оперейтинг компани» (КОК) по охране окружающей среды разных лет. Проанализированы результаты многочисленных геотехнических, гляциологических исследований, в том числе геофизических работ на природных и техногенных объектах рудника Кумтор, в которых принимал участие автор, начиная с 1998 г. Для объективной оценки природных и техногенных факторов деградации ледников использовались данные многолетнего мониторинга ледников, включая данные об их состоянии и динамике изменения до начала отработки месторождения.

Кроме перечисленных выше материалов и публикаций, большинство из которых недоступно для научного сообщества и общественности, в работе использовались результаты Отчёта Государственной комиссии по проверке и изучению соблюдения ЗАО «Кумтор оперейтинг компани» (КОК) норм и требований по рациональному использованию природных ресурсов, охране окружающей среды, безопасности производственных процессов и социальной защите населения (2013 г.), а также результаты «Экологического и технического аудита проекта золотодобычи «Кумтор Голд», проводившегося в 2013-2014 гг. по заданию ОАО «Кыргызалтын» международной консалтинговой компанией АМЕС. Автор принимал непосредственное участие в подготовке указанных документов и отчётов в качестве эксперта по геоэкологии и геотехнике.

Автор выражает глубокую благодарность своим ближайшим коллегам по работе в Институте геомеханики и освоения недр Ю.Г. Алёшину, Г.Э. Аширову, К.А. Абинову, В.А. Лосеву, принимавшим активное участие в выполнении трудоёмких геофизических исследований на различных природных и техногенных объектах высокогорного рудника Кумтор. Хотелось бы также выразить, слова благодарности С. А. Ерохину и М. Черны, с которыми в составе международной команды удалось выполнить значительный объём комплексных исследований, связанных с оценкой прорывоопасности ледникового оз. Петрова. Многие оценки геотехнических рисков и геоэкологические прогнозы, рассмотренные в настоящей книге, оказались близкими к реальности, благодаря неформальным обсуждениям с участием ведущих специалистов и экспертов в области геомеханики, горного дела и инженерной геологии академика И.Т. Айтматова, член-корр. К.Ч. Кожугулова, О.Д. Дуйшеева, Ш.А. Мамбетова, К.Т. Таджибаева, А.К. Чауса, Б.А. Чукина, Л.М. Хасбулатова, В. Шило. Проблемы охраны окружающей среды на руднике Кумтор были предметом многочисленных, подчас острых дискуссий с

депутатами, экологами и правозащитниками Э.А. Иманкожоевой, О.М. Артыкбаевым, К.С. Молдогазиевой, М.К. Кошоевым, Н.А. Абловой, Т.А. Исмаиловой. Познанию многих аспектов деятельности рудника Кумтор способствовало сотрудничество с сотрудниками «Кумтор Голд Компани» М. Фишером, Дж. Казаковым, В.Г. Вдовиным, Д.Р. Касеновым, К.К. Абдыгазиевым, С. Дюшембиевым, Ж.М. Дуйшеналиевым, Б. Идрисовым, А. Абдувалиевым, О. Медоевой, И.К. Чунуевым. Всем им автор выражает слова признательности и искренней благодарности.

1. Горные ледники: основные понятия и физические характеристики

Ледниками называют движущиеся естественные скопления льда атмосферного происхождения на земной поверхности. Ледники образуются из твёрдых атмосферных осадков (снега) там, где в течение года их отлагается больше, чем тает и испаряется. Ледники состоят из области аккумуляции - накопления льда и области абляции, разделённых линией равновесия - линией на леднике, на которой приход льда в течение года равен расходу (рис. 1).

К горным ледникам относят все многолетние стабильные или движущиеся массы фирна и льда, образованные путём кристаллизации снега, расположенные в гляциально-нивальном поясе гор, независимо от их, размеров и состояния сохранности. Гляциально-нивальная зона гор - это пояс современного оледенения с господством ледников, снежников, скалистых гребней хребтов и морен.

Размеры, форма и строение горных ледников весьма разнообразны и зависят от подстилающего рельефа (вмещающего ложа), соотношения между приходом и расходом льда через внешнюю поверхность. Среди горных ледников различают: *висячие*, залегающие на крутых высоких склонах гор, из-за чего часто образующие ледяные обвалы и ледопады; *каровые*, расположенные в углублениях-карах привершинной части гор; *долинные ледники*, стекающие по долине горной реки, которая определяет форму ледника (простая, сложная и дендритовая), характер и направление его движения. К числу долинных ледников в районе Кумторского рудника относятся ледники: Петрова (р. Кумтор); Лысый (ручей Лысый); Давыдова (р. Чон Сарытор); Сары-Тор (р. Кичи Сарытор).

Как отмечалось выше, горные ледники имеют зону аккумуляции, где происходит накопление льда за счёт кристаллизации и уплотнения снега и зону абляции, где происходит таяние льда. В процессе этих преобразований снег сначала превращается в фирн, а затем - в лёд. Как правило, высокогорные ледники в области аккумуляции состоят из холодного и сухого льда, а в области абляции - из тёплого и влажного. Соотношение между накоплением и снижением количества льда в леднике за определенное время (за один год или несколько лет) называется балансом массы ледника. При положительном балансе массы ледник увеличивается в объёме, при отрицательном - уменьшается. Баланс массы ледника служит индикатором климатических процессов и нередко используется для их прогноза на относительно короткие периоды времени.

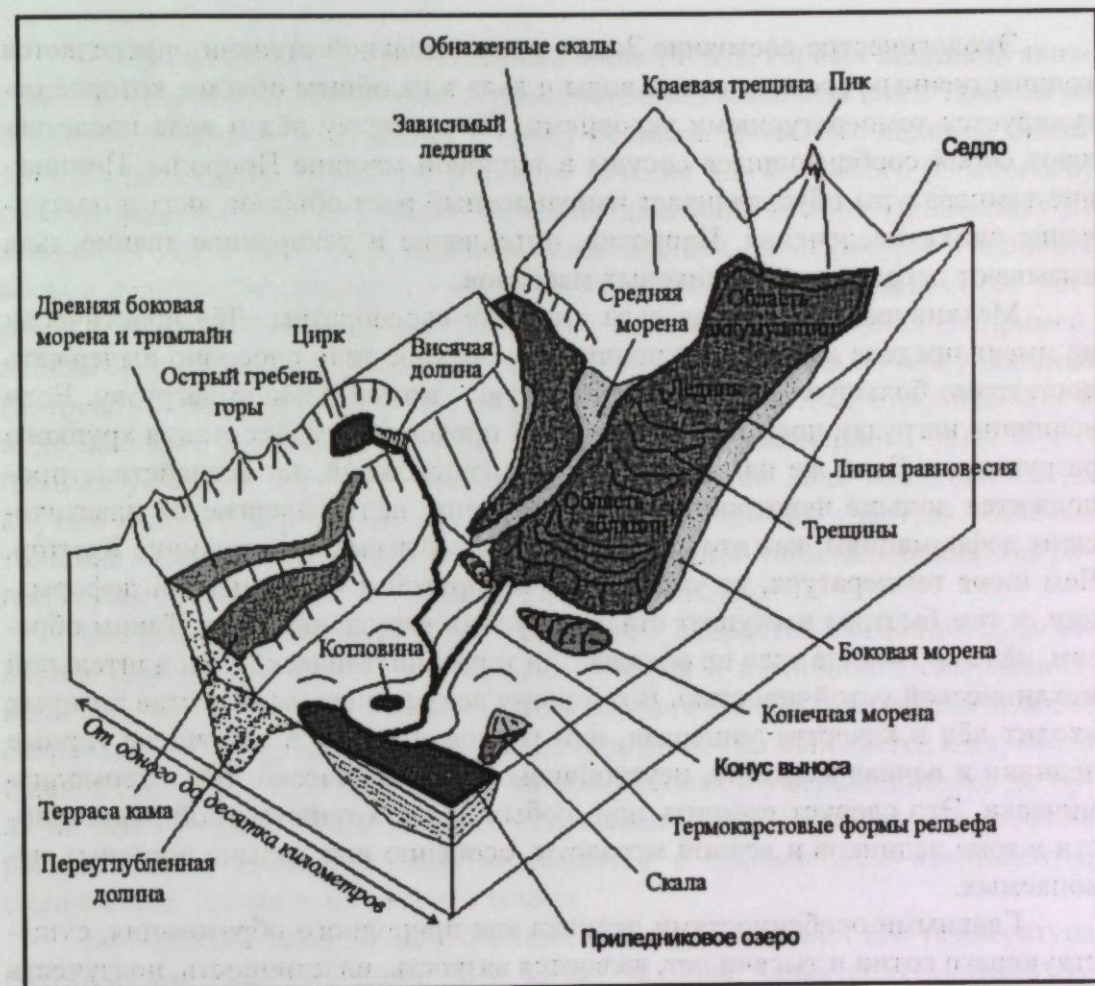


Рис. 1. Строение и формы типичного горного ледника

Природный лёд представляет собой вещество, обладающее свойствами одновременно минералов и горных пород. Лёд, является самым лёгким и самым низкотемпературным минералом земной коры, то есть лёд имеет самую низкую из всех минералов температуру фазовых превращений. Благодаря этому уникальному качеству природные льды любого генезиса, независимо от географической локализации и даже в самых суровых климатических условиях находятся в диапазоне естественных температур, близких к точке плавления. Следовательно, природный лёд как твёрдое тело неизменно находится в термодинамически неустойчивом состоянии.

Экологическое состояние Земли в значительной степени определяется количественным соотношением воды и льда в их общем объёме, которое регулируется температурными условиями. По существу лёд и вода представляют собой сообщающиеся сосуды в тепловой машине Природы. Понижение температуры обуславливает направленный рост объёмов льда и наступление эпохи оледенения. Напротив, потепление и ускоренное таяние льда вызывают деградацию ледниковых массивов.

Механические свойства льда столь же своеобразны. Лёд практически не имеет предела длительной прочности: ледяное тело способно выдержать достаточно большую, но кратковременную – моментальную нагрузку. Если величина нагрузки превышает некоторый предел, наступает стадия хрупкого разрушения. Если же нагрузка будет незначительной, но воздействие продолжится дольше некоторого лимита времени, лёд подвергнется пластическим деформациям, как это имело место под отвалами на руднике Кумтор. Чем ниже температура, тем уже диапазон упругой и пластической деформации, и тем быстрее наступает стадия хрупких нарушений льда. Таким образом, лёд как твёрдое тело не обладает ни термодинамической, ни длительной механической устойчивостью. Вот почему все геосистемы, в состав которых входит лёд в качестве минерала, или горной породы, в том числе горные ледники и вечная мерзлота, неустойчивы как механически, так и термодинамически. Это следует помнить при любых видах хозяйственной деятельности в зоне ледников и вечной мерзлоты, особенно при добыче полезных ископаемых.

Главными особенностями ледника как природного образования, существующего сотни и тысячи лет, являются вязкость, пластичность, ползучесть и текучесть. Перечисленные физико-механические свойства льда в значительной степени зависят от его температуры, которая влияет на прочностные и упругие свойства льда, играющие важную роль при оценке техногенных нагрузок на ледники. Установлено, что при понижении температуры нарастает упругость и хрупкость льда, а с повышением – его пластичность. Температурный режим ледников формируется под воздействием ряда природных и техногенных факторов. Среди природных факторов ключевую роль играют температура воздуха, мощность снежного покрова и моренных материалов. Из-за суточных, сезонных колебаний температуры воздуха значительной амплитуды, характерных для континентального климата ЦА, также значительно изменяются свойства льда и интенсивность процессов, происходящих в теле ледника.

Одним из наиболее существенных свойств льда горных ледников является то, что находясь на склоне, лёд движется под влиянием силы тяжести из области питания (аккумуляции) к концу ледника. Движение ледника может происходить в виде вязкопластического течения или блокового (глыбового) скольжения, либо их сочетания. Скорость движения ледника, зависящая от мощности (толщины) льда, наклона ложа ледника, температуры и наличия воды в леднике, колеблется от нескольких метров до нескольких сотен метров в год. Лёд течёт либо медленно, как пластичный материал (например, ледник Лысый на Кумторе), либо быстро из-за скольжения по ложу ледника (потревоженный ледник Давыдова), либо катастрофически стремительно в виде ледового обвала из-за хрупкого разрушения глетчерного льда. В типичных условиях гор наибольшая скорость течения льда наблюдается на крутых склонах и ригелях, а наименьшая – на пологих участках. Обычно толщина льда непосредственно связана с крутизной подстилающей поверхности: чем круче склон, тем меньше слой льда на ней.

Основными факторами при определении скоростей смещения льда является компонента вязкопластического течения и компонента скольжения. Если лёд приморожен к ложу ледника (ледник Лысый), то распределение скоростей по его продольному сечению (профилю) приближается к параболе с наибольшим значением скорости на поверхности и уменьшением её до нуля на ложе ледника. При наличии скольжения параболообразный профиль распределения скоростей льда сохраняется с добавлением компоненты, смещающей, профиль во всех его точках.

На характер течения льда большое влияние оказывает его температура (термический режим) в различных частях ледника, характеризующийся соотношением притока и оттока тепла в леднике, определяющим его температурное состояние. По тепловому (термическому) режиму ледники классифицируют на тёплые, холодные (ледник Лысый) и политермические (ледники Давыдова, Сары Тор), состоящие из холодного льда в верхней части толщи и тёплого в придонной её части. Чем холоднее лёд, тем медленнее его пластическое течение. Кроме того снижение температуры льда повышает «жесткость» льда и делает его более хрупким.

Факторы активизации и динамики движения ледников делят на природные и техногенные. К природным относятся: климатические условия; геоморфологические условия местности; сейсмические условия. Разнообразные сочетания указанных факторов определяют динамику поверхностных и внутренних процессов и так называемые «колебания» ледников.

2. Значение горных ледников и подземных льдов для жизнедеятельности людей в Центральной Азии

Посвящается памяти моего деда Кутана Торгоева, молодость и боевая жизнь которого, прошли на сыртах Иссык-Куля и Сары Джазы в окружении первозданных ледников и снежных вершин Тянь-Шаня

В сборнике «Ледники», изданном в Санкт-Петербурге в 1913 г., приводится такая почти молитва: «Возблагодарим же Предвечного, устроившего на вершинах гор скопления вод, чтобы по премудрому его распоряжению земля могла быть орошаема». И дальше: «Достаточно взглянуть во время жаров и засух на источники, потоки и реки, чтобы убедиться, что ледники суть не что иное, как запасные магазины, открытые для нужд всего живущего...».

Гляциологи часто называют ледники азиатских горных хребтов «третьим полюсом» планеты Земля. Горная система Тянь-Шаня, в особенности, её оледенение и «вечная мерзлота» верхнего нивально-гляциального пояса (криолитозоны) гор имеют чрезвычайно важное значение для всей Центральной Азии (ЦА). Тянь-Шаньские горы, являясь естественным барьером для воздушных масс, проникающих в центр континента Евразии, имеют большое влияние на глобальные и региональные атмосферные процессы и круговорот воды. Известно, что взаимодействие между атмосферными циркуляционными процессами, горами и равнинами обеспечивает механизм для обмена влаги над засушливой территории ЦА. Поэтому горы играют важную роль в распределении водных (водно-ледниковых) ресурсов и гидроэнергетического потенциала. Переменная облачность, сезонный снег и лед накапливаются в горах в виде экономически выгодного гидрологического ресурса, обеспечивая приток воды в вегетационный период. Ледники и многолетнемёрзлый грунт (вечная мерзлота) могут храниться в течение многих десятилетий, и образуют основной резерв для речного стока в чрезвычайно сухие годы. Аккумулируя громадное количество дефицитной чистой пресной воды, горные ледники, лёд и снег в криолитозоне Тянь-Шаня, Памира и Гиндукуша оказывают существенное значение на многие стороны жизнедеятельности населения региона.

Гидрологическое значение ледников (табл. 1). В Центральной Азии ледники служат в качестве своеобразных «водонапорных башен» (рис.2), обеспечивая непрерывную подачу свежей воды в густонаселённые долины,

позволяя, тем самым, осуществлять экономическую деятельность. Воды ледников Тянь-Шаня и Памира представляют собой законсервированный ресурс регионального значения.



Рис. 2. Ледниковая река в верховьях глетчера Южный Инылчек – крупнейшего ледника Тянь-Шаня, ответвляющегося от пика Хан-Тенгри

Роль ледников как резервуаров чистой, пресной воды особенно велика в горах Тянь-Шаня, окружённых пустынными районами. Несмотря на сухой климат региона ЦА, талые воды горных снегов, ледников и вечной мерзлоты формируют крупнейшие азиатские реки, подавая воду для более, чем 100 миллионов человек, живущих по разные стороны от Тянь-Шаня и Памира. В горных районах ЦА формируется 80% пресной, кристально чистой воды, из которых 45% составляют талые воды сезонного снега, доля ледникового стока составляет 20 %, а талые воды вечной мерзлоты -5% от общего годового стока рек. В летнее время, наиболее важная для сельского хозяйства, роль ледникового стока резко возрастает, достигая в среднем по Центральной Азии 20-40%, а в экстремально жаркие и сухие воды – 70-80%

Вся история жизнедеятельности народов региона ЦА регулировалась их битвой за жизнь в течение тысяч лет, создавая древние и развивая современную цивилизацию.

менные поселения вдоль рек и артезианских источников. "Великий Шелковый путь", являющийся основным путём взаимосвязи между восточной и западной цивилизациями, не смог бы существовать без снега и ледниковой воды в этом горном регионе Евразии. Следовательно, снег и лед ледников играют ключевую роль в жизни людей этого региона во многих аспектах.

В табл. 1, взятой из работы Якуба Кроненберга [1] и модифицированной нами применительно к специфическим особенностям Тянь-Шаня, рассмотрены основные экономические (рыночные) и нематериальные характеристики горных ледников, имеющие важное значение для жизнедеятельности человека и устойчивого развития экономики.

Общеизвестно, что густонаселённые долинные и равнинные районы Центральной Азии, окаймляющие горы Тянь-Шаня, Памира и Гиндукша сталкиваются с растущим спросом на водные ресурсы. Около 80% речного стока в регионе формируется за счет ледников, снежников и вечной мерзлоты, и с отступлением ледников, деградацией вечной мерзлоты, вызванных глобальным потеплением климата и антропогенным воздействием, приток воды ухудшается, что ставит под угрозу экономику и основы жизнедеятельности в регионе. Проблемы водоснабжения потенциально могут дестабилизировать политическую ситуацию в регионе ЦА, так как многие из рек являются трансграничными: ледники в государствах верховья (Кыргызстане, Таджикистане) являются источником воды для рек в других государствах, расположенных в низовьях, то есть ледники являются не только водным, но и политическим ресурсом. В этой связи в условиях рыночной экономики экономическое значение и оценка ледников, как источников водноледниковых ресурсов может и должна применяться для определения стоимости воды, используемой для питья, орошения сельскохозяйственных угодий, производства гидроэнергии и других секторов экономики, зависящих от воды, и конечно, для выживания человека.

В широко распространённом обывательском представлении горные ледники являются лишь источниками питания рек, стекающих в долинные и равнинные районы. К сожалению, такой узкой точки зрения придерживаются некоторые специалисты гидрологи и гидротехники, в их числе авторитетные учёные из академических кругов. При таком узко-прагматическом и сиюминутном подходе упускаются из виду другие особенности ледников, имеющие важное экономическое, экологическое, научное и эстетическое значение.

Таблица 1. Экономическое и нематериальное значение ледников для жизнедеятельности населения горных регионов

Ценностные характеристики	Свойства ледников	Расшифровка, свойства, значимость	Экономическая и нематериальная оценка фактора
Рыночные (потребительские) свойства ледников	Ледники - источники чистой, пресной воды, используемой для питья, орошения, производства экологически чистой электроэнергии на ГЭС	В гидрологическом аспекте горные ледники - это своеобразные «водонапорные башни», которые накапливают и хранят воду	Вода - товар, имеющий рыночную стоимость и важное экономическое значение для выживания человечества, сельского хозяйства, гидроэнергетики
	Ледники - своеобразные регуляторы климата, индикаторы изменений климата	В климатическом аспекте ледники вносят вклад в регулирование климата: снижение температуры воздуха, увеличение атмосферных осадков	Климатический фактор ледников имеет экономическую значимость и стоимость
	Ледники - объекты альпинизма, горнолыжного спорта, экотуризма, рекреации	Массовые катания на лыжах на ледниках - источник экономической выгоды	Экономическая значимость как объектов индустрии, туризма и рекреации
Экономические и научно-информационные свойства ледников	Ледники - источники информации об истории развития Земли, изменении климата в геологическом и историческом прошлом	Научная значимость состоит в разработке ретроспектив, которые могут быть использованы для прогнозирования изменений климата	Экономическое и научное значение как источник важной информации
	Ледники-хранилища образцов форм жизни далекого прошлого (вымершие животные, предки людей)	Демонстрация ледниковых находок в музеях и на выставках приносит экономическую выгоду	Экономическое и научное значение как своеобразного природного банка данных и депозитария
Нематериальные свойства (значение) ледников	Эстетическая и духовная значимость ледников и ледниковых вершин как религиозных и иных символов	Чудеса природы, эстетического наслаждения и объекты духовного и религиозного поклонения, релаксации	
	Ледники - объекты экологического наследия	В связи с изменением климата, ростом осведомленности о его потеплении этот фактор приобретает все большую ценность	
Негативные свойства (факторы) ледников	Ледники препятствуют реализации инвестиционных проектов освоения минеральных, гидроэнергетических и прочих ресурсов, развития инфраструктуры		Экономические издержки и экологический ущерб в результате деятельности ледников (например, на руднике Кумтор)
	Ледники являются источниками гляциальных катастроф и стихийных бедствий (прорывы ледниковых озёр и сели)		Экономический и социальный ущерб от ледниковых катастроф и стихийных бедствий

Глобальное потепление вызывает ускоренное таяние, сокращение объёма ледников и поступление талых вод в реки в дополнение к стоку годовых осадков. Сток, аккумулированной в ледниках воды, существует в годы с малыми осадками и в конце летнего периода, когда сезонный снежный покров большей частью растаял. Таким образом, ледники обладают буферным эффектом, действуя как регуляторы стока и обеспечивая надёжность в период низкого стока. Однако, в то время как в краткосрочной перспективе таяние ледников будет обеспечивать поступление дополнительной воды в реки, в более отдаленной перспективе, когда ледники растают, их буферный эффект будет исчерпан и дополнительная вода больше не будет доступна. Таким образом, скорее всего, произойдет увеличение изменчивости стока с соответствующим изменением его надёжности. Очевидно, с уменьшением размера ледников сток в конце летнего периода сократится. Очень важным вопросом является: как долго сокращающиеся ледники будут поставлять воду в дополнение к годовым осадкам? В зависимости от протяженности ледников и скорости глобального потепления, ответ на этот вопрос будет различаться от одного района к другому.

Ледники-источники чистой талой воды. Талые воды ледников имеют приоритет перед более традиционными источниками подземных вод, так как эта вода не фильтруется через грунты и горные породы, где целый ряд растворенных твердых веществ и органических частиц, таких как минералы, грязь, соли, песок, металлы, химические вещества и загрязнители могут быть прикрепленными к любой молекуле воды. Ледниковая вода происходит в основном из растаявшего льда под ледником (рис.3а), который защищает его от внешних загрязнений. Кроме этого, ледниковая вода отличается от обычной своей структурой, более сходной со структурой протоплазмы клеток человека. По этой причине употребление ледниковой воды облегчает работу внутренних органов человека, воздействует на состав крови, что обеспечивает полноценную работу сердечно-сосудистой системы, нервной системы, нормализует работу мышц, улучшает общее самочувствие. Давая человеческому организму дополнительную энергию, ледниковая вода снижает утомляемость, позволяет обходиться меньшим, чем обычно, количеством пищи и продолжительностью сна, заметно стимулируются жизненные процессы, особенно это проявляется в повышении сопротивляемости организма, как вирусным заболеваниям, так и онкологическим.

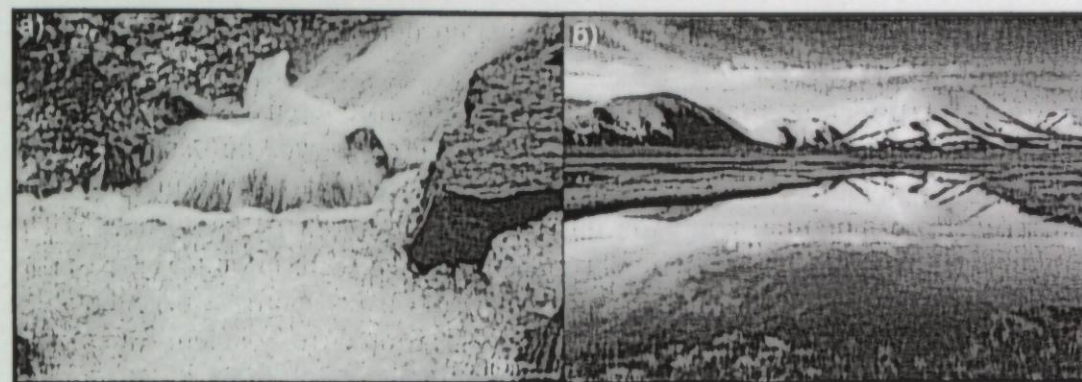


Рис.3. Чистая талая вода: а) ледника; б) подземного льда вечной мерзлоты

Одной из самых чистых бутилированных вод в мире считается вода «10 thousand BC» с ледников Британской Колумбии (Канада), которые питаются незагрязнёнными атмосферными осадками, приносимыми преимущественно с Тихого океана. Состав воды «10 thousand BC»: кислотность (pH) - 6.89; жесткость воды - 1.08; общая минерализация - 4 мг/л; кальций (Ca^{++}) - 0.32 мг/л; магний (Mg^{++}) - 0.06 мг/л; натрий (Na^{+}) - 0.01 мг/л; хлориды (Cl^{-}): 0.00 мг/л; сульфаты (SO_{4-}): 0.00 мг/л. Эта ледниковая вода ультра-премиум класса является самой дорогой питьевой водой во всём мире, так как её рыночная стоимость составляет 46 долларов за бутылку емкостью 0,75 литра (Официальный сайт: «10 THOUSAND BC» - Luxury Glacier Water). Вода с ледников Британской Колумбии, незатронутых техногенным воздействием, относится к классу ультра-премиум класса. Однако талые воды с ледников Давыдова, Лысый, Сарытор уже никогда не будут даже обычной питьевой водой. Дефицит чистой пресной воды в регионе ЦА может породить новые региональные угрозы и риски. Вероятность возникновения такого дефицита в недалёком будущем требует особо бережного отношения к горным ледникам Тянь-Шаня.

Вода дороже золота и доступ к ней должен быть глобальным правом человека, которое превосходит по своей значимости все другие соображения. Подавляющая часть населения Кыргызстана может прожить всю жизнь без золота, а без воды не проживёт и дня.

В связи с нынешним состоянием ледников Кумтора важно проникнуться пониманием и осознанием того, что при таянии разрушенного льда, перемешанного с грандиозной массой раздробленных горных пород, в реки и водотоки поступает загрязнённая вода, которая является основным агентом дальней-

шего рассеяния (миграции) загрязнений вниз по течению рек Кумтор-Тарагай-Нарын.

Климатическое значение ледников. Помимо воды ледники вносят весомый вклад в регулирование местного климата за счёт снижения температуры и увеличения количества атмосферных осадков. Особенно ощутимо климатическое влияние ледников ощущается в жаркий период года, когда изнурительная дневная жара в предгорных районах и мегаполисах (Алматы, Бишкек, Ош) сменяется благодатной прохладой и комфортом в вечернее и ночное время. В этом отношении, например в Ташкенте, удалённом от ледников и снежников, в разгар лета нестерпимо жарко как днём, так и ночью. Не случайно в царские времена в качестве летней резиденции губернатора Туркестанского края был выбран г. Ош, расположенный у подножья Алайского хребта (рис.4), с его многочисленными ледниками, снежными вершинами и ледниковыми озёрами.

Ледники – объекты туризма, спорта и отдыха. В условиях рыночной экономики возрастает значение горных ледников и снежников для развития массового и экологического туризма (научный экотуризм, познавательный экотуризм, бёрдвотчинг, ботанические экскурсии, видео- и фотоэкскурсии, этнический туризм и др.), экстремальных и горнолыжных видов спорта и отдыха

В этом случае при оценке значимости ледников как природного ресурса могут быть использованы оба метода рыночной и нематериальной оценки, включая экономические выгоды, достигнутые регионами с ледниками. Не секрет, что часто посещаемые ледники и ледниковые пики в Альпах, Гималаях и других горных регионах, служат существенным источником пополнения государственного и местного бюджета в Швейцарии, Непале (например, стоимость восхождения на Эверест составляет для одного альпиниста 25 тыс. долларов США).

Вместе с этим в последние годы в ряде стран экологическая общественность критически воспринимает строительство горнолыжных баз в высокогорных районах. Например, в соседнем Казахстане акимият г. Алматы и Министерство индустрии и новых технологий Республики Казахстан приняли решение о строительстве горнолыжного комплекса мирового класса на территории Иле-Алатауского Национального природного парка. Первым этапом строительства обозначена территория урочища Кок-Жайляу и горы Кумбель. На первоначальном этапе длина лыжных трасс составит 65 км. Следующим этапом планируется застройка всего Иле-Алатауского природного парка в

урочище Кок-Жайляу. Гражданские активисты Казахстана и ряд международных организаций, включая ЮНЕСКО, рекомендовали руководству страны отказаться от осуществления этого туристического «мегапроекта», который чреват не только большими финансовыми рисками и серьёзной угрозой для природы, но и может вызвать активизацию опасных природных процессов (оползней, селей) с непредсказуемыми последствиями.



Рис.4. Панорамы городов Бишкек и Ош на фоне ледниковых и снежных вершин

Духовное и культурное значение ледниковых вершин. Являясь высочайшими и впечатляющими чертами ландшафта, горные ледники вполне естественно вызывают чувство восхищения и благоговения. Под воздей-

ствием этих впечатлений люди во всём мире, даже принадлежащие современному светскому обществу, испытывают при виде ледяных и снежных вершин нечто такое, что насыщает их священной аурой. Не случайно в последние годы значительно возросло число не только профессиональных альпинистов, но и туристов весьма почтенного, часто пенсионного возраста из Японии, США и др. стран, посещающих на вертолётах район Хан-Тенгри. Всё для того, чтобы насладиться фантастическим видом этой вершины и окружающих грандиозных ледников и зарядится особым видом энергии, излучаемой «Властелином неба». Кстати, только за удовольствие полюбоваться видом Хан-Тенгри туристические фирмы Казахстана и Кыргызстана берут с каждого туриста до 3 тыс. долларов США.

Это свидетельствует о том, что велика эстетическая значимость ледников и ледниковых вершин как духовных символов. Благодаря свойству сохраняться в памяти, ледниковые вершины во всём мире стали в значительной степени отражать высочайшие ценности и веру многих культур и традиций. Для некоторых народов вершины, покрытые ледниками и вечным снегом, почитаются как культовые и религиозные символы. К примеру, гора Кайлас в Тибете, возвышающаяся в виде индуистского храма или буддистского монумента, является самой священной горой в мире для миллиарда людей в Азии. Кыргызы, поклоняясь Хан-Тенгри, называют её «Кан-Тоо», что в буквальном переводе означает «Гора Крови»... Такое название отчасти объясняется тем, что в момент восхода и захода солнца пик окрашивается в алый кровавый цвет (рис.5).

Возможно, загадочность и таинственность Хан-Тенгри послужили основой для зарождения «тенгрианства» ещё в первом тысячелетии до нашей эры. В 90-х годах XX века у Тенгри вдруг обнаружилось множество поклонников. В 2003 г. в Бишкеке была проведена конференция по тенгрианству. Причём тенгрианство воспринимается как «исконная» и «традиционная» религия тюркских народов, где Тенгри не только синонимом Всевышнего, но и выражение коллективного духа тюркских народов.

Святость горных вершин освящает культурные и духовные аспекты, которые глубоко воздействуют на восприятие и отношение людей к природе. Эти духовные ценности и убеждения в значительной степени определяют, какие природные ресурсы и качества людей, живущих в данной окружающей среде, можно использовать, а какие следует стремиться защищать. Безусловно, ледники являются уникальными объектами природы гор, которые природа и Всевышний создавали много тысяч лет и которые тре-

буют защиты не только как источники чистой воды, индикаторы и регуляторы климата, но и как духовные и религиозные ценности. У мусульманских народов есть очень ёмкое слово «харам», которым обозначают всякое действие, категорически запрещаемое и осуждаемое обществом и исламским правом. В этом смысле воздействие золотодобывающей компании «Центерра» на ледники Кумтора представляется «экологическим харамом».

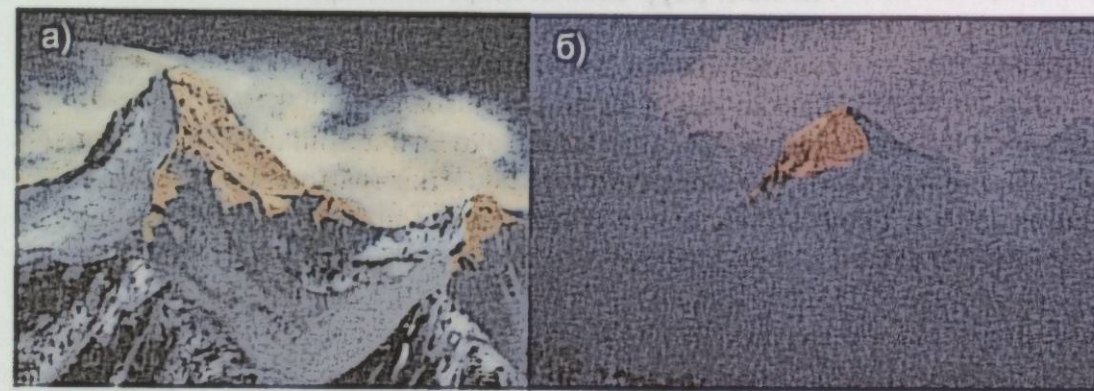


Рис. 5. Хан-Тенгри, Гора крови, Властелин неба, Гранённый Рубин – всего лишь часть названий и эпитетов одной из красивейших и таинственных ледниковых вершин Мира.

Политика, проводимая в интересах сохранения природы и устойчивого развития, должна учитывать эти культурные и духовные факторы, иначе она не сможет рассчитывать на поддержку местных сообществ и отдельных людей, на которых следует делать ставку при освоении разнообразных природных ресурсов гор.

Здесь стоит обратить внимание на то, что в соответствии со второй статьей Закона «О стратегических объектах Кыргызской Республики», принятого 23 мая 2008 г. ледники Кыргызстана отнесены к стратегическим объектам. В статье 3 этого же Закона записано, что Правительство КР устанавливает специальные требования к режиму функционирования и эксплуатации стратегических объектов, направленные на обеспечение национальной безопасности.

Для многих людей, как с традиционным, так и с современным укладом жизни, окружающая среда является не только природной. Она включает в себя культурные и духовные аспекты, которые делают её особо значимой – источником жизни в самом глубоком и широком смысле. В этом смысле

Кыргызы относятся к воде и ледниковым вершинам (Ак-Калпак) не только как к физическим частям экосистемы, которые нужны для их жизнедеятельности. Они позиционируют их важными компонентами высшей системы ценностей, выражением более глубокой действительности, которая поддерживает их духовно, культурно и физически. Не случайно Гимн Кыргызстана начинается с таких слов:

Ак мөңгүлүү аска-зоолор, талаалар,
Элибиздин жаны менен барабар.
Сансыз кылым Ала-Тоосун мекендеп,
Сактап келди биздин ата-бабалар,

имеющих глубокий философский смысл и экологический подтекст.

Примечательно, что в преддверии 100-летия трагических событий восстания 1916 г. (Уркун) предпринята экспедиция по поиску, сбору и перезахоронению останков тел тысяч людей, погибших на высокогорных перевалах во время массового перехода в Китай (рис.6). Большая часть останков тел сохранилась благодаря консервирующей способности льда ледников и вечной мерзлоты, хотя ледники служили серьезной преградой для беженцев во время массового перехода в Китай.



Рис. 6. Массовый переход кыргызов через высокогорные ледниковые перевалы в Китай во время восстания 1916 г. (Уркун)

Научная значимость ледников. Высокие горы Центральной Азии, покрытые вечными снегами, фирном и льдом, накопили уникальную информацию об изменении климата и экологических изменениях в регионе за последние сотни и тысячи лет. В этом отношении особую научную ценность представляет способность ледников в сохранении и предоставлении информации об истории развития Земли, колебаниях климата в историческом и геологическом прошлом. В условиях очередного глобального потепления климата и прогресса познания, выяснилось, что тающие горные ледники раскрывают законсервированные в их мощных глубинах секреты и захватывающие образцы прошлых форм жизни: вымерших животных, древних людей и наших предков (рис. 7). Находки множатся по всему миру: мумии детей инков, кладбище древних рептилий, скрывавшееся под ледником в Чили. Археологи недавно открыли специализированное издание - «Журнал ледниковой археологии».

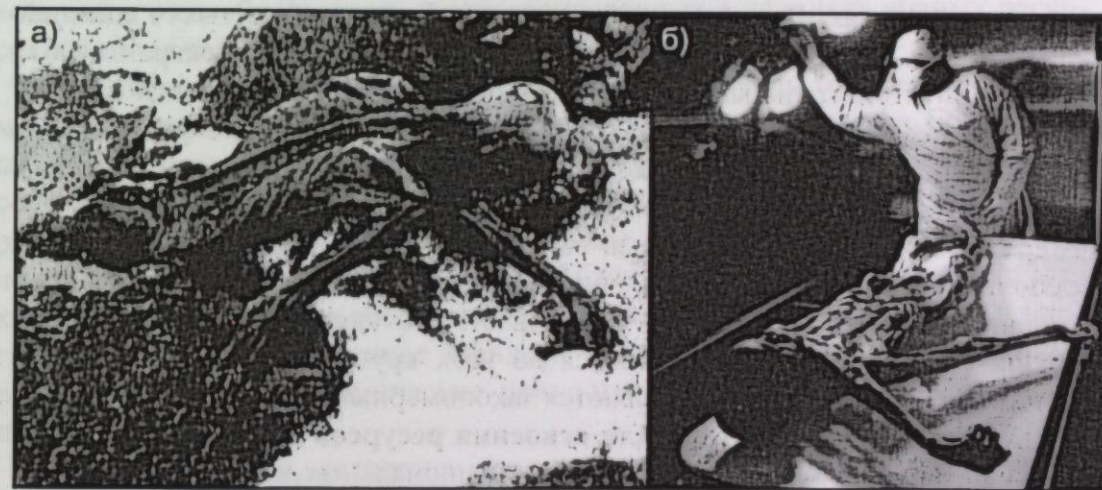


Рис. 7. Ледяной человек Эци, обнаруженный под растаявшим ледником в Альпах (слева), стал уникальной находкой для мировой науки

Настоящей мировой сенсацией стало обнаружение в 1991 г. в Тирольских Альпах, в результате сильного таяния ледника «Симилаун», хорошо сохранившегося тела (мумии) древнего человека, которого окрестили именем Эци (рис.7). Возраст мумии, определённый радиоуглеродным методом, составил примерно 5300 лет! В тщательное и всестороннее изучение этой старейшей мумии были вовлечены сотни учёных из разных стран, которые с помощью современных компьютерно-томографических технологий выявили многие особенности жизни и состояния здоровья этого человека из эпохи

Неолита. В октябре 2011 г. учёные заявили, что расшифровали геном Эци. Ожидается, что, расшифровав генетический код Эци, исследователи продолжат изучать его и, возможно, сделают новые открытия.

Начиная с 1997 г., Эци выставлен в Южнотирольском музее археологии в Больцано (Италия). На месте находки Эци, на высоте 3200 метров над уровнем моря установлен 4-метровый памятник из камня в форме пирамиды. Следует отметить, что и музей и место находки Эци являются объектами массового посещения туристами из разных стран, что позволяет получать экономическую выгоду от ледяного человека за счёт продажи билетов.

Ледники – источники опасных гляциальных процессов (рисков). Рассматривая всестороннее значение ледников, следует помнить об опасностях, связанных с ледниками (табл.1). Горными ледниками вызван ряд крупнейших катастроф, подробно описанных в многочисленных научных и популярных журналах. Достаточно вспомнить гибель десятков тысяч жителей горных долин в Перуанских Андах, у подножья массива Уаскаран (1962, 1970 гг.), опустошительные каменно-ледовые лавины в Кармадонском ущелье на Кавказе (2002 г.) катастрофические паводки и сели по ледниковым рекам Иссык и Малая Алмаатинка в Заилийском Алатау, прорывы ледниковых подпруженных озер при быстрых подвижках ледника Медвежьего на Памире, катастрофический прорыв оз. Яшилкуль в Алайском хребте при переполнении его ледниковыми водами. Анализ географического распространения такого рода событий показывает, что гляциальные стихийно – разрушительные процессы случаются во всех крупных горно-ледниковых районах мира; более того, они являются закономерным явлением.

Ледники – препятствия для освоения ресурсов гор. С точки зрения отдельных крупных компаний или транснациональных корпораций, но не общества в целом, ледники могут представлять собой препятствия для развития крупных инвестиционных проектов. Это имеет место при освоении крупного золото-серебряного месторождения «Паскуа Лама» на границе Аргентины-Чили, медного месторождения «Андина» в Чили и «Кумтор» в Кыргызстане. Преимущества, которые люди получают от ледников (или, в некоторых случаях ущерб от потери ледников) зависят от решений, которые принимают люди и компании. Снижение запасов льда, может вызвать в будущем дефицит воды как источника питьевой воды, орошения сельскохозяйственных угодий источника гидроэнергии и привести к изменению местного климата. Но как выясняется по опыту Кумтора дело даже не в потере

незначительного количества воды, а проблема заключается в потенциальном загрязнении водных ресурсов в огромном бассейне реки Нарын (Сырдарья).

Как известно, рациональное природопользование, в том числе освоение недр, основано на двух началах:

- сохранении природной среды для нормальной жизнедеятельности человека и всего живого (фауны, флоры, биоты);
- бережном использовании невозобновляемых природных ресурсов и поддержании возобновляемых.

В этом отношении золото и другие ценные компоненты (серебро, вольфрам и пр.) Кумторского месторождения относятся к невозобновляемым, а ледники к возобновляемым природным ресурсам гор. Очевидно, что при неразумном техногенном воздействии в условиях происходящего потепления климата велика вероятность разрушения и утраты горных ледников, когда о возобновимости законсервированных в ледниках водных ресурсов придётся забыть навсегда.

Уязвимость людей, зависимых от ледниковой воды, от изменения климата или антропогенного и техногенного прессинга на ледники может привести к социально-экономическим издержкам, таким как повышенный риск социально-политических конфликтов (водные войны), возрастающая внутренняя и внешняя миграция и проблемы с продовольствием. Кроме того, ледниковый сток в некоторых странах (например, в Кыргызстане и Таджикистане) используется в соседних странах или трансформируется им в виде гидроэнергии. Антропогенное таяние и уничтожение ледников будут подрывать рыночные экономические ценности (выгоды), которые имеются в настоящее время.

Таким образом, ледники и вечная мерзлота гор страдают от широко распространенного невежества и неосведомлённости в отношении их значимости и их разнообразных функций, а также их хрупкости и уязвимости. Отсутствие оценки, неадекватная оценка или недостаточное выражение эколого-экономического предпочтения могут вызвать нарастание риска дальнейшей антропогенной (техногенной) деградации ледников во всё больших масштабах в связи с реализацией экологически неразумных проектов, в том числе добычи золота открытым способом.

3. Опыт освоения минеральных ресурсов в ледниковых районах

Неблагоприятное воздействие горнодобывающей промышленности на окружающую природную среду известно давно. Добыча из недр Земли минералов и полезных ископаемых, их переработка, обогащение и извлечение ценных компонентов невозможны без выбросов и рассеяния в окружающей среде металлов, радионуклидов и кислотообразующих веществ. Геохимическое техногенное загрязнение различных компонентов природной среды, возникающее при эксплуатации месторождений полезных ископаемых, по площади всегда больше, чем другие её нарушения. Извлечённые из недр Земли и обогащённые в технологических циклах многие сопутствующие элементы в окружающей среде приобретают токсичные свойства. Накапливаясь в природных объектах, многие подобные элементы (экотоксиканты) способны вовлекаться в биогеохимические циклы (круговорот) и накапливаться в живых организмах, а значит вызывать в них неблагоприятные последствия.

В этом смысле крупномасштабная деятельность человека, связанная с добычей полезных ископаемых, радикальным образом меняет течение естественных процессов в окружающей природной среде. Раньше воздействие горнодобывающей промышленности на окружающую природную среду ранее воспринималось как неизбежное обстоятельство, связанное с необходимостью удовлетворения всё возрастающего спроса на минеральные ресурсы. Однако на рубеже XX-XXI веков, в период наступления разработчиков недр на морское дно, шельф и высокогорные регионы, эта неизбежная связь между добычей полезных ископаемых и неминуемым разрушением окружающей среды была подвергнута сомнению.

До недавнего времени высокогорные регионы, отличающиеся не только значительной высотой, но и суровыми природно-климатическими и сложными горно-геологическими условиями, были относительно удалены и недоступны. Это отчасти сдерживало освоение богатых минеральных ресурсов высокогорья в нивально-гляциальном поясе гор (высокогорной криоли-тозоне), характеризующимся наличием ледников и вечной мерзлоты. Однако технический прогресс и растущий спрос на драгоценные и цветные металлы (золото, медь, цинк) способствовали повсеместному наступлению горнодобывающей промышленности на земные недра в любых природно-географических условиях, в том числе высокогорья.

История крупномасштабного промышленного освоения недр в горно-ледниковых районах свидетельствует о том, что до недавнего времени добыча полезных ископаемых под горными ледниками велась исключительно подземным способом, который по сравнению с открытым способом разработки характеризуется значительно более щадящим режимом воздействия на окружающую среду, в первую очередь на ледники.

Во многих отношениях весьма показателен и поучителен канадский опыт добычи медной руды в Британской Колумбии на руднике Granduc под ледником Leduc (рис. 8), осуществлявшийся компанией Granduc Operating Company (GOC) в период 1971-1984 гг.

Следует отметить, что по результатам обширных гляциологических исследований мощность ледников над рудным телом составляла 450-700 м. Медная неконцентрированная руда, добытая в шахте, сначала транспортировалась по 17-и километровому подземному туннелю под ледниками Leduc, Berendon, Frank Mackie (на рис.8 трасса туннеля показана пунктирной линией) к дробильно-сортировочному комплексу, расположенному у ледникового озера Tide, вблизи от языка ледника Berendon. Примечательно, что до прокладки транспортного туннеля, начиная с 1957 г., был выполнен огромный объём геолого-разведочных работ (бурение глубоких скважин, геофизическое зондирование через тело ледников) с тем, чтобы избежать проходку туннеля через тело ледников [43].

Затем рудный концентрат транспортировался грузовыми самосвалами по автодороге длиной около 50 км через границу Канады-США в доки порта Стюарт, откуда он по морю доставлялся на перерабатывающую фабрику. Таким образом, во-первых, осуществлялась подземная добыча руды, которая практически не влияла на состояние окружающих ледников. Во-вторых, что не менее важно, были разнесены место добычи и место переработки руды. Суть в том, что экологическая опасность воздействия производства цветных металлов на ландшафт и окружающую среду значительно усиливается, если руды этих металлов перерабатываются непосредственно в районе их добычи, как это имеет место на руднике Кумтор. В таком, уже давно не используемом варианте, происходит поступление техногенных выбросов (промстоков) в ландшафты, сформировавшиеся в ореолах рассеивания рудных месторождений и сопутствующих им минералов, в которых воды, почвы и растения, и без того обогащённые тяжёлыми и редкими металлами, быстро достигают критических пределов для нормальной жизнедеятельности человека и биоты.

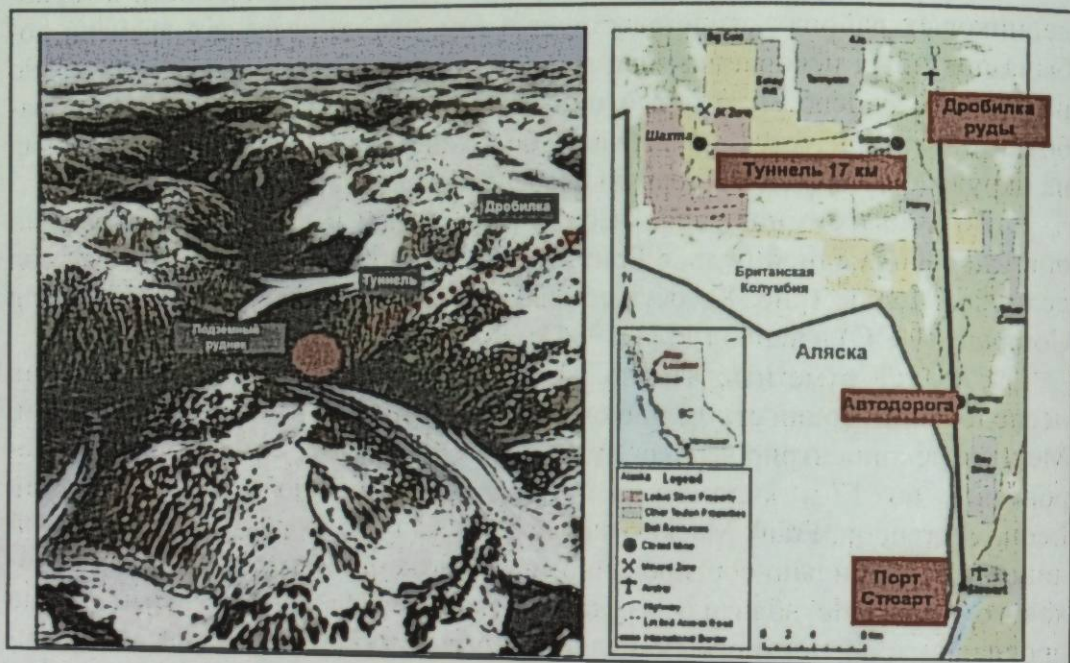


Рис. 8. Карта с расположением подземного рудника Granduc в ледниковом районе Канады (Британская Колумбия) и объектов его инфраструктуры [43]

Специалисты компании АМЕС, выполнившие по заданию Правительства Кыргызстана экологический аудит рудника Кумтор в связи с влиянием добычи и переработки руды на ледники Кумтора отмечают следующее: *«Горнодобывающая деятельность, которая влияет на ледники, не является новым явлением. Ранняя горнодобывающая деятельность в 1960-х годах вблизи ледника Ледук в Канаде, а именно добыча меди компанией «Грандук Оперейтинг Компани» (ГОК) описывается как «триумф человека над некоторыми жесточайшими препятствиями, которые Природа когда-либо ставила на пути освоения недр и развития горного дела».*

Оценивая возможные результаты хозяйственного использования природы человеком Ф. Энгельс писал: *«Не будем, однако слишком обольщаться нашими победами над природой. За каждую такую победу она нам мстит. Каждая из этих побед имеет, правда, в первую очередь, те последствия, на которых мы рассчитывали, но, во вторую и третью очередь совсем другие, непредвиденные последствия, которые очень часто уничтожали значения*

первых». Эти слова всецело можно отнести к «Победе» компании «Кумтор Оперейтинг компани» (КОК) над ледниками в районе рудника Кумтор.

Рассмотренный пример добычи медной руды компанией «Грандук Оперейтинг Компани» свидетельствует о том, что освоение указанного месторождения в районе ледников Британской Колумбии осуществлялось в соответствии с передовой международной практикой и с учётом уязвимости ледников к техногенным воздействиям.

Особо следует отметить, что в процессе строительства и эксплуатации рудника Granduc пришлось столкнуться со всеми известными в мире ледниковыми угрозами. Большой ущерб руднику и особенно его инфраструктуре нанесли гляциальные катастрофы и бедствия. Так, в декабре 1961 г. произошёл прорыв ледникового озера Summit [43]. В результате прорыва озера в реку Salmon (Лососевая) высвободилось 250 млн. м³ воды, а максимальный расход достиг значений 3000 м³/с. При этом была разрушена подъездная дорога к руднику, мосты. В феврале 1965 г. мощная снежная лавина уничтожила лагерь шахтёров, расположенный неподалеку от ледника Leduc, и унесла более 20 человеческих жизней.

Рассмотренные выше опасные гляциальные процессы и риски проявляются и на руднике Кумтор. В частности, над огромным хвостохранилищем находится прорывоопасное ледниковое озеро Петрова, над Центральным карьером нависают обвалоопасные остатки верхних частей ледников Лысый и Давыдова, а также висячий ледник на левом борту ледника Давыдова. Особую опасность в зимний период представляют лавины вдоль подъездной автодороги, на участке между перевалами Сары-Мойнок и Барскоон, неоднократно уносившие жизни сотрудников «Кумтор оперейтинг компани» (КОК).

В 2009 г. всё в той же Канаде горнодобывающие и энергетические компании подготовили технико-экономическое предложение об освоении богатых минеральных ресурсов вблизи Национального парка ледников (Glacier National Park), на границе штата Монтана (США) и провинций Альберта и Британская Колумбия (Канада). Предполагалось начать добычу нефти, газа (метана), угля и рудных минералов в долине реки Flathead. Однако экологи обеих стран заявили, что развитие горнодобывающей промышленности и энергетики вблизи ледников станет губительным для природных ресурсов и дикой природы. Президент США Б. Обама ещё ранее, в 2008 г. выступил против разработки угольного месторождения вблизи Национального парка ледников, в котором на тот момент имелось 37 ледников. Спор между горнодобывающими компаниями с одной стороны и эколо-

гами с другой обострился после того, как компания «MAX Resource Corp» открыла в 2009 г. в долине богатое месторождение золота «Crowsnest». Причём эта компания заявила, что будет разрабатывать месторождение «Crowsnest» исключительно подземным способом с нулевыми выбросами в реку Flathead. Однако, руководствуясь тем, что в 1995 г. Национальный парк ледников был признан объектом Всемирного наследия, международная группа ученых ЮНЕСКО рекомендовала ввести мораторий на добычу полезных ископаемых в 6 мильной (10 км) зоне от границ Национального парка ледников, что перекликалось с давними протестными настроениями местных жителей по обе стороны границы. В итоге под международным давлением экологов и правительств США и Канады руководство провинции Британская Колумбия было вынуждено отклонить проекты добычи угля и золота на расстоянии ближе 10 км от Национального парка ледников. В то время, как в Кыргызстане коррумпированные чиновники вопреки действующим природоохранным законам (Закон о Воде-1994 г., Водный кодекс-2005 г. и др.) разрешили на руднике Кумтор не только открытую добычу золотосодержащей руды в непосредственной близости от ледников и под ними, но и фактически санкционировали физическое разрушение ледников Лысый, Давыдова, разрешив разгрузку льда, удаление (кастрацию) ледников и складирование на них отходов в виде отвальных пород из карьеров.

Неоднозначность ситуации освоения минеральных ресурсов в горноледниковых районах Мира заключается в том, что политические мотивы по защите ледников от крупномасштабной золотодобычи различаются как во времени, так и в разных странах. Два золотодобывающих рудника (Кумтор в Кыргызской Республике и Паскуа-Лама в Чили / Аргентине) дают полезную информацию для исследований указанной проблемы, находящейся на стыке экологичной экономики и политической экологии [1].

На начальном этапе строительства и эксплуатации рудника Кумтор в 1993-96 гг. не так много людей и экологов в Кыргызстане выражали обеспокоенность тем, что некоторые ледники в районе рудника будут затронуты и/или разрушены (уничтожены). В этом свете, особенно с точки зрения защиты ледников, широко известна и привлекает внимание ситуация с рудником Паскуа-Лама [1].

Проект Паскуа-Лама. Крупнейший золото-серебряный проект мира Паскуа-Лама-Веладеро был запущен ведущей золотодобывающей компанией мира «Barrick Gold Corp» (BGC) на рубеже XX-XXI веков. Месторождения Паскуа-Лама-Веладеро расположены на границе аргентинской провин-

ции Сан-Хуан и чилийской - Атакама (рис. 9). Около 75% рудного тела расположено на чилийской стороне, но большинство производственных мощностей, в том числе и обогатительная фабрика (хвостохранилище), расположены на аргентинской стороне (рис. 9-11).

Золотосеребряный рудник «Паскуа-Лама» считается одним из самых высокогорных в мире — он расположен на высотах 4800–5200 метров. Подтвержденные запасы золота составляют около 570 тонн при среднем содержании золота 1.47 г/т, серебра — порядка 20000 тонн. Функционирование рудника запланировано на 25 лет и ежегодная добыча золота на нём в первые 5 лет должна составить 800 тыс. унций или свыше 26 т/год. Ввод рудника в эксплуатацию первоначально был намечен на вторую половину 2014 г. Компания BGC по состоянию на конец 2014 г. затратила на реализацию проекта Паскуа-Лама свыше 5 млрд. долларов США, однако производство золота до сих пор не начато из-за ожесточённого сопротивления местных общин и экологических групп (НПО), необходимости осуществления мероприятий по охране окружающей среды и соблюдения требований местных сообществ.

Как показано на рис. 9-10 проект Паскуа Лама реализуется в районе уязвимых ледников и вечной мерзлоты в высоких Андах. Рассматривая оледенение этого района, следует отметить, что несмотря на большие высоты (4800-5200 м) по сравнению с Кумтором, ледники характеризуются небольшими размерами (объёмами) и расположены в основном на чилийской стороне. По наблюдениям гляциологов эти ледники находятся в стадии деградации и исчезновения.

Геологическая разведка месторождения Паскуа-Лама была начата компанией BGC в 1998 г. В этом же году между правительствами Чили и Аргентины был подписан специальный договор о совместной разработке пограничного месторождения открытым способом. Проект разработки центрального карьера на руднике Паскуа-Лама вызвал сильные протесты населения и экологических организаций как в Аргентине, так и в Чили. Главная причина озабоченности была в том, что карьер предполагалось заложить в непосредственной близости от ледников. Правительства обеих стран получили петиции с просьбой об отмене разработки. Однако, и Чили, и Аргентина одобрили проект, пообещав проведение строгого контроля за соблюдением экологических требований.

В самом начале, в 2001 г. компания BGC представила первый вариант технико-экономического обоснования (ТЭО) отработки месторождения Паскуа-Лама открытым способом и соответствующую Оценку воздействия на

окружающую среду (ОВОС). Причём в первом ОВОС компания BGC заявила о необходимости перемещения льда на участке подъездной дороги объёмом всего 300 тыс. м³, на площади 10 Га. В своём втором варианте ОВОС компания BGC уточнила, что площадь удаляемого льда будет расширена до 20 Га, а объём до 800 тыс. м³ за счёт переноса льда трёх небольших ледников Торо 1-2 (Торо 1-2), Эсперанца (Esperanza), залегающих над рудным телом, в границах горного отвода (рис.9-10). Согласно плану отработки месторождения лёд планировалось перенести на соседний ледник Гуанако (Guanaco).

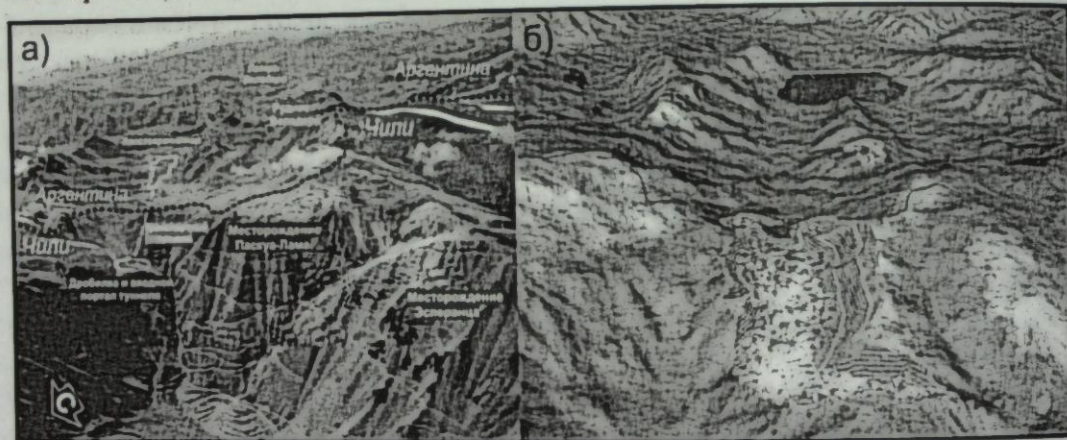


Рис. 9. Рудник Паскуа-Лама в высокогорных Андах:
а) расположение рудника на границе Чили-Аргентины;
б) ледники и объекты (гигантский карьер и хвостохранилище) рудника.

Кроме того достоянием гласности стало решение BGC формировать отвалы пустых пород в непосредственной близости от карьера (рис. 10), в верховьях р. Эстречо (Estrecho) - притоке р. Уаскар (Huascar). Планы BGC относительно переноса льда трёх небольших ледников (Торо 1-2, Эсперанца) и формирования отвалов вызвали широкие протесты местных общин, как в Чили, так и в Аргентине, к которым постепенно присоединились национальная и международная общественность (НПО, учёные), правительство Чили.

По мнению чилийских и аргентинских экологов, «о перемещении ледников вообще не может идти речи, так как в этом случае они будут просто уничтожены». По мере того, как конфликт между противостоящими сторонами усиливался, всё больше внимания уделялось потенциальным угрозам, связанным с удалением льда и переносом ледников. В первую очередь озабоченность местных общин касалась возможного ухудшения орошения сельскохозяйственных культур, влияния на окружающую среду и здоровье населения,

проживающего в бассейнах рек (рис. 10), стекающих с ледников, которые будут прямо или косвенно затронуты в процессе крупномасштабной открытой добычи золота, серебра и меди. Наибольшее беспокойство местных фермеров в связи с планами канадской компании BGC вызывало возможное понижение уровня воды в реках долины Уаскар (Huascar). Таким образом, на пути реализации проекта Паскуа-Лама возникло серьезное препятствие: было признано, что строительство и эксплуатация рудника может повредить и/или разрушить три близлежащих ледника. По мнению общественности это негативно скажется на сельском хозяйстве Чили, поскольку от ледников зависят оросительные системы 70 тыс. ферм, и в случае их разрушения нарушится экологический баланс. Поэтому природоохранные службы предложили канадцам выбор: вести подземные работы или построить небольшой рудник, не затрагивая ледник. Оба варианта компанией Barrick Gold были признаны не выгодными.

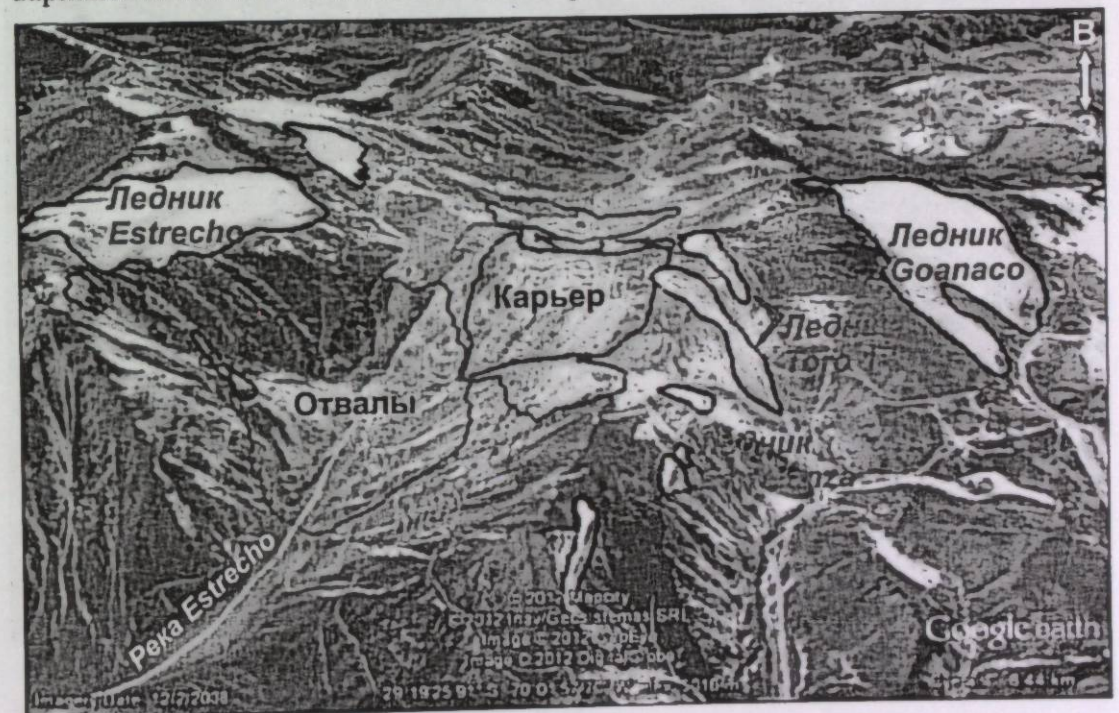


Рис. 10. Космоснимок Google Earth района рудника Паскуа-Лама: ледники выделены белым цветом и контурной линией; пунктирная линия отмечает трассу подземного туннеля, построенного для транспортировки извлеченной горной массы из Чили в Аргентину, на обогатительную фабрику (ЗИФ).

В окончательном решении по экспертизе проекта Паскуа-Лама в феврале 2006 г. природоохранные органы Чили, а также местные органы власти провинции Атакама запретили ВГС перенос льда, физическое вмешательство в деятельность ледников и обязали компанию всемерно защищать ледники и осуществлять мониторинг их состояния. Также не разрешалось складирование отходов на ледниках и в ледниковых бассейнах и изменение их альбедо за счёт запыления. В ответ на эти запреты и требования ВГС была вынуждена изменить границы и контуры карьера, что обусловило уменьшение на 7 % объёма добываемого золота, а также компания пообещала обеспечить мониторинг климата, баланса массы ледников, количества и качества воды в реке Эстречо.

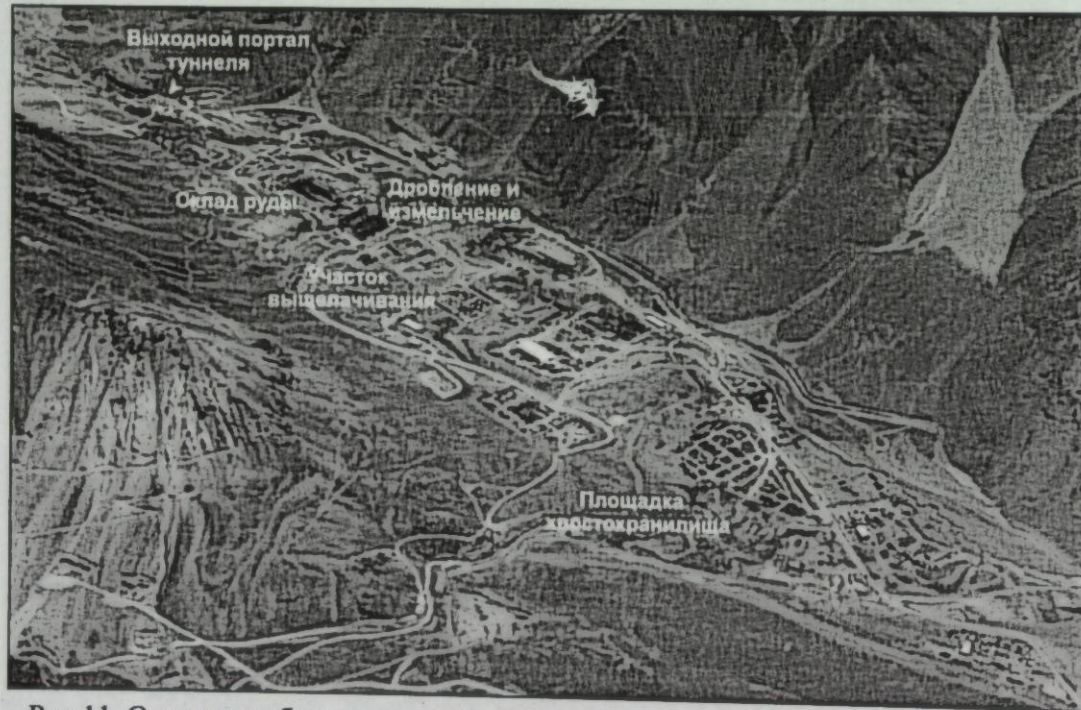


Рис.11. Основные объекты перерабатывающего комплекса рудника Паскуа-Лама в Аргентине на стадии строительства.

В свою очередь компания ВГС, напирая на то, что ледники, расположенные в непосредственной близости от рудника Паскуа-Лама (ледники Торо 1-2, Эсперанца на рис. 9-11), представляют собой «небольшие останцы реликтовых ледников прошлого», которые неуклонно тают, утверждает, что их вклад в водные ресурсы долины Уаско можно считать не значи-

тельным (полная аналогия с дискуссией в Кыргызстане по поводу разрушенного ледника Давыдова). Один из экспертов, выступавший консультантом ВГС при проектировании рудника, заявил, что лёд, перевезённый на ледник Гуанако, который залегает выше, чем ледники Торо 1-2, сможет сохраниться даже лучше (это же самое утверждают некоторые эксперты в Кыргызстане). А поскольку Гуанако относится к тому же речному бассейну, то суммарный объём талых вод, питающих реки, не изменится.

Специалисты организации Ecomorte утверждают, что геологическая разведка Паскуа-Лама, а также первый этап работ по созданию инфраструктуры рудника (строительство автодорог, прокладка ЛЭП, бурение многочисленных скважин, буровзрывные работы), выполненный «Barrick Gold Corp» ещё до утверждения проекта отработки месторождения чилийскими органами экологического надзора, нанесли ущерб ледникам Торо 1-2, Эсперанца и Гуанако. А буровзрывные работы, которые будут вестись на горно-рудном предприятии, могут вызвать смещение льда на многих соседних с Паскуа-Лама склонах. Ссылаясь на это специальное исследование 2005 г., Гринпреасе заявил, что площадь поверхности ледников Торо 1, 2 и Esperanza, начиная с 1998 г. «...уменьшилась в пределах от 56% и 70% за счет деятельности, осуществляемой ВГС еще до начала горных работ». По данным Гринпреасе, хотя большинство ледников региона отступают под воздействием глобального потепления, всё-таки они не испытывают те же сокращения, как три ближайших к руднику ледника. По прогнозам гляциологов эти ледники окончательно исчезнут под влиянием потепления и техногенного пресинга ВГС в пределах ближайших 15-75 лет.

Около 10 лет ушло на то, чтобы ВГС смогла договориться с общественностью, инвесторами, регуляторами и местным самоуправлением. После пересмотра и внесения многочисленных поправок в 2009 г., Паскуа-Лама, наконец, был одобрен чилийскими властями и экологической ассоциацией COREMA, но с условием, что ледники будут сохранены. Наконец, в конце 2009 г. было развёрнуто строительство объектов рудника (рис. 11), начаты вскрышные работы в контурах карьера, а выпуск продукции (золота-серебра) намечен на вторую половину 2014 г.

Однако, несмотря на утверждение правительствами Чили и Аргентины проекта Паскуа-Лама, реализация этого проекта, по-прежнему, сталкивается с протестами экологических активистов в Чили и Аргентине (рис.12). Латиноамериканская редакция «Herald Tribune» писала: «Серьезность ситуации с Паскуа-Лама заключается в том, что гигантские по масштабам открытые

горные работы будет иметь огромное воздействие на окружающую среду на ледниках, вызывая их деградацию (таяние), влияющую на очень большие объёмы воды, в том числе загрязняя её».

По ходу строительства объектов рудника компания BGC неоднократно обвинялась органами экологического надзора, экологическими НПО по целому ряду фактов, которые ухудшали состояние окружающей среды и которые вкратце изложены ниже:

- компания BGC обвинялась в чрезмерной экономии финансовых средств и в использовании дешёвых взрывчатых веществ (ВВ), используемых при взрывных работах по вскрыше рудного тела, прокладке дорог. Эти дешёвые ВВ более сильно загрязняют окружающую среду, чем современные более дорогие ВВ (полная аналогия с Кумтором, где использование аммиачной селитры и солянки в качестве ВВ вызывает чрезмерное загрязнение поверхностных вод нитратами);

- были зафиксированы факты незаконных сбросов сточных вод из-под отвалов в местные водотоки (также как это имело и имеет место на Кумторе). Так, экологическая организация Chuteh, подала жалобу в 2005 г. в суд г. Сан-Хуан, утверждая, что один из субподрядчиков BGC незаконно осуществлял сброс сточных вод в местные ручьи, из объекта по переработке отходов, привезенных из шахты Veladero в г. Сан-Хуан. Поставщик BGC был оштрафован за это деяние;

- проблема пылевого загрязнения. Массовые выбросы пыли, связанные с деятельностью компании Barrick не были рассмотрены при оценке воздействия (ОВОС) на ледники. На самом деле, операции BGC в рассматриваемом районе создали микроклимат в ближайших окрестностях, который изменил климатические условия, и ввел значительное количество пылевых взвешенных частиц, которые систематически загрязняют окружающую среду несколькими способами, в том числе вызывают ускорение таяния ледников и загрязнение рек и ручьев. Точно также местные жители южного побережья оз. Иссык-Куль наблюдают на протяжении почти 20 лет, что ледники по дороге на рудник в районе перевала Сары-Мойнок сократились в размерах, а лес в ущелье Барскоон сильно деградировал. Они справедливо предполагают, что это, вероятно, связано не только с изменением климата, но и вызвано деятельностью (пылью) рудника Кумтор. Реки и ручьи в районе рудника также изменили свой внешний вид, несколько водотоков вблизи карьера, которые когда-то были очень чистые и прозрачные, в настоящее время представляют собой мутные и непрозрачные потоки воды, загрязняющие реку Кумтор. Кумуля-

тивное воздействие пыли со временем на ледники, местные водотоки, и даже для здоровья человека, могут быть разрушительными.



Рис. 12. Протесты против разрушения ледников на рудниках Аргентины-Чили: а) плакат, наглядно символизирующий последствия наступления (опустынивания) на ледники Паскуа-Лама крупнейшей золотодобывающей компании мира «Barrick Gold Corp»; б) почти на каждом камне, каждом дорожном указателе, каждой видимой стене начертаны лозунги типа "Нет Проекту Паскуа-Лама"

В сентябре 2010 г. Сенат Аргентины одобрил Закон о защите ледников и вечной мерзлоты, который должен ограничить ущерб от добычи полезных ископаемых. В соответствии с новым Законом, необходимо "защищать ледники как стратегические резервы и водные ресурсы, используемые человеком". Как известно, Экс-Президент Аргентины Кристина Киршнер в 2008 г. наложила на данный Закон вето на том основании, что он будет препятствовать развитию экономики Аргентины, что вызвало бурную полемику в стране, где сильны настроения против горнорудных компаний. Многие жители Аргентины обвинили К. Киршнер в благосклонном отношении к компании Barrick Gold и соответствующем отклонении законопроекта о защите ледников в 2008 году.

Сразу после одобрения Закона, в октябре 2010 г. компания BGC обратилась в Верховный суд Аргентины с жалобой на некоторые статьи этого Закона и подала иск на судебный запрет разработки месторождения вблизи ледников. В ноябре 2010 г. аргентинский судья приостановил действие закона в провинции Сан-Хуан и ввел поправки к шести статьям Закона, постановив, что в противном случае это приведет к большому экономическому ущербу. Однако в дальнейшем под давлением природоохранных организаций Верховный суд Аргентины приостановил действие поправок к шести

статьям закона, которые были введены в 2010 году после жалоб со стороны горнодобывающих компаний.

В июле 2013 г. компания Barrick Gold проиграла очередной суд чилийским индейцам. Иск в отношении BGC подали индейцы Диагита, проживающие в пустыне Атакама у подножья Анд. Они потребовали у компании BGC защитить ледники от загрязнения, опасаясь, что разработка высокогорного рудника Паскуа-Лама приведет к загрязнению рек — источника питьевой воды для индейцев. Апелляционный суд чилийского города Капьяпо отклонил апелляцию Barrick Gold, которая пыталась оспорить принудительную приостановку работ на руднике Паскуа-Лама по иску местных индейцев. Три судьи единогласно постановили, что компания сначала должна построить все необходимые сооружения, в частности, систему водоснабжения для защиты пресной воды от загрязнения. Также инстанция вынесла решение о пересмотре разрешения, выданного BGC чилийским регулятором по защите окружающей среды (SEA). Решение региональной судебной инстанции может быть оспорено в Верховном суде Чили. Компания сообщила в пресс-релизе, что план защиты воды от загрязнения готов. Руководство Barrick ожидает, что власти его одобряют, и работы на руднике можно будет возобновить в 2016 году.

Рассмотренные примеры обсуждения последствий золотодобычи в горно-ледниковом районе Паскуа-Лама и защите ледников поучительны, тем, что BGC под давлением общественности Аргентины внесла много изменений в проект, включая изменение контура карьера, перенос места складирования отвальных пород, разнос места добычи руды и места её переработки (рис.11).

Выше уже отмечалось, что в период с 1998 по 2014 гг. «Barrick Gold Corp.» вложила в освоение месторождения Паскуа-Лама свыше 5 млрд. долларов, однако из-за протестов экологических организаций и активистов в Чили и Аргентине, необходимости выполнения их требований до сих пор не приступила к добыче золота. Это свидетельствует о том, что горнодобывающие проекты в ледниковых районах сталкиваются с исключительными экологическими и социальными проблемами по сравнению с проектами добычи руды в обычных районах.

Основатель транснациональной компании «Barrick Gold Corp.» Питер Мунк следующим образом прокомментировал социально-экологические проблемы, стоящие перед проектом Паскуа-Лама: *«Не достаточно иметь деньги, не достаточно иметь резервы, не достаточно иметь крупные горнодобывающие компании с квалифицированным персоналом. Сегодня самым важ-*

ным фактором для передовой горнодобывающей компании является социальный консенсус, или другими словами социальная лицензия на добычу...».

Следует отметить, что «политический футбол» с Законом о защите ледников долгое время продолжается в соседней с Аргентиной стране - Чили. Дебаты и дискуссия по поводу необходимости принятия такого закона, первоначально предложенного в 2006 г., особенно обострились в 2014 г. в связи с решением Чилийской государственной компании «Codelco», являющейся крупнейшей в мире по производству меди, дать вторую жизнь руднику Андина (Andina). Этот рудник, находящийся в Южных Андах, недалеко от столицы Чили – Сантьяго, состоит из подземного рудника Рио-Бланко (Rio Blanco) и карьера Сур-Сур (рис.13), а также подземной обогатительной фабрики.

Корпорация «Codelco», планирует расширить рудник Андина с увеличением его производственной мощности до 600 тыс. тонн меди в год. В настоящее время на руднике ведётся бурение глубоких скважин с целью разведки запасов для обеспечения такой производительности. В декабре 2009 г. одобрен проект (стоимостью 57 млн. долл.) по подготовке к 2012 г. новой площадки для организации отвалов вскрыши карьера Сур-Сур. Чтобы добраться до руды, придется удалять верхние пласты горной породы, и одновременно повлиять на структуру нескольких ледников. Компания настаивает на том, что разработка не принесёт вреда близлежащим ледникам. В результате вскрышных работ грунтом будет покрыт только один ледник, еще пять получают лишь незначительные повреждения.

Уже известно, что в запланированный к реализации проект, будет вложено 6,8 млрд. долларов США. Однако планы корпорации «Codelco» натолкнулись на мощные протесты населения. Люди считают, что «Codelco» нельзя давать разрешение на расширение рудника, поскольку это приведет к необратимым процессам, к уничтожению ледников, которые и без того тают в результате глобального потепления. Протестующие уверены, что работы, проводимые корпорацией, приведут к загрязнению основных источников питьевой воды для населения, проживающего здесь, в том числе для почти 6 миллионов населения столицы Сантьяго. По мнению экологов, суть проблемы заключается в том, что в процессе добычи руды происходит запыление окружающих территорий. Частицы пыли оседают на поверхности льда, делают ее темнее. Загрязненный лед поглощает еще большее количество тепла от солнца и быстрее тает. К тому же пыль может содержать вредные элементы.

Под давлением общественности и экологических организаций, включая «Гринпис», Чилийские власти и законодатели согласились в марте 2015 г. с

новой редакцией законопроекта о защите ледников. Новый законопроект гарантирует сохранение ледников внутри Национальных парков Чили, на территории которых расположено приблизительно 80 % всех ледников страны. В соответствии с новой нормативно-правовой базой судьба остальных ледников, которые расположены рядом с некоторыми из крупных горнодобывающих концессий (рудников), будет определяться Кабинетом министров Чили.



Рис. 13. Карьер Сур-Сур высокогорного медного рудника «Андина» на высоте 4300 м

Опросы общественного мнения показали, что большинство населения Чили выступает в защиту ледников, как источников чистой воды и, требуют от Президента страны Мишель Бачелет подписать новый Закон о защите ледников. Президент и член Социалистической партии Чили М. Бачелет в ходе предвыборной кампании получила поддержку от экологов, которые выступали в защиту ледников, а затем после вступления в должность в 2013 г. заявила, что она не допустит удаление или уничтожение ледников на территории Чили.

Таким образом, ледники, являясь объектом политики (политической экологии) в Латинской Америке, сыграли главную роль в одной из самых ярких побед экологического движения в их защиту. К числу других горных стран, которые предприняли меры по защите ледников и водных ресурсов, относятся Колумбия, Эквадор, Пакистан, Перу и Австрия.

4. Уникальность и уязвимость условий разработки высокогорного золоторудного месторождения Кумтор

Кумторское золоторудное месторождение по своим утверждённым запасам в 700 тонн является уникальным месторождением «Мирового класса». Геолог-экономист из США Д. Сингер показал, что ресурсы свыше 100 тонн золота имеют только 10% месторождений мира, но зато на их долю приходится 86% всех мировых запасов золота.

Отправным моментом оценки техногенного воздействия разработки месторождения золота Кумтор на окружающую среду (ОС) высокогорья, в особенности на ледники, вечную мерзлоту и водные ресурсы бассейна р. Нарын является уникальность и уязвимость ОС в районе золотодобычи. Уникальность и уязвимость ОС проявляется в следующих особенностях рудника Кумтор:

- **Высотное положение** Кумторское золоторудное месторождение «мирового класса» является одним из самых высокогорных месторождений в мире. Объекты рудника Кумтор расположены на высотах 3600-4400 м над уровнем моря в нивально-гляциальном поясе Тянь-Шаня, на северо-западном макросклоне ледникового массива Ак-Шыйрак (рис.14). Отработка запасов осуществляется под ледниками и отходы складированы на ледниках, которые согласно природоохранных законов Кыргызской Республики относятся одновременно к водным и стратегическим объектам;
- **Географическое положение месторождения** характеризуется тем, что оно расположено у истоков водной системы рек Арабель-Кумтор-Тарагай, то есть в районе, где зарождается и формируется ледниковый и речной сток одной из важнейших водных артерий Центральной Азии – реки Нарын (Сырдарья). Поверхностные воды, дренирующие золоторудный район, имеют высокий геохимический фон и отражают в общих чертах состав руд разрабатываемого месторождения. Кроме того, они являются тем уязвимым компонентом природной среды, который в условиях высокогорного рельефа, в первую очередь, воспринимает на себя масштабную техногенную нагрузку от горных работ. В условиях Кумтора вода представляет собой, не только реципиент (получатель) загрязнений, но и основной агент распространения этих загрязнений на большие расстояния от места добычи и переработки руд. Объекты

рудника с повышенным экологическим риском - карьеры, отвалы, золотоизвлекательная фабрика (ЗИФ), хвостохранилище, отводные каналы, очистные сооружения размещены непосредственно у истока р. Нарын, которым является, вытекающая из моренно-ледникового озера Петрова река Кумтор (рис.15). Такое высотно-географическое положение объектов рудника с высоким потенциалом геоэкологического риска в истоках р. Нарын создаёт условия для переноса с указанных сооружений всех видов загрязняющих веществ вниз по течению и аккумуляции их в русловой и долинной части рек Кумтор-Нарын. Кроме этого, при возникновении аварий и/или чрезвычайных ситуаций (ЧС) на природных (ледники, озёра) и техногенных объектах рудника возможен каскадный (многоступенчатый) характер их развития, при котором зона поражения может охватить нижерасположенные районы бассейна реки Нарын (Сырдарья).

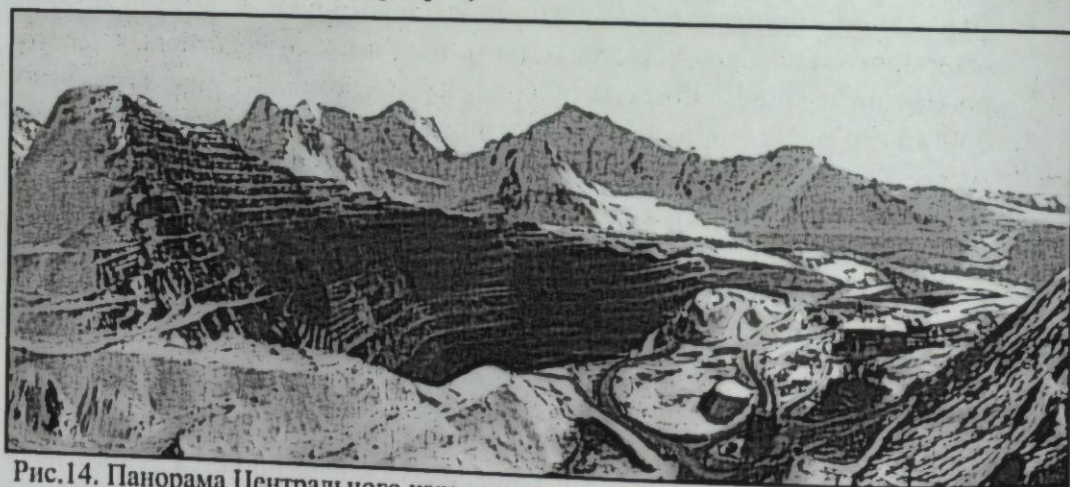


Рис.14. Панорама Центрального карьера и золотоизвлекательной фабрики рудника Кумтор на фоне ледниковых вершин Ак-Шыйрака.

➤ Весьма обширная по протяжённости и перепаду высот зона влияния операционной деятельности рудника Кумтор, вмещающая несколько природных зон – от нивально-гляциальной до полупустынной. Зона влияния охватывает: приозёрный район в окрестности г. Балыкчи (перевал-база); участок автодороги Балыкчи-Каракол с населёнными пунктами вдоль этой трассы; высокогорную автодорогу Барскоон-Рудник Кумтор, на которой в 1998 г. произошла авария с



Рис.15. Объекты рудника и окружающие ледники, расположенные в истоках р. Кумтор (Нарын)

выбросом цианидов в р. Барскаун и имеют место массовые выбросы пыли в ущелье Барскоон и на ледники в районе перевала Сары-Мойнок, связанные с транспортировкой на рудник огромного количества горюче-смазочных материалов (ГСМ), опасных химикатов, разнообразных материалов, оборудования и пр.); уязвимые Арабельские и Кумторские сырты и участки горных массивов Ак-Шыйрака и хр. Терской Алатоо.

➤ Грандиозные для высокогорного ландшафта масштабы техногенного воздействия (прессинга): гигантские объёмы твёрдых (около 2,0 млрд. тонн или в среднем 5 млн. т отходов на 1 тонну золота) и жидких отходов, используемых взрывчатых веществ (280 тыс. тонн ВВ за 1996-2011 гг или в среднем 1100 тонн ВВ на 1 т золота), химреагентов (для извлечения золота в 1996-2011 гг израсходовано свыше 90 тыс. тонн цианида или в среднем 346 кг цианида на один кг золота), горюче-смазочных материалов (400 т/сутки).

➤ Масштаб геоэкологических изменений состояния ОС из-за указанных выше особенностей высотно-географического положения месторождения значительно превышает масштаб воздействия, вызвавшего эти изменения. Крупномасштабная открытая разработка Кумторского месторождения, разрушение ледников, деградация вечной мерзлоты, загрязнение поверхностных вод проточными с отвалов и хвостохранилища, преобразование водосборной территории в связи с необходимостью размещения производственных объектов и инфраструктуры рудника - всё это вместе привело к негативному воздействию на ОС. Вносит свою лепту и изменение климата: от температурного режима ледников и вечной мерзлоты зависит подвижность химических элементов в экосистемах, которая повышается при потеплении климата.

➤ Экологическая опасность воздействия производства золота на высокогорный ландшафт, так как руда перерабатывается непосредственно в месте её добычи (концентрация производства на небольшой площади территории). В этом случае происходит поступление техногенных выбросов в ландшафт, сформировавшийся в ореоле рассеивания «Кумторской руды» (природная геохимическая аномалия), в котором воды, почвы и растения и без того обогащенные тяжелыми металлами (мышьяк) при эксплуатации рудника быстро достигают

критических пределов для нормальной жизнедеятельности человека и биоты ландшафта. Происходит наложение влияния природной геохимической аномалии с техногенной, что усиливает негативное воздействие на ОС. Например, в Высоких Андах на руднике Паскуа-Лама, что находится на высоте более 4500 м в зоне ледников, на границе Аргентины и Чили для **снижения экологической опасности** осуществили территориальное разобщение технологических звеньев добычи и переработки руды. В частности золотоизвлекательную фабрику и хвостохранилище отнесли подальше от ледников, осуществив для этого проходку туннеля длиной свыше 8 км, для транспортировки руды.

➤ Добыча золота ведётся на территории Иссык-Кульской Биосферной территории в непосредственной близости к Сарычат-Эрташскому заповеднику. Концессионная зона рудника Кумтор и лицензионные участки Карасай и Коёнду расположены на высокогорном участке Иссык-Кульской биосферной территории в непосредственной близости от ядерной зоны Сарычат-Эрташского государственного заповедника (рис.16).

Как известно, национальные парки, биосферные территории и заповедники создаются для того, чтобы сохранить естественную окружающую среду, всё более и более нарушаемую антропогенной деятельностью. Создание национальных парков и заповедников в различных странах дало горным областям юридический статус, который потребовал от разработчиков недр, надеющихся выявить минеральные ресурсы в пределах их границ, искать экологические компромиссы.

Сарычат-Эрташский заповедник был создан с целью сохранения и восстановления уникальных природных комплексов, а также охраны редких исчезающих видов животных и растений Центрального и Внутреннего Тянь-Шаня. Заповедник представляет собой важный компонент центрально-тяньшанской экосистемы Центральной Азии, где сосредоточено уникальное биоразнообразие, имеющее глобальное значение, так как спектр биоразнообразия включает многие виды, которые находятся под угрозой исчезновения не только в регионе, но и в глобальном масштабе. В Сарычат-Эрташском заповеднике обитают снежный барс, белокотлый медведь, особенно много архаров, козрогов, каменной куницы, волков, лис, сурков и зайцев. Район заповедника является единственным местом в Кыргызстане, где достоверно известно обитание дикой кошки – манула, занесенного в Международную Красную книгу.

Многочисленны здесь редкие хищные птицы, а на галечниковых поймах гнездится редчайший горный кулик – серпоклюв. Территория заповедника составляет 72080 га в ядерной зоне и 62060 га в буферной зоне. При организации заповедника на данной территории был установлен режим особо охраняемой природной территории (ООПТ). Под этим подразумевается полное прекращение хозяйственной деятельности на этой территории (выпас скота, строительство зданий, дорог и т.д.). В связи с операционной деятельностью КОК постепенно нарастает вероятность возникновения техногенных ЧС и аварий с непредсказуемыми экологическими и катастрофическими последствиями в пределах охраняемой территории или вблизи нее.

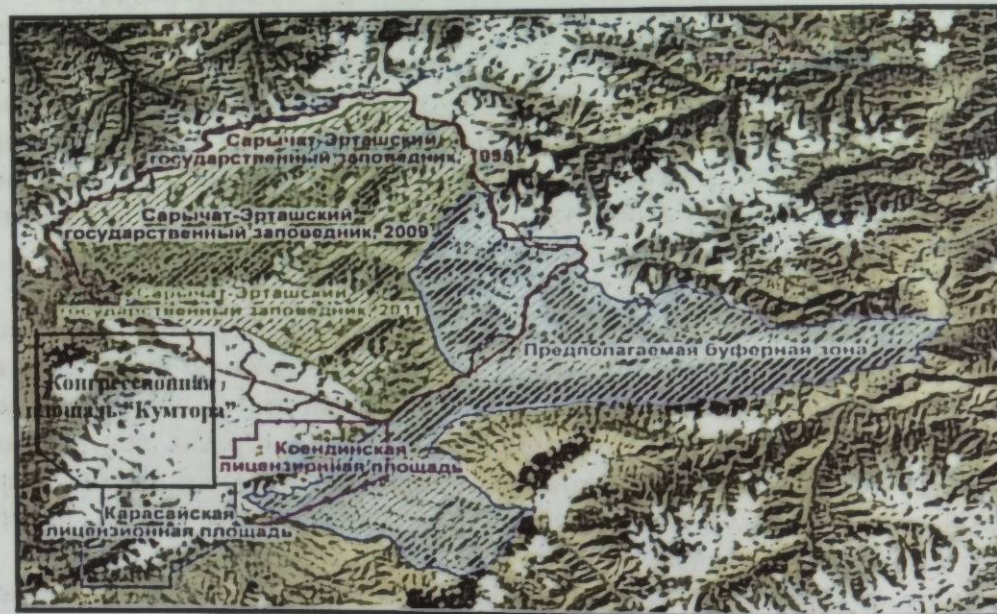


Рис. 16. Карта высокогорного участка Иссык-Кульской биосферной территории с указанием расположения Кумторской концессионной площади и лицензионных участков Карасай и Коёнду в непосредственной близости от ядерной зоны Сарычат-Эрташского заповедника.

«Кумтор оперейтинг компани» имеет лицензию на разведку территорий Карасай (13 940 га) и Коёнду (13 360 га), которые расположены в буферной зоне этого заповедника (рис.16). Следует отметить, что такие действия противоречат национальному законодательству по охране окружающей среды. Проведение оценки воздействия на окружающую среду этих территорий в срочном порядке – это минимальное действие, которое необходимо предпринять для улучшения ситуации.

5. Состояние ледников и вечной мерзлоты до начала строительства и эксплуатации рудника Кумтор

5.1. Узел горного оледенения Ак-Шыйрак

Золото-вольфрам-сульфидное месторождение Кумтор расположено в нивально-гляциальном поясе (криолитозоне) Тянь-Шаня (4000-4400 м над уровнем моря), в отдалённой горной местности, на северо-западном макросклоне горного массива Ак-Шыйрак, (рис.17). Расположенный к югу от хр. Терскей-Алатоо, Ак-Шыйрак известен как второй по величине центр современного горного оледенения Тянь-Шаня. Ледники Ак-Шыйрака, питающие две главные водные артерии Центральной Азии: Нарын – Сырдарью и Сарыджаз - Аксуу, расположены на высотных отметках от 3600 до 5000 метров над уровнем моря.

Центральная (внутренняя) часть массива Ак-Шыйрак, представляющая собой верховья наиболее крупных ледников (Петрова, Кара-Сай, Джаман-Су), имеет типичный альпийский облик рельефа. Узкие скалистые водоразделы, крутые стенки, острые вершины и гребни, лишённые часто из-за большой крутизны склонов покровов льда и фирна, даже если они поднимаются выше снеговой линии, составляют характерную особенность ландшафта. Многие долинные ледники с хорошо развитой областью питания, рядами срединных морен и концами языков, окаймлённых дугами конечных морен и ледниковыми озёрами, имеют настоящую альпийскую "внешность". Первое исследование проведённое Каульбарсом и Красновым, хорошо знакомыми с Альпами, показало сходство долинных ледников Ак-Шыйрака с Альпийскими глетчерами, что и стало основанием для сравнения горных территорий Кыргызстана с территорией Швейцарии.

Ледники Ак-Шыйрака подразделяются гляциологами на две основные группы: периферические и внутренние (рис.17). В качестве характерной особенности первой группы была отмечена изолированность и очень слабая связь глетчеров друг с другом. Долины этих ледников находятся в окраинных частях массива и не проникают далеко вглубь его. К периферическим относятся ледники: Безымянный, Лысый, Давыдова, Сары-Тор, Борду, Ак-бель, Орой, Чомой и т.д.. Ледники внутренних бассейнов лежат в долинах, далеко проникающих вглубь Ак-Шыйрака. Они тесно связаны друг с другом и образуют даже перемётные системы. К ним относятся ледники: Петрова, Джаман-Су, Кара-Сай Северный.

Поверхность Кумторского месторождения, пересекается с активными ледниками и покрыта слоем многолетнемерзлых пород (вечной мерзлоты)

толщиной до от 250 до 400 м. Экосистема района (Кумторские сырты) относится к группе высокогорной арктической тундры, называемой в научных публикациях криолитозоной. Криолитозона представляет собой верхнюю оболочку литосферы, в пределах которой температура опускается ниже 0°C, а влага временно или постоянно переходит в твёрдое состояние (лёд). Границы и теплофизическое состояние криолитозоны испытывают непрерывные колебания различного периода и амплитуды. Эти колебания имеют естественную природу и, безусловно, оказывают значительное влияние на экологическую обстановку в районе основных сооружений рудника. Они могут приобрести новые масштабы, вплоть до катастрофических, под влиянием естественных флуктуаций параметров природной среды (например, потепления климата) и /или техногенных воздействий.

Годовые колебания температур в рассматриваемом районе находятся в пределах от -42 до +23°C; среднегодовые осадки составляют 350-400 мм, четверть из которых выпадает в виде дождя, остальные – в виде снега. В отличие от арктической тундры в районе Кумтора в условиях ясного неба отмечается большое поступление тепла за счёт интенсивной солнечной радиации. Это в условиях происходящего потепления климата вызывает значительный нагрев поверхности и обнажений почвы, горных пород и ледников и обуславливает их низкую устойчивость и сильную подверженность деформациям, особенно при техногенных воздействиях.

Как видно на рис.17 в целом оледенение массива Ак-Шыйрак представляет собой компактную ледниковую систему, которая по образному выражению гляциологов, является уменьшенной моделью оледенения всего Тянь-Шаня. Главная особенность формирования внешнего массообмена всех ледников Ак-Шыйрака состоит в малой зимней аккумуляции снега и в сдвиге пика атмосферных осадков в их годовом ходе на летние месяцы (около 77% годовой суммы). Низкие зимние температуры (абсолютный минимум - 45°C) определяют сильное охлаждение поверхности ледников, в результате чего создаётся запас холода в верхней части ледниковой толщи. Преобладающее количество летних осадков, выпадающих на поверхности ледников Ак-Шыйрака в основном в твёрдом виде, создаёт специфические условия совмещения зимних и летних условий, когда процессы аккумуляции и абляции происходят на ледниках одновременно, что типично для континентальных и экранированных орографическими барьерами областей современного оледенения в высокогорных районах Центральной Азии.

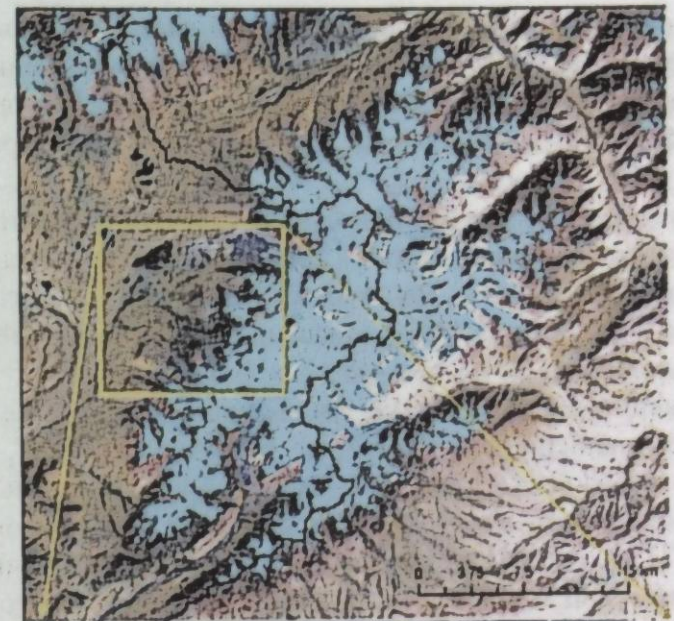


Рис.17. Космоснимок Landsat (2007 г.) горного массива Ак-Шыйрак (верхний снимок) с указанием района размещения ледников и основных производственных объектов высокогорного рудника Кумтор в верховьях реки Нарын по состоянию на сентябрь 2012 года

В последние десятилетия ледники горной системы Тянь-Шаня сокращаются в размерах. Так, с 1960 по 2006 гг. площадь оледенения Тянь-Шаня в целом по оценкам гляциолога М.Б. Дюргерова [2] уменьшилась на 17% (с 15 416 до 12 815 км²). При этом объём ледников за этот же период сократился на 219 км³.

Большая часть ледников в районе рудника Кумтор имеют признаки деградации. По данным группы авторов [2] площадь оледенения Ак-Шыйрака в 1943 г. составляла 424,7 км². Начиная с 1943 г. и по 1977 г. она сократилась до 406,8 км² (-4,2%), а к 2003 г. в массиве Ак-Шыйрак имелось 178 ледников общей площадью 317,6 км² (-8,6%). Всего за период 1943-2003 гг. площадь оледенения в Ак-Шыйраке уменьшилась на 12,8 %. Уменьшение ледников в объёме за период 1943-2000 гг. составило 9,71 км³, что составляет 29% от начального (1943 г.) объёма ледников [2]. По данным В.А. Кузьмичёнка [4-5] сокращение длины ледников вблизи Кумторского рудника за период 1943-1977 гг. составило для ледника Петрова – 190 м или в среднем 5.6 м/год, Лысый – 280 м или 8.2 м/год, Давыдова – 380 мм/год, а сокращение их площади составило соответственно 0,37; 0,23 и 0,38 км².

Таким образом, ледники Тянь-Шаня на протяжении десятков лет имеют устойчивую тенденцию к сокращению. Однако на этом фоне отмечались немногочисленные подвижки отдельных ледников вниз по долине до нескольких километров. Такие активные ледники называют пульсирующими, поскольку для них свойственны пульсации - резко выраженные релаксационные колебания, приводящие к перестройке динамического режима ледника и перераспределению в нём вещества без существенных изменений объёма. Согласно, данным гляциологов в период с 1940 до 1960 гг. на Кыргызской части Тянь-Шаня наступали 6 ледников. В начале 1980-х годов известны случаи о 12 катастрофических подвижках пульсирующих ледников, сосредоточенных в массиве Ак-Шыйрак и хребтах Центрального Тянь-Шаня. Среди Ак-Шыйракских ледников, расположенных вблизи рудника Кумтор, наиболее известны значительные подвижки ледников Петрова (на 1,2 км), Давыдова (на 1,0 км) и Безымянного (на 1,6 км).

Из-за малых скоростей движения, длительности оборота массы Ак-Шыйракские ледники малоактивны и реагируют только на крупномасштабные изменения климата. Периоды между катастрофическими подвижками ледников непостоянны в связи с изменениями климатических условий. Как правило, возрастание пульсаций происходит в периоды роста чистой аккумуляции снега на ледниках, то есть при положительном балансе массы.

На рис.17 демонстрируются космоснимки Ак-Шыйрака и района рудника Кумтор с прилегающими к руднику ледниками, которые подвергаются интенсивным и долговременным техногенным воздействиям, связанным с различными аспектами крупномасштабной добычи золота. Разрабатываемое рудное золотоносное тело залегает под ледниками Лысый, Давыдова и Сары Тор, хотя по данным геологоразведочных работ проявления золота выявлены и на других участках Ак-Шыйрака: оз. Петрова, Северо-Восточный, Музду-суу, Борду, Ак-Бель, Карасай и Коёнду. Общие перспективные запасы золота в районе Ак-Шыйрака оцениваются геологами Кыргызстана в 4000 тонн.

Горные работы на центральном участке месторождения начались в 1993 г. с удаления льда ледника Лысый (мощностью до 50 м) и вскрышных пород, покрывающих карьерное поле (рис. 29). В настоящее время освоение месторождения ведётся открытым способом. К числу глетчеров Ак-Шыйрака, прямо или косвенно подвергающихся техногенному прессингу, относятся ледники Петрова, Лысый, Давыдова и Сарытор.

5.2. Ледник Петрова

Дендритовый (древовидный) ледник Петрова (рис.18), расположенный в верховьях р. Кумтор, - самый большой глетчер в массиве Ак-Шыйрак и в бассейне Нарына и третий по величине в кыргызской части Тянь-Шаня (после ледников Северный и Южный Инылчек из массива Хан-Тенгри).

Площадь ледника в 2003 г. составляла 65,33 км², длина его центральной ветви достигала 14,3 км, а ширина в языковой части - 1,8 км. Ледник назван в честь поручика Ф. Петрова-топографа военно-научной экспедиции А.В. Каульбарса 1869 г., который первым выполнил геодезическую съёмку фронтальной части ледника и озера Петрова. Ледник Петрова состоит из трех основных ветвей (северной, центральной и южной), каждая из которых начинается на высотных отметках 4600-4700 метров и спускается к одноимённому озеру на 3700 метров. Для этого ледника типично сильное развитие области питания в сравнении с площадью языка (рис.18). Нижняя часть ледника покрыта поперечными трещинами, ледниковыми столами и воронками таяния. Поверхность льда в этой части сильно засорена моренным материалом, представленным глыбами и обломками преимущественно серых гранитов. Минимальное время оборота массы льда (гидрологический цикл) в леднике Петрова по оценкам гляциологов составляет 560 лет [2].

Ледниковый язык оканчивается озером Петрова на высоте 3786 м, к которому примыкает самая молодая не задернованная еще конечная морена лед-

ника. В октябре 2012 г. гляциологами МГУ были выполнены радиолокационные исследования прифронтальной части ледника Петрова, по результатам которых была построена карта толщины ледника [19]. В частности, было установлено, что максимальная толщина прозондированной части ледника достигает 173 м при среднем значении чуть более 70 м. Участок наибольших значений толщины льда находится в средней части правой ветви ледника Петрова. Одновременно с помощью батиметрической съёмки определена глубина озера Петрова в его примыкающей к леднику части. Сопоставительный анализ указанных данных позволил выявить участки в концевой части ледника, которые могут отколоться от края, и оценить их площадь, объём льда. Из этих данных следует, что объём айсбергов на леднике Петрова может достигать весьма больших значений – свыше 300 тыс. м³. Кроме того, были оценены площадь и объём прифронтальной части ледника, находящейся на плаву. Площадь плавающей части языка ледника Петрова оценивается авторами исследований в 0,04 км², а объём достигает 1,7 млн. м³.

Озеро Петрова и его морено-ледниковая дамба (рис.19) было детально исследованы в ходе реализации международного научного проекта группой учёных Чехии и Кыргызстана в 2005-2009 г.г. [3,21,41]. Основная цель комплекса гидрологических, батиметрических и геофизических исследований состояла в оценке риска прорывной опасности озера, выявлении основных факторов прорывоопасности и разработки рекомендаций по предотвращению чрезвычайной ситуации на случай прорыва.

В ходе этих исследований было установлено, что ледник Петрова отступал со скоростью 24 м / год с 1957-1960 гг. и 40 м / год с 1980-1999 годы, а в период 1999-2006 г. скорость отступления ледника составляла 61 м/год [4]. По данным работы [2] с 1869 по 2003 гг. ледник Петрова отступил более, чем на 2,5 км, а поверхность ледника опустилась более, чем на 100 м. В период 1943-2000 г.г. среднее понижение поверхности составило 19,3 м или 0,34 м/год. Из-за отступления ледника в период с 1977 по 2014 гг. объём озера Петрова удвоился, причём одновременно с ростом объёма воды происходит таяние льда и многолетнемерзлых пород в теле морено-ледниковой плотины озера, то есть постепенно снижается устойчивость плотины, удерживающей всё возрастающие объёмы воды. При общем современном объёме озера Петрова в 70 млн. м³ прорывоопасный объём озера при внутримореном прорыве может составить до 40 млн. м³. [3,41].



Рис. 18. Бассейн ледника Петрова: сверху-перспективный космоснимок ледника и озера, линией показан контур водосборной территории ледника; внизу-панорама ледника Петрова (фото И. Торгоева, 2012 г.)



Рис.19. Ледниково-озёрный комплекс Петрова: а) динамика отступления ледника Петрова и роста акватории одноимённого озера; б) вид на озеро, Голубой залив и реку Кумтор, вытекающую из озера.

5.3. Ледник Лысый.

Долинный ледник Лысый, расположенный между ледниками Петрова и Давыдова (рис. 20-21), стал первым ледником, испытавшим прямое воздействие добычи руды (техногенный прессинг): вначале на нём производилось изъятие и удаление льда на участке в границах Центрального карьера, а затем на периферии этого глетчера было начато формирование отвалов пустых пород (рис. 29.) и льда.

Исследования, проведённые на леднике Лысый в 1984-85 гг. Институтом географии АН СССР, показали, что лёд в толще этого глетчера находился до начала разработки в однородном термическом состоянии с температурой ниже точки замерзания - ниже 0°C (холодный ледник) и был приморожен к ложу ледника (подстилающим горным породам и донной морене). С точки зрения динамики и кинематики движения льда это означает, что на момент исследований отсутствовала компонента скольжения ледника по его ложу, а основным фактором его смещения вниз является относительно медленное пластическое течение льда.

Площадь ледника Лысый в 2003 г. составляла 5,5 км², а его длина - 3,3 км. На рис. 22 показано изменение фронтальной части языка ледника за период с 1932 по 2003 гг. Первая контурная линия, обозначенная коричневым цветом, показывает расположение нижней границы ледника в 1932 г. Контурная линия зеленого цвета показывает расположение нижней границы ледника в 1943 г. Контурная линия голубого цвета показывает расположение нижней границы ледника в 1977 г. и красная - в 1955 и 2002 гг. Таким образом, за указанный период общее сокращение длины ледника под влиянием природных факторов, в основном потепления климата составило 620 м или в среднем 10.3 м/год.

5.4 Ледник Давыдова.

Сложно-долинный ледник Давыдова располагался на северо-западном склоне массива Ак-Шыйрак (рис. 17,20,23), между Центральным и Юго-Западными участками месторождения Кумтор. Длина ледника до начала работ на руднике Кумтор составляла 5,8 км, площадь ледника - 11,6 км², площадь водосбора (ледосбора) - 23,6 км². По оценкам гляциологов общий объём ледника Давыдова по состоянию на 1986 г. составлял 720 млн. м³ [5], в то время как в 2012 г. объём не затронутого горными работами льда составлял 252 млн. м³.

Ледник Давыдова наряду с ледником Сары-Тор относится к наиболее изученным ледникам Ак-Шыйрака. Первоначальные исследования на этом

леднике были начаты в 1925 г. гидрологом Л.К. Давыдовым, в честь которого он получил своё название. В 1984-89 гг., в период разработки первоначального Технико-экономического обоснования (ТЭО) разработки Кумторского золоторудного месторождения по заданию проектного института «ГИНАЛМАЗЗОЛОТО» (Москва) на леднике Давыдова Высокогорной гляциологической лабораторией Института географии АН СССР (Москва) выполнялись обширные и разнообразные исследования, включавшие радиозондирование ледника, термобурение и проходку разведочных скважин [7].



Рис. 20. Аэрофотоснимок района Кумторского золоторудного месторождения 1988 г., до начала его разработки с указанием основных близлежащих ледников и основных водотоков гидрографической сети



Рис.21. Общий вид бассейна долинного ледника Лысый: справа видны оползающие отвалы, частично заблокировавшие долину одноимённого ручья (фото И. Торгоева-август 2006 г.)

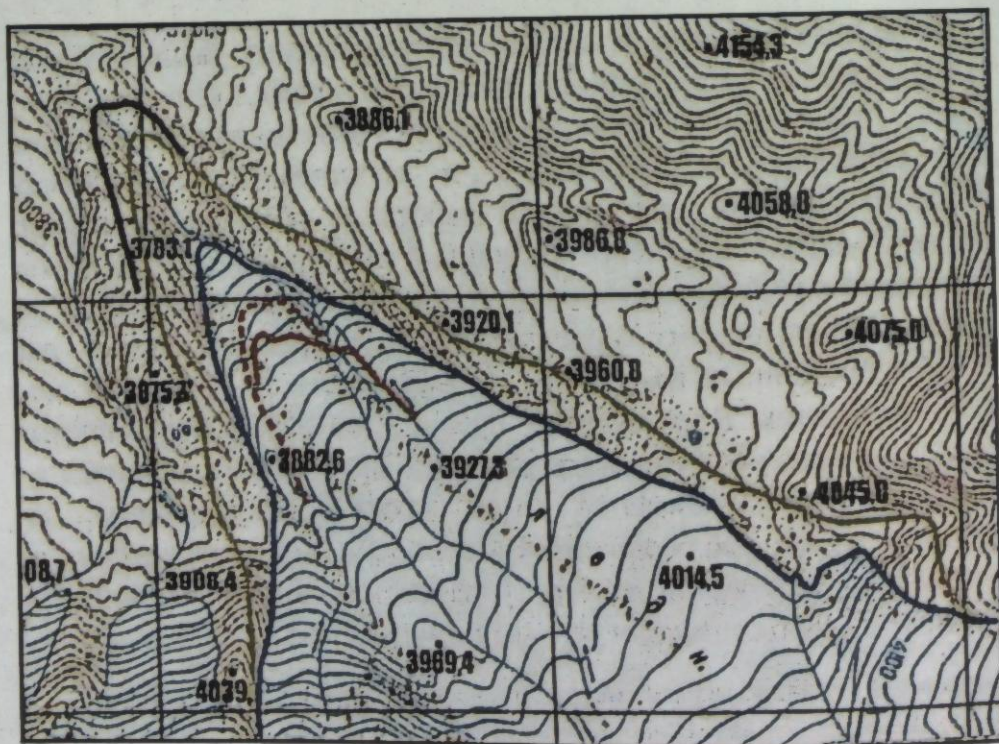


Рис.22. Изменение положения нижней границы ледника Лысый по Кузьмичёнку [4,5]

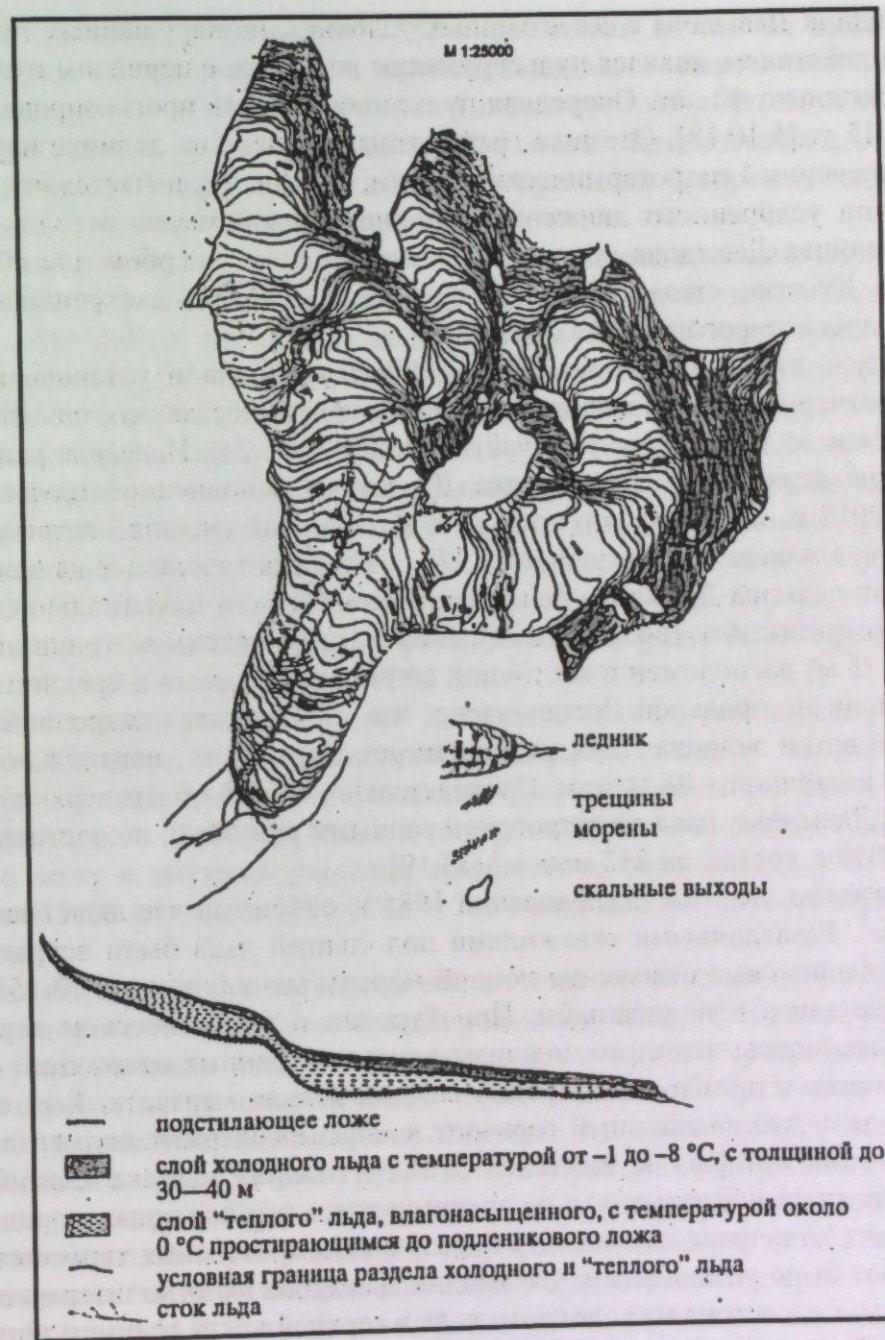


Рис.23. Топохема и сечение ледника Давыдова по данным исследований 1984-85 гг.[7]

Ледник Давыдова в естественных условиях, не нарушенных техногенным воздействием, являлся пульсирующим ледником с периодом пульсации приблизительно 40 лет. Очередная пульсация ледника прогнозировалась на 2014-2015 гг. [5,10,18]. Отсыпка грандиозных отвалов на леднике нарушила его естественный гидротермический режим, хотя не исключается, что одной из причин ускоренного движения каменно-ледовой массы отвалов в бассейне ледника Давыдова весной 2013 г. с большим ущербом для объектов рудника Кумтор, стала очередная пульсация ледника, наступившая чуть раньше прогнозирувавшегося срока.

Результаты исследований 1984-1989 гг., позволили установить мощность глетчерного льда, которая на различных его участках составляла от 40 м у краёв и до 120 м в средней части ледника (рис.24). Недавнее радиозондирование верхних частей ледника Давыдова, выполненное геофизиками МГУ в 2012 г., показало, что средняя толщина льда западной ветви составляет 85 м, а максимальная достигает 170 м. Средняя толщина льда центральной ветви ледника Давыдова почти достигает 100 м, а максимальная незначительно превышает 160 м (рис.24). Измеренный максимум толщины льда (более 175 м) расположен в восточной ветви ледника, хотя в среднем (90 м) она тоньше центральной. Установлено, что объем льда измеренной части западной ветви ледника Давыдова достигает 100 млн. м³, центральной – 64 млн. м³, восточной – 88 млн. м³. Следовательно, общий объем верхней части ледника Давыдова, пока не затронутой горными работами, по состоянию на август 2012 г. составлял 252 млн. м³ [13,19].

Согласно, данным исследований 1985 г. объёмный вес льда составлял 0,87 г/см³. Разведочными скважинами под толщей льда были вскрыты валунно-галечниковые отложения донной морены мощностью до 10-15 м, которые оказались обводнёнными. При бурении и геофизическом каротаже также выяснилось, что ниже подошвы донных моренных отложений отсутствуют многолетнемерзлые породы, то есть вечная мерзлота. Был сделан вывод о том, что водоносный горизонт в морене содержит подмерзлотные воды, питание которых осуществляется за счёт таяния ледника и, возможно, за счёт подтока напорных вод из трещиноватых зон коренных пород, подстилающих моренные отложения. В результате проведения термометрических работ было установлено, что ледник Давыдова имел политермическую структуру, т.е. состоял из холодного льда в верхней части толщи и тёплого в придонной её части. Так, на глубине 25 м от поверхности ледника температура льда переходила через 0 °С, а на глубине 30 м достигала значения 0,2 °С.

Авторы исследований 1984-1985 г. указывали на то, что выявленные особенности гидротермического режима ледника, а именно наличие слоя теплого льда и воды на ложе ледника уменьшают прочность льда и трение на нижней границе ледника Давыдова. Это создаёт предпосылки для его механической неустойчивости и может стать причиной ускоренных подвижек ледника, как это имело место в конце 1970-х гг.

Следует отметить, что в результате исследований и анализа карт и аэрофотоснимков разных лет было установлено, что положение конца ледника Давыдова существенно изменялось на протяжении XIX-XX веков (рис.25). Так, например, в 1932, 1943, 1955 гг. ледник находился в стадии деградации, а в 1973-1977 гг. наступал [44]. Однако наступление (пульсация) было непродолжительным и происходило непрерывно в течение 4-х лет, тем не менее это стало основанием для классификации ледника Давыдова, как пульсирующего с периодом пульсации приблизительно 40 лет. Минимальное время оборота массы льда (гидрологический цикл) в леднике Давыдова по оценкам гляциологов составлял 300 лет [2]. Это означало, что полный цикл водооборота, то есть общая продолжительность этапов превращения атмосферного снега в фирн, затем лёд и его таяние занимает не менее 300 лет.

На основе анализа скоростей движения льда на различных участках ледника Давыдова был сделан принципиальный вывод о механизме его движения, в виде скольжения ледника единым блоком по ложу. Общая средняя скорость движения языка ледника, включавшая глыбовое движение льда по ложу и внутриледниковые смещения за период 1945-1985 гг., составляла 15-20 м/год, а в 1931-1932 гг. её максимальное значение достигало 40 м/год.

Все перечисленные выше основные гляциологические данные должны были насторожить канадских проектировщиков (Kilborn Western Inc.) рудника Кумтор, а также лиц принимавших политические и технические решения по строительству и эксплуатации этого уникального и сложного объекта, расположенного в уязвимой зоне активных ледников и вечной мерзлоты.

Однако проектировщики рудника Кумтор, сама КОК и её геотехнические консультанты («Golder Associates» и др.) проигнорировали результаты этих исследований и рекомендации ведущих гляциологов, в частности, когда принимали технические решения, касающиеся способа отработки месторождения (открытый или подземный); разгрузки, удаления и складирования глетчерного льда; выбора мест размещения грандиозных каменно-ледовых отвалов на леднике Давыдова; крутизны бортов и контуров Центрального

карьера, выбора местоположения хвостохранилища и очистных сооружений ниже прорывоопасного морено-ледникового озера Петрова.

Так, например, при принятии решения о складировании отвальных пород на ледниках Кумтора не были учтены рекомендации гляциолога М.Б. Дюргерова – заведующего Лабораторией гляциологических прогнозов Института географии АН СССР (г. Москва), которые были выданы в январе 1989 г. специально для ТЭО, разработанного проектным институтом «ГИНАЛМАЗЗОЛОТО». В этих рекомендациях и заключении указано, что «...загрузка части ледника Давыдова допустима под наблюдением специалистов-гляциологов». В самом ТЭО «ГИНАЛМАЗЗОЛОТО» (том 1, книга 1, стр.126) отмечено, что «...предельная высота устойчивых отвалов на леднике не должна превышать 35 м. ...».

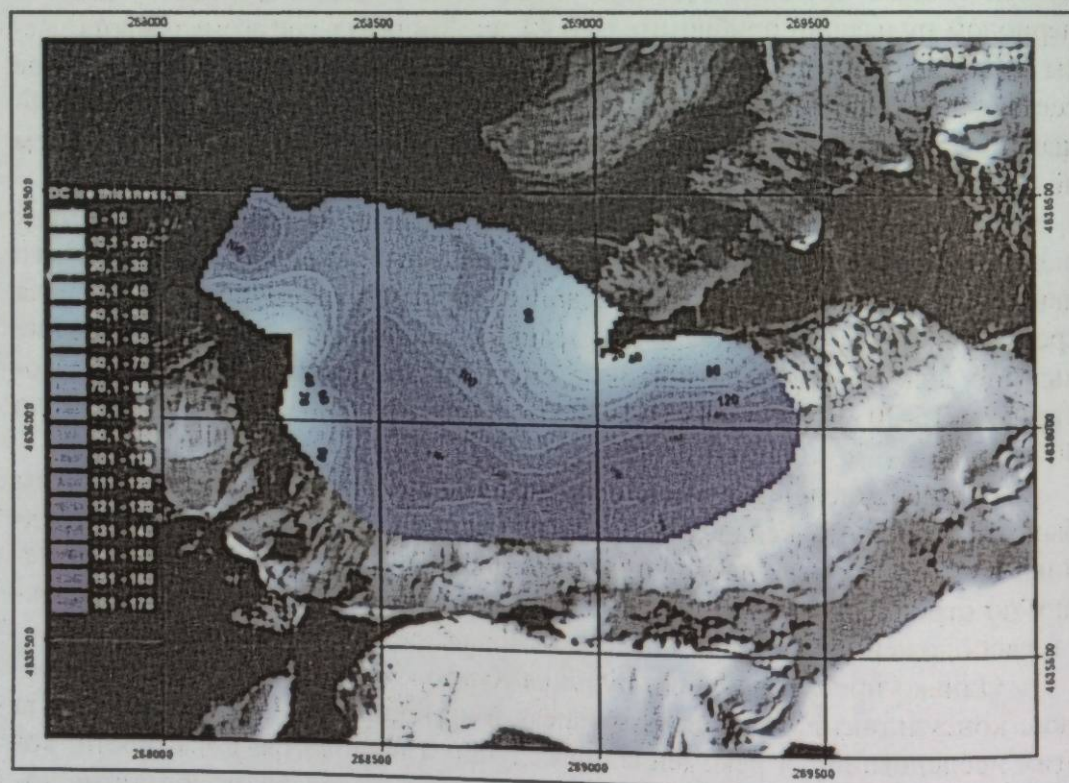


Рис.24. Карта толщины льда в Южной ветви ледника Давыдова по данным радиолокационного зондирования в августе 2012 г.[19].

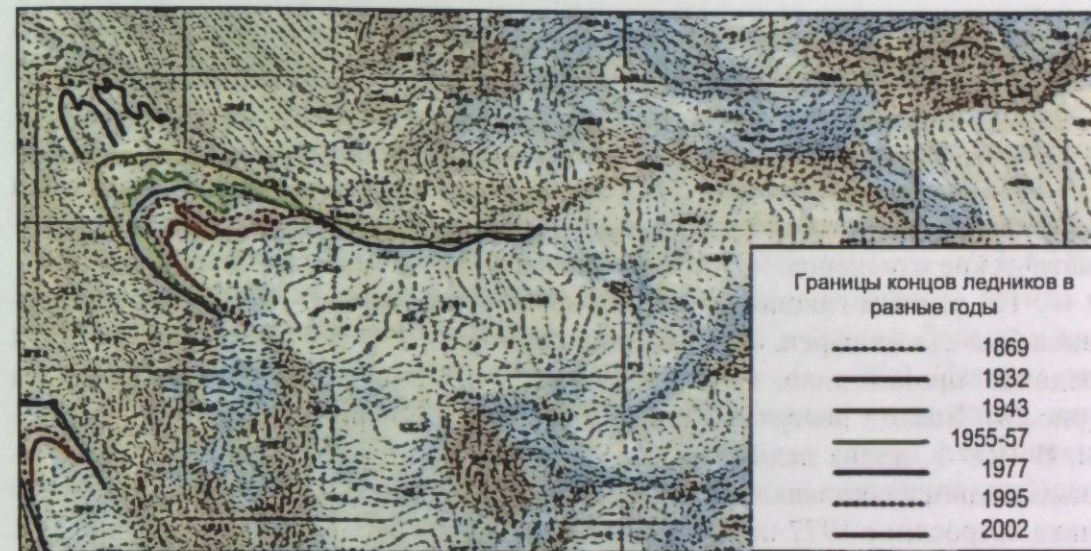


Рис. 25. Изменение положения нижней границы ледников Давыдова и Сары Тор по Кузьмичёнку [4,5]

Указанные и многие другие практические рекомендации ведущих гляциологов СССР, Кыргызстана (А.Н. Диких) и проектировщиков из «ГИНАЛМАЗЗОЛОТО» были полностью проигнорированы. Вопреки этим рекомендациям геотехнические консультанты и местные проектные организации (ПИЦ «Кен-Тоо») в своих проектах формирования отвалов на леднике довели их высоту до 90 м, (фактически в ряде случаев формировались отвалы высотой до 120 м). Отсыпка на леднике Давыдова гигантских масс горных пород обернулась разрушением ледника. Ответная реакция ледника Давыдова и вечной мерзлоты на кардинальное техногенное изменение их термического и гидрологического режима, постепенное разрушение ледника как природного образования, породили целый ряд геотехнических, гидрологических и экологических проблем: деформации и нестабильность отвалов и бортов карьера; мощный непрерывный водоприток в Центральный карьер с загрязнением талых ледниковых вод с большими экономическими издержками и неблагоприятными экологическими последствиями.

5.5 Ледник Сары-Тор.

Долинный ледник Сары-Тор площадью 3,6 км² залегает на северо-западном макросклоне массива Ак-Шыйрак (рис.26-27). Гидрологический створ замыкает площадь 7,8 км², объём ледника в 2012 г. оценивался в 126

млн. м³ [12]. Этот простой долинный ледник начинается на высоте 4756 м и спускается до 3859 м. В первой половине XX в. ледник получал питание из трех камер, расположенных в орографически правой части основной долины, в начале второй половины XX в. ледник из нижней камеры отчленился от Сары-Тора и обособился (рис. 27). Моренный покров на леднике практически отсутствует, поэтому изменения Сары-Тора достаточно четко отражают климатические изменения, происходящие на Внутреннем Тянь-Шане [13].

По данным гляциологических наблюдений в 1943–1977 гг. фронт ледника был стационарен, а незначительное (на 0,08 км²) сокращение площади ледника происходило за счет отчленения его правого висячего притока (рис. 26). Высота поверхности ледника за тот же период понизилась на 19,4 м. В 1977 г. длина ледника Сары-Тор была несколько больше 4 км, а площадь ледника составляла 3,54 км² [5]. После 1977 г. темпы сокращения ледника возросли: с 1977 по 2003 г. ледник потерял около 20 % площади [13]. В результате проведения геофизических работ было установлено, что ледник Сары-Тор имеет политермическую структуру, т.е. состоит из холодного льда в верхней части толщи и тёплого в придонной её части [5,13]. Максимальная измеренная толщина составляет около 165 м, в средней части области питания на высотах 4300–4400 м. Нижняя часть ледника на расстоянии 1 км от его языка целиком состоит из холодного льда. На протяжении следующих 1,5 км ледник имеет двухслойное строение. Верхняя часть ледника, его область питания, сложена тёплым льдом от поверхности до ложа.



Рис. 26. Общий вид ледника Сары-Тор: слева от ледника видны отчленившийся висячий ледник и уступы (бермы) Юго-Западного карьера КОК у фронтальной части ледника

На рис. 27 представлены результаты сопоставления топографической карты и разновременных космоснимков, выполненного гляциологами МГУ [13,19]. Площадь ледника Сары-Тор в конце лета 2012 г. составляла 2,39 км², отчленившегося от него висячего ледника – 0,33 км². По сравнению с 1977–2003 гг. темпы сокращения площади ледника Сары-Тор в 2003–2012 гг. несколько замедлились. В 1977–2003 гг. площадь ледника ежегодно сокращалась на 0,77 % [13], в 1987–2003 гг. – на 0,80 %, в 2003–2012 гг. – на 0,67 %. Последнее объясняется как отсутствием статистически значимого тренда к повышению летней температуры в 2002–2010 гг., так и гораздо большим количеством снега, выпавшего в период 2003–2010 гг. (рис. 28в). Следует отметить, что в 1977–2003 гг. ледник Сары-Тор сокращался интенсивнее, чем оледенение Ак-Шыйрака в среднем [13]. В то же время темпы сокращения ледника Сары-Тор в 1977–2012 гг. хорошо согласуются с темпами сокращения ледников бассейна Верхнего Нарына [13,19].

5.6. Геокриологические условия и опасные криогенные процессы

В ходе освоения Кумторского золоторудного месторождения в хозяйственный оборот вовлечена большая территория криолитозоны высокогорья общей площадью до 100 км² с весьма сложными геокриологическими условиями, отличающаяся повышенной «чувствительностью» и «ранимостью» к различным техногенным воздействиям.

Само по себе наличие в районе Кумторского месторождения многолетнемерзлых грунтов и мерзлотно-геологических (криогенных) процессов является скорее мерой сложности, а не опасности территории. Однако при строительстве и эксплуатации инженерных сооружений в условиях вечной мерзлоты необходимо принимать во внимание то, что мерзлые грунты и породы температурно неустойчивы и при оттаивании сильно меняют свои физико-механические свойства (характеристики). Так, в результате крупномасштабной выемки руды и пустых пород на Центральном карьере, многолетнемерзлые рудовмещающие горные породы (филлиты, филлиты-мелониты) весьма прочные в мерзлом состоянии подверглись интенсивному разрушающему воздействию в процессе глубокой открытой разработки (буровзрывных и добычных работ). Это вызвало интенсивную трещиноватость и разупрочнение пород в окружающем массиве, характеризующемся к тому же наличием тектонических нарушений различного порядка.

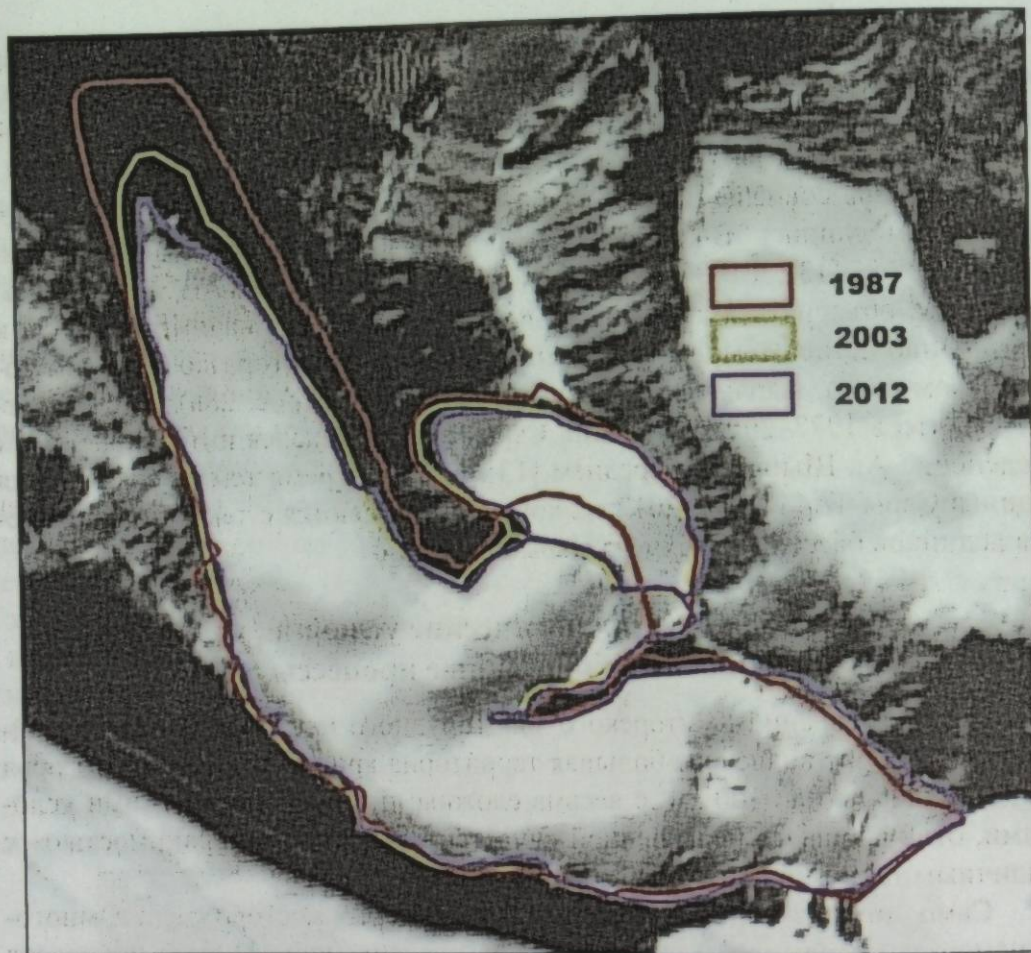


Рис. 27. Контур ледника Сары-Топ в 1987, 2003, 2012 гг. по Петракову [13]

Многолетний опыт КОК свидетельствует о том, что филлиты-мелониты крошатся под воздействием горных работ и при оттаивании. Воздействие на такие породы горных работ на фоне изменения их криогенного и температурного состояния приводит к значительному снижению их прочностных свойств. Имеющиеся данные по физико-механическим свойствам пород Кумторского месторождения свидетельствуют о том, что прочность филлитов – основных рудовмещающих пород снижается почти в 2 раза с 80,0 МПа до 41,5 МПа после нескольких циклов замораживания и оттаивания [52].

Последнее отрицательно сказывается на долговременной устойчивости и экологической безопасности объектов, особенно гидротехнических сооруже-

ний хвостового хозяйства: дамбы и самого хвостохранилища, отводных каналов, пульпопровода и очистных сооружений промышленных стоков (ОСПС).

К началу строительства объектов рудника геокриологические условия на территории месторождения отличались относительной однородностью [15]. Детальные исследования многолетнемерзлых пород (ММП) в районе Кумтора были выполнены в 1986-1987 гг. сотрудниками Казахской высокогорной геокриологической лабораторией Института мерзлотоведения СО АН СССР. Эти исследования и последующие изыскания на стадии разработки проекта позволили выявить особенности строения криолитозоны в рассматриваемом районе, изменения ее мощности и температурного режима в зависимости от геолого-геоморфологической обстановки, а также оценить характер и масштабы развития экзогенных геологических процессов, включая потенциально опасные криогенные процессы и явления [49-50].

Основные результаты этих геокриологических исследований вкратце сводятся к следующему:

- долины верхнего течения рек Кумтор и Арабель представляют собой область древней ледниковой аккумуляции, высланные четвертичными (ледниковыми, озерно-ледниковыми, аллювиально-пролювиальными) отложениями, которые залегают на глинах киргизской свиты палеоген-неогена ($P_3 - N_{1kr}$). Мощность этих четвертичных отложений ММП достигает под дном этих рек 150 м;
- современные природные условия рассматриваемого района: орографическая изолированность территории; ее большая высота над уровнем моря; особенности формирования и эволюции четвертичных отложений, непосредственно связанные с голоценовыми и верхнеплейстоценовыми оледенениями; суровые климатические условия – способствуют сохранению многолетнемерзлых пород;
- для района рудника Кумтор, расположенного на высотах 3600–4200 м, характерно сплошное распространение ММП. Возможные таликовые зоны могут находиться под водотоками и водоемами (моренные и термокарстовые озера), а также в зоне тектонических разломов (эндогенные талики);
- кровля ММП или подошва сезонно-талого слоя (СТС) в период максимального оттаивания (начало – середина сентября) на указанном интервале высот вскрывается на глубинах от 0,7 до 1,5 м в зависимости от экспозиции склона. Оттаивание верхних горизонтов начинается в первой половине мая, после схода снежного покрова и достигает

максимальной глубины к началу-середине сентября. С середины сентября происходит промерзание СТС, которое идет как сверху, с поверхности, так и снизу, со стороны кровли ММП. К концу сентября происходит смыкание многолетней мерзлоты с сезонной и фазовые переходы в деятельном (СТС) слое прекращаются;

- температура горных пород на глубине затухания годовых колебаний температуры изменяется на площади месторождения от $-1,5^{\circ}\text{C}$ до $-4,8^{\circ}\text{C}$, наиболее низкие среднегодовые температуры до $-3,6^{\circ}\text{C}$ характерны для моренных толщ.

Из-за наличия вечной мерзлоты в пределах рассматриваемой территории довольно широко развиты экзогенные геологические процессы (ЭГП) криогенного, криогенно-гравитационного и водного характера [15,49]. Это обусловлено геологическим строением, рельефом, суровым климатом с повышенной солнечной радиацией, сплошным характером распространения ММП (вечной мерзлоты) и температурным режимом слоя сезонного промерзания – оттаивания.

Опыт строительства и эксплуатации объектов Кумторского рудника в криолитозоне высокогорья и условиях происходящего потепления климата свидетельствует о том, что, несмотря на попытки свести к минимуму техногенное воздействие на криолитозону, освоение месторождения сопровождается сравнительно быстрым и глубоким изменением геокриологических условий на территории рудника. Например, в результате оттаивания вечномерзлых грунтов возникли просадки под зданиями золотоизвлекательной фабрики (ЗИФ) и административно-бытового корпуса (АБК). Особенно существенны такие изменения вблизи гидротехнических сооружений рудника: хвостохранилища, пульпопровода и отводного канала р. Арабель, где вследствие потепления климата и сильных техногенных отепляющих воздействий происходит коренное изменение теплового состояния грунтов – их многолетнее протаивание в районе развития многолетнемерзлых пород с нежелательными геотехническими и экологическими последствиями [15,51].

Изменение комплекса геокриологических (мерзлотных) условий, дало толчок к образованию и развитию генетически связанных рядов экзогенных геологических и криогенных процессов, угрожающих долговременной устойчивости как природных объектов (горные склоны, ледники, моренно-ледниковые плотины), так и инженерных сооружений (хвостохранилище, каналы, пульповоды и т.д.). Следует отметить, что в случае разрушения

этих объектов рудника может возникнуть чрезвычайная экологическая ситуация регионального масштаба.

За 20 лет эксплуатации рудника Кумтор, несмотря на все принимаемые меры, предотвращающие развитие опасных экзогенных геологических и криогенных процессов, и направленные на снижение риска и смягчение последствий возможных аварий, отмечено появление первых признаков неблагоприятных природно-техногенных процессов [15]. К их числу относятся:

- деградация вечной мерзлоты и связанные с ней процессы фильтрации вод, термопросадки, термоэрозии в зоне влияния верхнего отводного канала (ВОК) р. Арабель, проложенного в обход чаши хвостохранилища, деформации и просадки протаявшего грунта под зданиями и сооружениями (административно-бытовой корпус, здание золотоизвлекательной фабрики, трансформаторная подстанция, дамба хвостохранилища);
- активизация процессов термокарста на дамбе моренно-ледникового происхождения, ограждающей прорывоопасное озеро Петрова, расположенное в 5 км выше хвостохранилища;
- процессы солифлюкции и оплывания на участках горных склонов, пригруженных отвалами, подрезанных технологическими дорогами и пульпопроводом, по которому транспортируются хвосты золотоизвлекательной фабрики;
- оползание и обрушение бортов Центрального карьера, стимулированное процессами циклического промерзания – оттаивания приповерхностных слоев массива горных пород и разобщением сезонно-талого слоя с кровлей вечной мерзлоты.

Актуальность перечисленных проблем деградации вечной мерзлоты определяется полученными в результате геокриологических исследований фактами, свидетельствующими о том, что изменение климата за последние десятилетия уже повлекло за собой преобразование перигляциальной среды высокогорья [15]. Если эта тенденция сохранится в будущем, это может привести к дальнейшей активизации деструктивных посткриогенных геологических процессов и явлений, которые могут носить негативный, а иногда и катастрофический характер (гляциальные сели, оползни, сплывы, подвижки каменных глетчеров, термоэрозия, термокарстовые обрушения).

При рассмотрении возможных неблагоприятных геокриологических процессов и явлений, возникающих при освоении криолитозоны высокогорья, следует обратить внимание на опасные геохимические процессы в районах разме-

щения жидких и твёрдых отходов горно-рудного производства, выражающиеся в очень своеобразном развитии здесь процессов загрязнения. К примеру, известно, что загрязнения в виде нефтепродуктов в пустынях разлагаются микроорганизмами за 2-3 недели, в умеренном климате – за 1,5-2 месяца, а в высокогорных зонах с многолетней мерзлотой за годы и десятилетия [15].

Особенность миграции продуктов загрязнения в области многолетней мерзлоты состоит в том, что она происходит главным образом боковым стоком, а не вертикальным, что неизбежно приводит к транспортировке (миграции) загрязнений к водным артериям и стоку в предгорья и равнины, а не захоронению в более глубоких горизонтах геологического разреза. Из-за плохой очищающей способности почв надмерзлотные воды подвергаются большей возможности загрязнения, поскольку основной агент их самоочищения – биологическое окисление – подавлен из-за малого содержания кислорода и низкой температуры.

При оценке и прогнозировании влияния крупномасштабной добычи золота на криолитозону высокогорья важно учитывать не только прямые и косвенные, но и кумулятивные воздействия.

Кумулятивные воздействия означают накопление изменений в окружающей среде, вызванных техногенной деятельностью. Данные изменения происходят в пространстве и времени и могут вызываться аддитивными (совокупными) или интерактивными (взаимосвязанными) последствиями. Кумулятивные воздействия представляют собой нарастающие совокупным итогом совместно протекающие изменения в окружающей среде от множественных воздействий и мероприятий (строительство и эксплуатация объектов рудника, дорог, жилого поселка, ЛЭП, взлетно-посадочной полосы и т.д.), которые приводят к деградации ценных компонентов экосистем и повышают риск возникновения опасных экологических ситуаций.

Понимание сложных взаимодействий и оценка их последствий особо важны в нивально-гляциальном поясе высокогорья, ввиду замедленности, нелинейности и потенциальной необратимости экологических, физических и других процессов (например, распада загрязнителей), повышенной чувствительности и низкого потенциала сопротивляемости элементов высокогорных экосистем к природным (изменение климата) и техногенным воздействиям; низким темпов восстановления (регенерации) природной среды после нарушения ее равновесного состояния.

Проблемам воздействия горнопромышленного комплекса на окружающую среду высокогорных экосистем в настоящей публикации уделено

особое внимание в связи с тем, что в перспективе в Кыргызстане главным источником многих запасов цветных и драгоценных металлов будут высокогорные месторождения (Джеруй, Солтон-Сары, Сары-Джаз и пр.).

5.7. Природные факторы деградации горных ледников и вечной мерзлоты

Ряд национальных и международных экспертов утверждают, что горно-добычные работы на руднике Кумтор, включая беспрецедентную практику складирования пустых пород на ледниках Лысый и Давыдова, вызвали их ускоренное таяние и разрушение [1,21,22,24,28,3742,44].

Горнодобывающая компания «Центерра» и её дочерние предприятия «Кумтор Оперейтинг Компани» (КОК) и «Кумтор Голд Компани» (КГК) в ответ на эти утверждения заявляют, что техногенное воздействие КОК на ледники несущественно по сравнению с последствиями происходящего изменения климата. Особенно преуспел в распространении подобного мнения экологический адвокат «Центерры» Мердад Назари, являющийся директором компании «Prizma Ltd.» (США). Так, в Независимой оценке отчёта Парламентской комиссии и комментариев д-ра Роберта Морана (см. Заключительный отчёт «Prizma Ltd.» от 23 сентября 2012 г.) на стр. 51 утверждается буквально следующее: «По нашему (читай «Prizma Ltd.») мнению, имеющиеся данные не предполагают какого-либо материального техногенного воздействия от Кумтора на ледники». Или далее в этом же отчёте написано: «В сравнении с масштабом воздействия по всему Кыргызстану от перемены климата, не похоже, чтобы Кумтор имел материальное техногенное воздействие на усиление таяния ледников...».

Таким образом, «Центерра» и её дочерние компании-операторы проекта «Куморзолото» всемерно и систематически во всех средствах массовой информации распространяют представление о том, что воздействие КОК на ледники несущественно по сравнению с влиянием изменения климата.

Однако эксперты не согласны с этими заявлениями «Центерры» и КОК. Так, исследователь в области политической экологии Я. Кроненберг из Университета Лодзи (Польша) в своём недавнем интервью для неправительственной организации IRIN отметил [45], что КОК является крупнейшей в мире компанией воздействующей на ледники: «Её влияние на ледники огромно в абсолютном выражении... В остальных странах Мира техногенные воздействия на ледники при добыче полезных ископаемых даже в гораздо меньших масштабах натолкнулись на серьёзное противостояние мест-

ного населения, международных неправительственных организаций, экологов и научного сообщества. В этом отношении лучшим примером является проект строительства рудника Паскуа-Лама на границе Чили и Аргентины, который был приостановлен из-за протестов против удаления гораздо более мелких ледников».

В контексте этой дискуссии между разработчиками недр и экологами, специалистами в области гляциологии [1,36,37,42, 44,45] рассмотрим влияние (вклад) природных и техногенных факторов на деградацию ледников и вечной мерзлоты в районе рудника Кумтор.

К числу ведущих природных факторов, влияющих на состояние оледенения Тянь-Шаня, относятся:

- климатический фактор, включающий происходящие и возможные изменения климата в будущем;
- естественное загрязнение поверхности ледников за счёт оседания пыли, приносимой атмосферными фронтами из окружающих грандиозных пустынь Евразии.

5.7.1. Климатический фактор.

Доминирующим природным фактором, предопределяющим состояние ледников, вечной мерзлоты и динамику развития гляциальных и криогенных процессов, является климатический, а именно гидротермические условия в районе расположения ледников и вечной мерзлоты: количество и разновидность атмосферных осадков, температура воздуха и грунтов (горных пород). Температурный режим воздуха и грунтов при атмосферных осадках предопределяет характер снегоотложения, снегонакопления, снеготаяния, кристаллизации снега, испарения влаги и т.п. Все эти характеристики снега и природного льда в совокупности с геоморфологическими особенностями рельефа гляциально-нивального пояса гор (экспозиция, крутизна, высота над уровнем моря и т.д.), предопределяют особый климатический режим каждого ледника. Все эти факторы по-разному влияют на условия накопления снега, и поэтому в различной степени сказываются на состоянии ледников и его изменениях во времени.

Основные черты климата в районе рудника Кумтор довольно надёжно характеризуют данные многолетнего ряда наблюдений гидрометеорологической станции (ГМС) «Тянь-Шань» (WMO ID-36982), которая функционировала с 1929 по 1996 гг. и располагалась в долине р. Кумтор ниже действующего хвостохранилища, в 5 – 6 км от ледников Петрова и Давыдова, на высоте 3614 м над уровнем моря. В августе 1996 г. была запущена в эксплуатацию новая ав-

томатизированная метеостанция КОК, которая расположена в 2,5 км юго-восточнее ГМС «Тянь-Шань», на высоте - 3660 м над уровнем моря. Несмотря, на небольшую разницу в высотном положении старой и новой ГМС, составляющей всего 46 м, их данные существенно разнятся, из-за того, что ГМС «Тянь-Шань» располагалась на дне Кумторской долины (по выражению синоптиков была «холодной» станцией). Это объясняется стоком холодного воздуха с ледника Петрова в долину, где была расположена ГМС «Тянь-Шань». В отличие от неё метеостанция КОК была установлена на борту долины, где инверсия температуры меньше, и поэтому данные по температуре воздуха на этой станции всегда выше, чем данные на ГМС «Тянь-Шань».

Рассматриваемый район характеризуется значительной континентальностью и суровостью климата с отрицательной среднегодовой температурой $-7,8^{\circ}\text{C}$, что сопоставимо с суровыми климатическими условиями Арктики (Новая Земля). Однако, в отличие от Арктики, главными факторами, определяющими особенности климатических условий района, влияющих на состояние ледников и вечной мерзлоты, являются солнечное сияние и солнечная радиация [15].

Следует отметить, что интенсивная солнечная радиация района совершенно не учитывалась канадскими специалистами из «Голдер Ассошиэйтс Лтд», которые выполняли проектирование основных сооружений и объектов рудника. В отличие от полярной Канады и Арктики, в районе Кумтора в условиях ясного неба, отмечается большое поступление тепла за счет суммарной солнечной радиации (среднегодовое число часов солнечного сияния составляет 2616 часов), что вызывает значительный нагрев приповерхностного слоя почвы и горных пород и способствует в условиях резких суточных и сезонных колебаний температуры интенсивному выветриванию, термомеханическим напряжениям и деформациям пород и грунтов. Ряд неблагоприятных природно-техногенных процессов на руднике, в частности неустойчивость и подвижки дамбы хвостохранилища, обвалы на северо-восточном борту Центрального карьера, подвижки отвалов, просадки под зданиями и каналами были вызваны оттаиванием многолетнемерзлых пород, в том числе под действием мощной солнечной радиации. За счет солнечной радиации сильно (до температуры $10-16^{\circ}\text{C}$) прогреваются воды в многочисленных неглубоких озерах района (оз. Джукучак и др.), а также тёмно-серые «хвосты» и воды в чаше хвостохранилища.

Термический режим рассматриваемой территории формируется под влиянием макромасштабных факторов (радиационный режим, циркуляция

атмосферы, характер подстилающей поверхности) и местных условий (формы рельефа, почвы, растительности и др.), которые определяют термический режим отдельных участков, температурные характеристики которых существенно меняются даже на небольших расстояниях [15].

Высокогорные районы Внутреннего Тянь-Шаня отличаются наиболее суровым температурным режимом, о чем свидетельствуют многолетние данные ГМС «Тянь-Шань» (рис. 28а).

Средняя годовая температура воздуха в районе основных сооружений рудника отрицательная, её значение изменяется от $-7,8^{\circ}$ на ГМС «Тянь-Шань» до -11° на высоте 4000 м [15]. Средняя температура июля в том же интервале высот изменяется от $4,2^{\circ}$ до $1,5^{\circ}$, а температура января от $-21,9^{\circ}$ до -24° (рис.28а). В летние месяцы нулевая изотерма находится на высоте 4200 м.

Средние минимальные температуры по своим значениям близки к среднемесячным температурам ноября, а средние максимальные – температурам сентября. Абсолютные минимальные температуры достигают -45° на метеостанции «Тянь-Шань» и могут снижаться до -47° на высоте 4000 м. Абсолютные максимальные температуры на тех же высотах снижаются от 24° до 21° .

Годовая амплитуда температур воздуха (разность между средними температурами января и июля) в рассматриваемом районе достигает 25° - 30° . Температура воздуха характеризуется ярко выраженным суточным ходом во все месяцы года. Наблюдается резкое повышение температур с восходом солнца и плавное падение после полудня и захода. Даже в июле на метеостанции «Тянь-Шань» в ночное время суток обычно после полуночи устанавливаются отрицательные температуры, достигающие $-0,7^{\circ}\text{C}$. По данным наблюдений Института географии АН СССР, летом 1984 и 1985 гг. на леднике Давыдова ($H_{\text{абс}}=4000$ м) температура воздуха выше, чем на станции Тянь-Шань, несмотря на разность высот около 400 м. Это объясняется стоком холодного воздуха в долину р. Кумтор, где была расположена ГМС «Тянь-Шань». В результате, средняя суточная температура имеет почти одинаковую величину на уровне 3600 и 4000 м.

Как видно на рис. 28а, средняя годовая температура воздуха и поверхности почвы почти одинаковы, хотя почва нагревается летом и охлаждается зимой сильнее, чем воздух. Поверхность почвы (грунта) около семи месяцев в году охлаждена ниже 0°C , а абсолютный минимум достигает -55°C , что способствует формированию многолетней (вечной) мерзлоты.

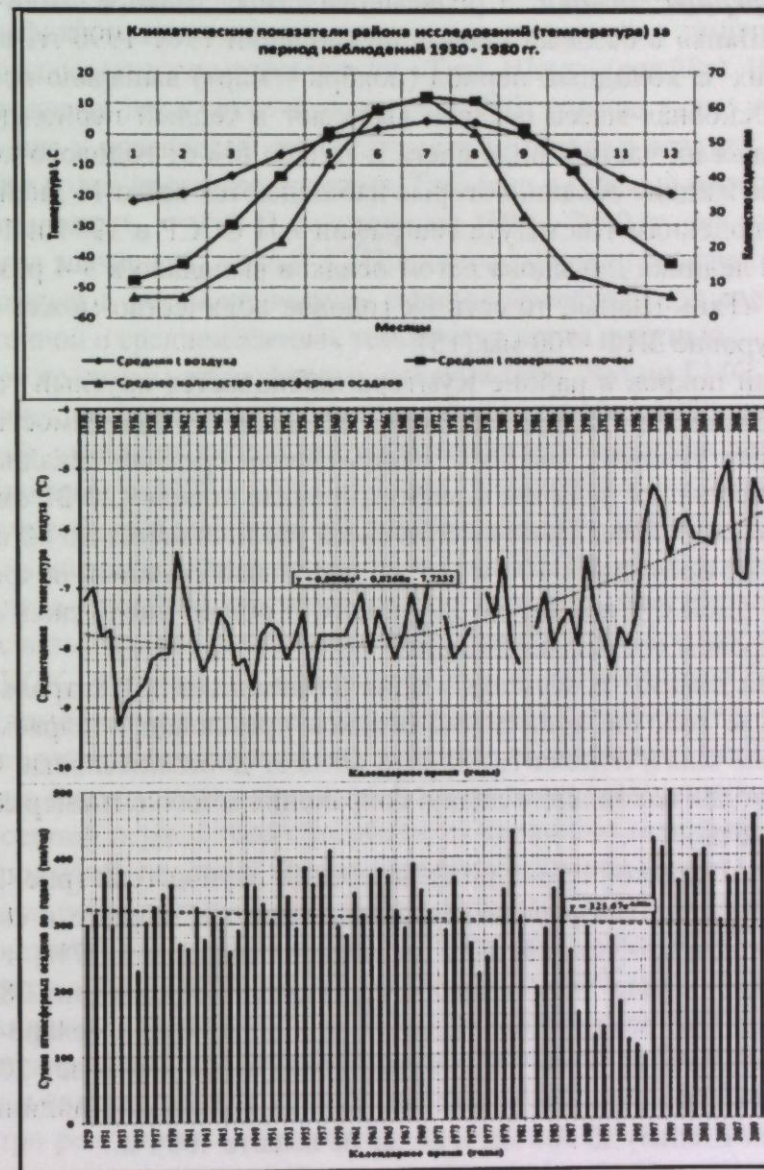


Рис. 28. Климатические особенности в районе Кумтора: *вверху* – внутригодовой ход средней температуры воздуха, температуры поверхности почвы и среднемесячного количества атмосферных осадков по ГМС «Тянь-Шань»; *в центре* – изменение средних годовых температур воздуха; *внизу* – суммы атмосферных осадков за 1930-2011 гг. Ломаная кривая - фактические колебания среднегодовой температуры, пунктирная линия – рассчитанный линейный тренд.

Атмосферные осадки. Среднегодовое количество на ГМС «Тянь-Шань» в базовый период наблюдений 1961-1990 гг. составляло 371 мм, из них за холодный период (ноябрь – март) выпадало всего 49 мм или 13,2%. Основная масса осадков выпадает в теплый период (рис. 28а), причем большая их часть в виде снега и только 8% от годового количества приходится на жидкие осадки, которые наблюдаются всего 11 дней в году.

По наблюдениям Института географии АН СССР в 1984 и 1985 гг. на уровне языка ледника Давыдова летом осадков выпадало в 3-4 раза больше, чем на ГМС «Тянь-Шань», то есть их годовое количество может достигать 500 мм, а на уровне ЗИФ -700 мм [15].

Снежный покров в районе Кумтора наблюдается круглый год, но его мощность не велика и сильно изменяется по годам и в зависимости от местных природных условий. На ГМС «Тянь-Шань» средняя декадная высота достигает наибольших величин в марте – начале апреля (20-21 см). В многоснежные зимы максимальная высота снега увеличивается до 60 см, а в малоснежные – не превышает 10 см [15]. Устойчивый снежный покров залегает около 170 дней с 9 ноября по 27 апреля, а общее число дней в году со снежным покровом составляет 212 дней

Верховья долины р. Кумтор – одна из немногих в Центральной Азии местностей, где годовое количество осадков превышает испаряемость, т.е. годовой баланс влаги положителен. Это создает дополнительные благоприятные условия для накопления льда и сохранения многолетнемерзлых пород (вечной мерзлоты).

Максимум осадков приходится на летний период года (рис. 28а), причем в 90% случаев атмосферные осадки выпадают в твердом и смешанном виде. На период с мая по сентябрь приходится в среднем 77%, а в июне – августе выпадает около 54% годового количества осадков (рис.28а). Летом наиболее обильные осадки наблюдаются при западных и северо-западных вторжениях воздушных масс, их суточный максимум достигает 30 – 40 мм. Годовое количество осадков возрастает от 323 мм на дне долины (метеостанция «Тянь-Шань») до 500 мм и более на высоте 4000 м.

Начиная с конца 80-х годов XX века, в Кыргызстане отмечается существенное изменение гидротермических условий, обусловленное глобальным потеплением. Климатические изменения в стране и рассматриваемом районе характеризуются постепенным повышением приземной температуры воздуха, изменением количества атмосферных осадков и увеличением повторяемости и интенсивности аномальных гидрометеорологических явлений.

Рассмотрим основные закономерности этих изменений. На рис. 28б приведены графики многолетнего изменения среднегодовых температур воздуха (t_{cp}) и суммы осадков по метеостанции «Тянь-Шань» (рис.28в). На графике хода среднегодовых температур воздуха (рис. 28б) хорошо видно наличие устойчивого тренда в повышении среднегодовых температур воздуха, начиная с середины 70-х годов прошлого столетия. Так, если в базовый период 1961 – 1990 гг. она составляла $t_{cp} = -7,4^{\circ}C$, то за период 1990 – 2010 гг. она возросла на $0,5^{\circ}C$ и достигла значения $t_{cp} = -6,9^{\circ}C$. Причем, возрастание среднегодовой температуры воздуха в рассматриваемом регионе происходит за счет возрастания среднесуточной и среднемесячных температур летом и осенью.

Годовые суммы атмосферных осадков (рис.28в) по ГМС «Тянь-Шань» уменьшились по сравнению с базовым периодом 1961-1990 гг. в среднем на 17% за счёт уменьшения количества атмосферных осадков весной и летом. Однако, начиная с 1997 г. фиксируемое суммарное количество осадков по годам значительно превышает среднегодовую норму (рис. 28в). Вероятнее всего это также как и резкий подъём с 1997 г. среднегодовой температуры воздуха (рис.28б) объясняется тем, что при построении графиков с 1997 г. использовались результаты наблюдений автоматизированной метеостанции КОК, которая как отмечалось выше, регистрирует более высокие значения температуры воздуха. Следует также учитывать, что метеостанция КОК расположена практически на территории вахтового посёлка, который, безусловно, влияет на её показания. Как бы то ни было, потепление воздуха в летне-осенний период года способствует усилению таяния ледников.

Одним из последствий происходящего изменения климата в рассматриваемом районе стала частая повторяемость аномальных изменений температуры, проявляющаяся в увеличении амплитуды температурных колебаний (рис. 28б). Так, в период с 2001 по 2010 гг. на метеостанции КОК была зафиксирована самая низкая температура воздуха в $-37,2^{\circ}C$ и самая высокая $+19,8^{\circ}C$.

Общеизвестно, что ледники очень чувствительны к климатическим условиям и являются природными индикаторами климатических изменений. Они быстро реагируют на изменение климата, и такая реакция может отражаться как в их наступлении, так и деградации (отступлении), выражающейся в сокращении площади оледенения и объёма ледников. Вследствие продолжающегося потепления климата, горные ледники продолжают отступать на большие высоты, теряя свой объём. По данным Мирового центра мониторинга ледников, штаб-квартира которого находится в Цюрихе (Швейцария), в 2005 г. горные ледники потеряли в среднем 66 см своей толщины.

Начиная с 1982 г. гляциологи разных стран ведут постоянное наблюдение за состоянием 30 реперных ледников. Эти глетчеры были выбраны по своей репрезентативности в девяти горных цепях мира, включая Тянь-Шань. За период между 1980 и 2005 гг. толщина ледников в среднем уменьшилась на 10,5 м, причём процесс этот ускоряется: темп ежегодного таяния с начала 2000-х годов в 1,6 раза больше, чем был на протяжении 90-х годов и в три раза интенсивнее, чем в 80-е годы прошлого столетия.

Профессор Дж. Бамбер, возглавляющий Бристольский гляциологический центр (Англия), на основе анализа космоснимков ледниковых районов Мира разных лет утверждает, что таяние ледников в Гималаях и на Тянь-Шане происходит значительно медленнее, нежели предполагали ученые. По данным Дж. Бамбера, наиболее заснеженные пики мира, расположенные по цепи от Гималаев до Кыргызского Тянь-Шаня, за последнее десятилетие практически не уменьшились в объеме, несмотря на отрицательный прогноз кабинетных экологов. Этот факт ошеломил ученых, которые ожидали потери более 50 миллиардов кубометров талой воды с ледников данного региона. Ученые показали, что ледники азиатских горных хребтов, которые еще называют «третьим полюсом», «плавают». Снимки со спутника частично подтвердили это, однако не в прогнозируемых масштабах, поскольку выпавший за 2003-2010 гг. снег (рис.28.в), как оказалось, компенсировал потерянный объем. Данные, полученные в этом исследовании, дают наиболее надежную оценку глобального баланса массы ледников. Вместе с тем проблема усиленного таяния и исчезновения ледников, несмотря на положительные сдвиги, все еще остается актуальной.

В 2002-2006 г. Институтом водных проблем и гидроэнергетики НАН КР [4] были проведены исследования динамики изменения состояния ледников Петрова, Лысый, Давыдова, Сары-Тор, Безымянный, которые позволили сделать следующие выводы:

- общей тенденцией для всех перечисленных ледников является устойчивое сокращение их длины на протяжении последних 70 лет, то есть за период, когда эпизодическими инструментальными методами определялись их нижние границы.
- каждый, из перечисленных выше ледников, реагировал на изменение климатических условий своеобразно, в зависимости от других, индивидуальных факторов, таких как морфологические особенности бассейна, склонность ледника к пульсациям, предшествующая история развития и т. д. К примеру, по данным гляциологов МГУ установлено, что темпы со-

кращения ледника Сары-Тор в 2003-2012 гг. несколько замедлились по сравнению с 1977-2003 гг. [13].

- уменьшение протяженности исследуемых ледников значительно ускорилось в течение последних 25 лет, причём в период 1985-2005 гг. произошло наиболее интенсивное сокращение длины ледников. Это, вероятнее всего, обусловлено изменением климатических условий (повышение температуры воздуха и уменьшение количества атмосферных осадков), хотя нельзя сбрасывать со счёта и техногенный фактор, связанный с прямым и косвенным воздействием строительных и эксплуатационных работ на руднике Кумтор.

5.7.2. Фактор естественного пылевого загрязнения ледников

Причиной деградации оледенения является не только происходящее потепление климата, но и увеличение загрязненности поверхности ледников, повышающее интенсивность таяния снега и льда. Обширные засушливые и полупустынные регионы Центральной Азии (ЦА) являются вторым по величине в мире источником минеральной пыли атмосферного происхождения. Пыльные бури, их интенсивность и частота изменяются с запада на восток региона ЦА. Главным образом они проявляются весной и осенью из пустынь Такла-Макан и Тарим, а летом из пустынь Муюн-Кум, Кызыл-Кум, Кара-Кум, осушенного бассейна Аральского моря.

Летом и осенью на Кумторских сыртах иногда наблюдаются периоды времени продолжительностью до 4-5 дней, когда наблюдается так называемая мгла за счёт постепенного оседания пыли, принесённой из пустынь Такла-Макан и Тарим. После прохождения мглы от осевшей пыли зона аккумуляции ледников приобретает характерный желтоватый цвет за счёт золотого лёсса, а интенсивность таяния резко возрастает.

Пыльные бури, выбрасывающие в атмосферу минеральные аэрозоли и мелкодисперсные частицы, распространяются от указанных источников на тысячи километров. Содержащиеся в атмосфере аэрозоли выпадают главным образом с осадками, но нередко оседают и в сухом виде. Количественный и качественный состав аэрозолей не одинаков в воздушных массах, пришедших из различных регионов земного шара, и обусловлен физико-географическими условиями районов формирования и прохождения воздушных масс.

Поступление аэрозолей и пылевых частиц в атмосферу происходит как за счет естественных процессов (извержение вулканов, выветривание по-

род), так и антропогенных выбросов. Важным при этом является не столько общая величина поступающей в атмосферу пыли, сколько ее доля, достигающая ледников Тянь-Шаня.

Пыльные бури, распространяющиеся в направлении горной системы Тянь-Шаня, из-за барьерного (экранирующего) эффекта горных хребтов способствуют оседанию и накоплению пыли на ледниках. По данным синоптиков наиболее интенсивное проявление пылевых бурь в ЦА отмечалось в период с середины 1930-х до середины 1940-х гг. Отмечалась тенденция по снижению пылевых бурь в начале 1950-х гг., однако из-за сильного высыхания Аральского моря с середины 1970-х гг. стала возрастать частота пылевых бурь с его высохшего дна. По этой причине подъем пыли в атмосферу с 1975 по 1990 гг. возрос в два раза и достиг 90 млн. тонн в год [40,41].

Исключительное влияние на загрязнение атмосферы и соответственно ледников оказывают извержения вулканов, при которых столб вулканического пепла поднимается в стратосферу на высоты до 15-35 км, а в отдельных случаях и до 70-80 км, растекается впоследствии по значительной части всех континентов. Так, самым сильным извержением в XX веке было извержение вулкана Пинатубо на Филиппинских островах в июне 1991 г (6 баллов по шкале извержений). За несколько дней извержения было выброшено 10 км^3 горных пород, что привело к самому мощному выбросу аэрозолей в стратосферу. На протяжении следующих месяцев в атмосфере наблюдался глобальный слой сернокислотного тумана. Максимум осадения пыли на Тянь-Шане от извержения вулкана Пинатубо был зафиксирован в январе 1992 г., который начал спадать лишь в мае 1992 г.

Со второй половины прошлого столетия отмечается некоторое увеличение загрязненности ледников химическими веществами, в том числе за счёт солей, приносимых пыльными бурями со дна усохшего Аральского моря, вулканических извержений. Современная антропогенная составляющая загрязненности ледников Тянь-Шаня химическими элементами представлена тяжёлыми металлами, радионуклидами за счёт Чернобыля, сажей за счёт массового горения нефтяных скважин в Кувейте во время войны в Персидском заливе (1991 г.) и т.д. вплоть до влияния ядерных взрывов производившихся до недавнего времени на Семипалатинском и Лоб-Норском полигонах [39-40].

Техногенная составляющая пылевого загрязнения ледников вблизи рудника Кумтор в основном связана с локальными выбросами пыли при массовых ежедневных взрывах на карьерах, причём при оценке влияния этой составляющей запылённости и загрязнения следует учитывать кумуля-

тивные эффекты накопления пыли за более, чем 20 лет крупномасштабной операционной деятельности КОК.

В условиях значительной пылевой загрязнённости поверхности ледников их альbedo (отражающая способность) снижается на 9-11%. Как правило, уменьшение альbedo поверхности ледника способствует увеличению поглощённой солнечной радиации и, следовательно, величины таяния льда. Неодинаковая загрязнённость пылью ледниковой поверхности обуславливает различное альbedo и соответственно пространственную неравномерность таяния льда. Загрязнённость ледников Тянь-Шаня пылью атмосферного происхождения варьирует в пределах от 200 до 500 г/м^2 . При этом установлено, что при количестве пыли на поверхности ледника более 200 г/м^2 её альbedo снижается до 11-18% [15]. Очевидно, что при пылевом глобальном естественном, антропогенном и локальном техногенном загрязнении ледников нарушается не только режим абляции, а также геохимический состав глетчерного льда и талых ледниковых вод [15].

В режиме абляции запылённой поверхности ледника существенную роль играет не только суммарное количество пыли, но и её фракционный состав. При уменьшении размеров пылевых частиц максимум эффекта таяния льда возрастает при всё более утончающемся слое запылённости.

В этом смысле пылевые выбросы мелкодисперсной пыли от ежедневных массовых взрывов на карьерах Кумтора представляют собой дополнительный источник загрязнения близлежащих ледников, увеличивая интенсивность их таяния (техногенная компонента). Причём, как будет показано ниже, по своему вкладу техногенное пылевое загрязнение ледников Кумтора сопоставимо с природной компонентой запылённости.

6. Техногенные факторы деградации и современное состояние ледников в районе Кумтора

В районе Кумторского рудника ускоренное таяние и деградация оледенения, обусловленные изменением климата, усиливается за счет кумулятивного влияния техногенных факторов, связанных с добычей и переработкой руды. Основными техногенными факторами деградации и разрушения ледников в районе Кумторского рудника является не только изъятие и удаление ледникового льда в контурах карьеров, отсыпка отвалов на ледниках, но и их запыление и загрязнение при проведении буро-взрывных работ на карьерах, погрузочно-доставочных работах, транспортировке горной массы и грузов.

Всё многообразие воздействий разработки месторождения Кумтор на окружающие ледники подразделялось гляциологом В. А. Кузьмичёнком на агрессивное, прямое и косвенное [4]. В соответствии с предложенной классификацией изъятие и удаление глетчерного льда («кастрацию ледника») следует считать как «агрессивное» воздействие, нарушающее целостность ледников как природных образований, складирование пустой породы на поверхности ледников («захоронение льда») можно классифицировать как прямое воздействие, а запыление и загрязнение – как косвенное.

6.1. Изъятие и удаление льда – фактор агрессивного воздействия

В пределах концессионной площади рудника Кумтор расположено пять активных ледников: Петрова, Лысый, Давыдова, Сары-Тор, Борду (рис.15). Помимо этих горных ледников лёд также присутствует в пределах ледяных полей и вечной мерзлоты, которые покрывают обширные территории в пределах южной и северной частей концессионной площади. Подсчитано, что в совокупности лёд покрывает приблизительно 45 % общей концессионной площади рудника Кумтор, которая составляет 260 км² [8].

Как известно, рудное золотоносное тело на Кумторе залегает под ледниками Лысый, Давыдова и Сары-Тор. Горные работы на месторождении начались в 1993 г. с удаления южной части ледника Лысый мощностью до 45 м (рис.29) покрывавшей карьерное поле. Затем подобные технологические операции кастрации ледников, называемые КОК «разгрузкой ледникового льда», в больших масштабах и с огромными затратами выполнялись на леднике Давыдова и в небольших масштабах – на леднике Сары-Тор. Необходимость регулярного удаления льда и сопутствующих моренных материалов на леднике Давыдова обосновывалась «Центеррой» и КОК обеспечением возможности безопасного доступа к рудному телу.

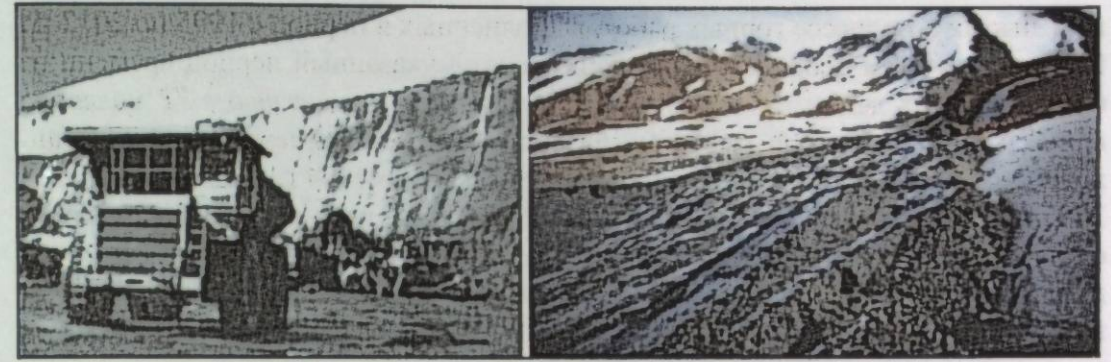


Рис. 29. Техногенный прессинг на ледник Лысый: слева – разгрузка (изъятие) и удаление льда в контурах Центрального карьера (фото 1996 г.), справа – формирование первоначальных отвалов на периферии ледника и прилегающих склонах (фото 1998 г.)

Таким образом, с самого начала строительства и эксплуатации рудника выполнялись и до сих пор выполняются технологические операции по изъятию, разгрузке льда («кастрации ледников»), которые для «Центерры Голд Инк.» и КОК представляют собой не уникальные природные образования, а всего лишь препятствия для открытой добычи руды и извлечения прибыли любой ценой без оглядки на экологию. Отметим, что в Уставе «Кумтор голд компании» (КГК), записано: «Целью компании является максимальное получение прибыли от своей деятельности в интересах акционера». Комментарии, как говорится, излишни...

Если учесть низкую плотность и прочность льда по сравнению с горными породами, может показаться, что ледниковый лёд можно легко удалить. Однако многолетний опыт разработки высокогорного Кумторского золоторудного месторождения, демонстрирует исключительные геотехнические проблемы, связанные с разгрузкой и удалением льда, покрывающего рудное тело. Эти проблемы проистекают из геометрии, гидрологии и температурного состояния ледников, которые по отдельности, а также в сочетании сильно изменяются при удалении льда по сравнению с состоянием разрабатываемых скальных пород. Очевидно, ускоренное смещение льда на леднике Давыдова в сторону Центрального карьера, вызванное удалением языковой его части, подчеркивает исключительность геотехнических проблем при обеспечении дальнейшей безопасной эксплуатации крупнейшего в мире карьера, расположенного в зоне активных ледников.

В Отчёте КОК по охране окружающей среды и устойчивому развитию за 2012 г. приводятся сведения о разгрузке ледникового льда с ледников Давыдо-

ва и Лысый в процессе горных работ, выполненных в период с 1995 по 2012 гг. Если верить этим непроверенным данным, то в указанный период времени из бассейнов этих ледников «было удалено расчетное количество в 72 миллиона тонн льда» [8]. Данные мероприятия вопреки действующему природоохранному законодательству Кыргызстана («Закон о Воде» 1994 г, «Водный Кодекс» 2005.г.) были проведены по заверению КОК согласно планов горных работ, одобренных соответствующими уполномоченными органами Кыргызской Республики. В этом же отчёте за 2012 г. указано расчётное количество льда массой в 64 млн. т, которое будет удалено с ледника Давыдова в период с 2013 по 2017 гг. для расширения контуров Центрального карьера и предотвращения оползания и обвалов льда в действующий карьер. Рассчитанное количество льда в 9 млн. тонн понадобится удалить с ледника Лысый в 2014 и 2015 гг. для предупреждения просачивания талой ледниковой воды в карьер, расположенный ниже. Согласно расчетам, ещё 2 млн. тонн льда необходимо удалить с ледника Сары-Тор, начиная приблизительно с 2021 по 2023 годы, для обустройства карьеров Юго-Западный и Сары-Тор. Таким образом, общая предполагаемая масса изъятых и удалённых из ледников льда за период с 1995 по 2026 по расчётам составит 147 млн. тонн, что в объёме составит почти 170 млн. м³.

В первоначальном ТЭО проекта «Кумторзолото» предусматривалось, что «Лёд, вывезенный из карьера, будет размещаться на отдельной площадке, расположенной вплотную к отвалу пустых пород в долине ручья Лысый», то есть на специальных отвалах, которые КОК называет «ледниковыми». Действительно, на начальном этапе разработки месторождения лёд и часть вскрышных пород размещали на внеледниковой поверхности склонов (морены), а также на леднике Лысый (рис.29). Ранее юго-западная часть ледника Лысый спускалась в бассейн ледника Давыдова (рис.30) и покрывала до начала разработки северо-восточную часть Центрального карьера слоем льда с максимальной мощностью льда до 55 м. На рис. 30 показаны изопахиты толщины льда удалённой части ледника Лысый, отработанной с помощью буро-взрывных работ.

На фотографиях, приведённых на рис. 31, представлены технологические операции изъятия (удаления) льда, его транспортировки и складирования в так называемые «ледовые отвалы». Хорошо видно, что лёд и пустые породы размещались не только в бассейне ледника Лысый, но и в долинах ледников Давыдова и Сары-Тор. В табл. 2 приведены обновлённые сведения КОК по гигантским объемам льда и пустых пород уложенных в бассейнах этих ледников.

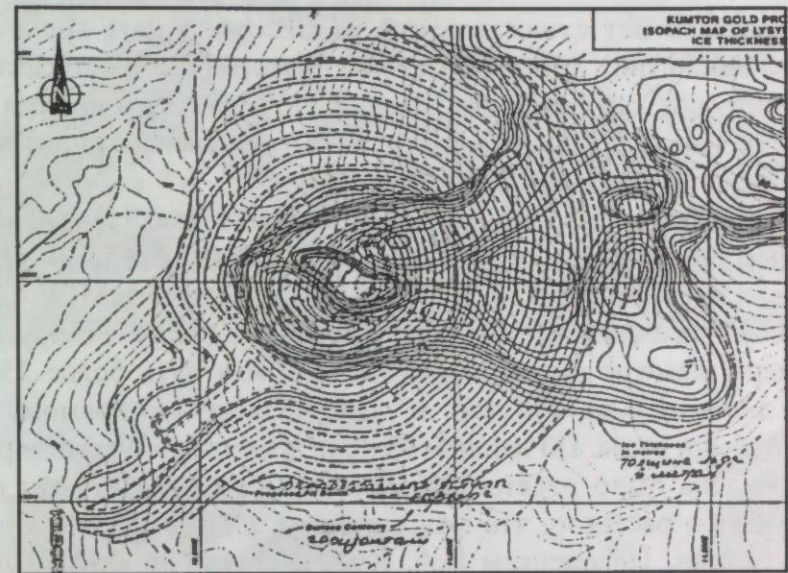


Рис. 30. Карта изопахит толщины льда удалённой части ледника Лысый в контурах первоначального карьера, которая ранее спускалась в бассейн ледника Давыдова

Таблица 2. Объёмы и масса льда и пустых пород, размещённых в бассейнах ледников рудника Кумтор за 1995-2014 годы

Складируемый материал	Бассейн Давыдова	Бассейн Лысый	Бассейн Сары-Тор	Итого
Лёд (м ³)	119 505 919	25 785 744	643 069	136 928 512
Лёд (т)	100 710 843	23 722 884	551 640	124 985 367
Порода(м ³)	484 776 490	35 203 338	50 510 396	570 490 223
Порода (т)	1 231 178 451	98 299 994	134 541 961	1 446 020 406
Итого лёд+порода (м ³)	604 282 409	60 989 081	51 144 465	707 418 735
Итого лёд+порода (т)	1 313 889 294	122 022 878	135 093 601	1 571 005 773

Из табл. 2 видно, что общий объём глетчерного льда, удалённого из трёх ледников за 1995-2014 гг. составляет почти 140 млн. м³. Общий объём пустых пород уложенных в бассейнах ледников превышает 570 млн. м³, что по массе составляет более 1,4 миллиарда тонн - грандиозную пирамиду по высоте сопоставимую с окружающими горными склонами. Для сравнения

отметим, что за 70 лет существования СССР семнадцать горно-рудных и угольных предприятий, действовавших на территории Кыргызстана, накопили всего 700 млн. тонн твёрдых отходов [15], то есть в два раза меньшую массу, чем на одном руднике Кумтор за 20 лет эксплуатации этого уникального высокогорного месторождения.

Выше отмечалось, что общий объём льда ледника Давыдова до начала разработки месторождения оценивался в 720 млн. м³. Согласно результатам геофизических исследований, выполненных гляциологами МГУ в 2012 г., от ледника Давыдова остались, лишь изолированные друг от друга верхние части глетчера (камеры питания) общим объёмом чуть более 250 млн. м³ льда [19]. Следовательно, 470 млн. м³ льда подверглось прямому воздействию в ходе добычи руды. По данным КОК за время эксплуатации рудника из ледника Давыдова было изъято 120 млн. м³. Это означает, что около 350 млн. м³ льда либо растаяло, что маловероятно, либо часть этого льда осталась под отвалами. По оценкам В.А. Кузьмичёнка под отвалами осталось приблизительно 180 млн. м³ льда [10].

Под диктовку «Центерры», в общественном мнении Кыргызстана формируется весьма распространённое ложное представление о том, что изъятие (кастрация ледника), удаление и последующее складирование раздробленного ледникового льда на специальных отвалах способствует его сохранению.

Так, директор Института водных проблем и гидроэнергетики НАН КР, академик Д.М. Маматканов в своём интервью, опубликованном в газете «Вечерний Бишкек» 26 ноября 2015 г., на вопрос корреспондента по поводу утраты ледника Давыдова заявляет следующее: «Я бы не стал называть это ледник утраченным, поскольку большая часть ледовых масс, затронутых при разработке, была просто перемещена. То есть фактически ледник Давыдова продолжает существовать, лишь слегка поменяв свою географию. Причём это перемещение в определённом смысле можно считать благом!!! Перемещённый на более высокий уровень лёд сохранится дольше и, помимо прочего будет способствовать сохранению массы ледника Лысый, на котором его располагают...». Складывается ощущение, что автор этих слов не видел как на самом деле на руднике Кумтор осуществляются технологические операции по изъятию, перемещению и складированию ледникового льда. Но более всего удручает следующая предельно утилитарная мысль академика Д.М. Маматканова относительно ледника Давыдова: «Пользы от этого природного объекта кыргызстанцы не имеют. Во-первых, ледник мал, во-вторых, в долинах Нарына орошаемых площадей нет».

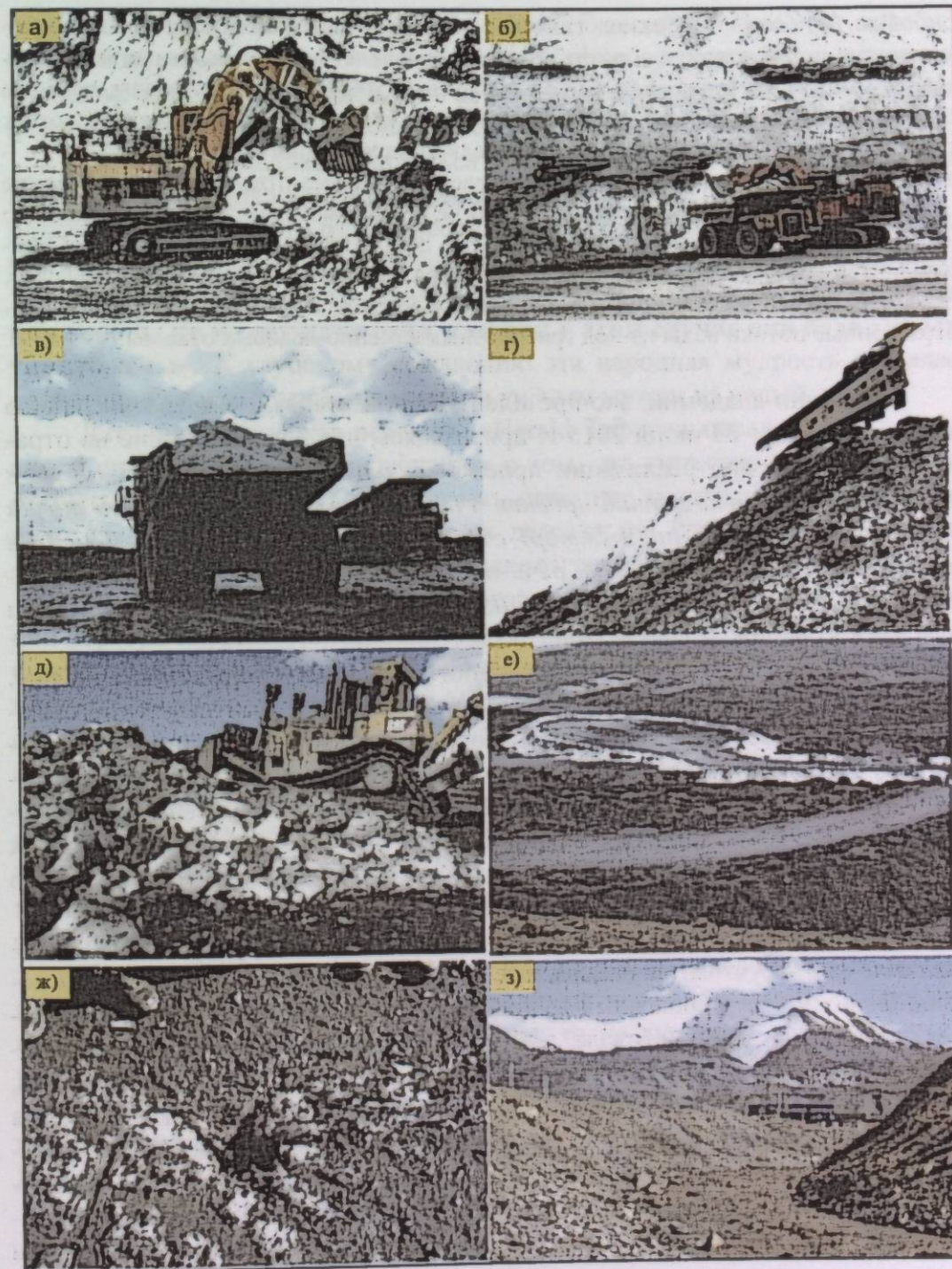


Рис. 31. (стр. 85) Технологические операции на ледниках Кумтора и их экологические последствия: а – разработка (изъятие) глетчерного льда мощными экскаваторами; б – погрузка льда на большегрузные 200- тонные самосвалы, которые из-за малого объёмного веса льда загружены при его транспортировке на 30% от их грузоподъёмности; в – транспортировка мелкораздробленного льда на отвалы; г – выгрузка разрушенного льда на так называемые ледовые отвалы; д-формирование «ледового отвала» тяжёлыми бульдозерами; е – «ледовая свалка» из загрязнённого льда, сформированная сверху отвалов пустых пород, через которые будет просачиваться и загрязняться талая ледниковая вода; ж- талые воды (плач) ледовых отвалов-источник загрязнения поверхностных водотоков в верховьях р. Нарын; з-загрязнённые потоки воды из-под грандиозных каменно-ледовых отвалов.

Ещё один академик, экс-президент Кыргызстана А. Акаев в интервью радио «Азаттык» 23 июня 2015 г. признаваясь, что давал согласие на разработку ледников при реализации проекта «Кумторзолото», заявил: *«В 90-е годы это был самый лучший проект, в том числе и с экологической точки зрения... Я сам туда (на Кумтор) ездил, чтобы всё проверить. Там был только один ледник (вероятно, речь идёт о леднике Лысый). Мы договорились, что они его распилят на кубики» и отвезут на расстояние 50 км, а там всё восстановят в виде ледника...».*

Вместо комментариев к этим гипотетическим утверждениям на рис. 31-34 приведены фотографии, отражающие реальную практику техногенного воздействия КОК на ледники Кумтора. Эти снимки наглядно свидетельствуют, во-первых, о беспрецедентном крупномасштабном физическом разрушении ледников ещё до перемещения льда. В данном случае не важно, каким способом производится отбойка льда: то ли с помощью буро-взрывных работ, как это имело место при вскрыше льда над Центральным карьером, то ли с помощью мощнейших экскаваторов (рис. 31).

Во-вторых, на снимках к рисункам 31в-е и 32а демонстрируется, как на самом деле формируются так называемые «ледовые отвалы». На этих снимках хорошо видно, что раздробленный ледниковый лёд вначале выгружается из автосамосвалов вдоль кромки отвала, а затем разравнивается и разрыхляется мощными бульдозерами при планировке отвала, формировании его откосов. Причём, для того чтобы экскаваторы, автосамосвалы и бульдозеры не пробуксовывали на ледяной поверхности, как при погрузке, так и при разгрузке льда и формировании отвалов производится отсыпка на поверхность льда щебнистой массы из отвальных пород. В результате перечисленных не хитрых технологических операций мелко раздробленные массы льда перемешиваются с пустыми и отвальными

породами, образуя каменно-ледовый массив. Естественно, что при подобной практике не может быть и речи о сохранении и/или восстановлении изначально чистейшего природного льда. Как-то не поворачивается язык назвать эту беспрецедентную техногенную агрессию на ледники Кумтора «благом».

Здесь уместно также сослаться на однозначное и единое мнение чилийских и аргентинских экологов, местных сообществ этих стран, международной общественности о целесообразности и обоснованности перемещения всего лишь 800 тыс. м³ льда в районе строящегося рудника Паскуа-Лама, которые по этому поводу категорически заявили, что **«о перемещении ледников вообще не может идти речи, так как в этом случае они будут просто уничтожены».** К глубокому сожалению эта народная мудрость оказалась недоступной некоторым академикам и учёным мужам из нашей страны.

Латиноамериканская редакция «Herald Tribune» писала: «Серьезность ситуации с Паскуа-Лама заключается в том, что гигантские по масштабам открытые горные работы будут иметь огромное воздействие на окружающую среду на ледниках, вызывая их деградацию (таяние), влияющую на очень большие объёмы воды, в том числе загрязняя её».

Известно, что руды Кумторского месторождения крайне необычны: они образуют крупные линзы желтоватого или красновато-бурого карбоната с вкрапленными в него кубиками, агрегатами и просечками золотоносного пирита. По своему минеральному составу руды близки к золото-сульфидной формации и содержат от 4 до 22% сульфидов [27]. Некоторые породы месторождения, в том, числе попадающие в отвалы, содержат значительные концентрации пирита (Fe₂S) и других минералов сульфида железа (пирита, марказита и т.п.), которые при контакте с воздухом и водой могут высвобождать кислоты и твёрдые примеси. По сведениям «Центерры» и КОК как минимум 20% пустых пород в отвалах обладают потенциалом кислотообразования [8,9,12,29].

Если учесть гигантские массы накопленных раздробленных пустых пород и льда, уложенных в отвалах рудника, через которые будут просачиваться атмосферные осадки, талые воды, то не вызывает сомнения, что в условиях происходящего потепления климата фильтрационные стоки из ледово-каменных отвалов станут источниками систематического и долговременного загрязнения поверхностных вод в бассейне рек Кумтор-Тарагай-Нарын.

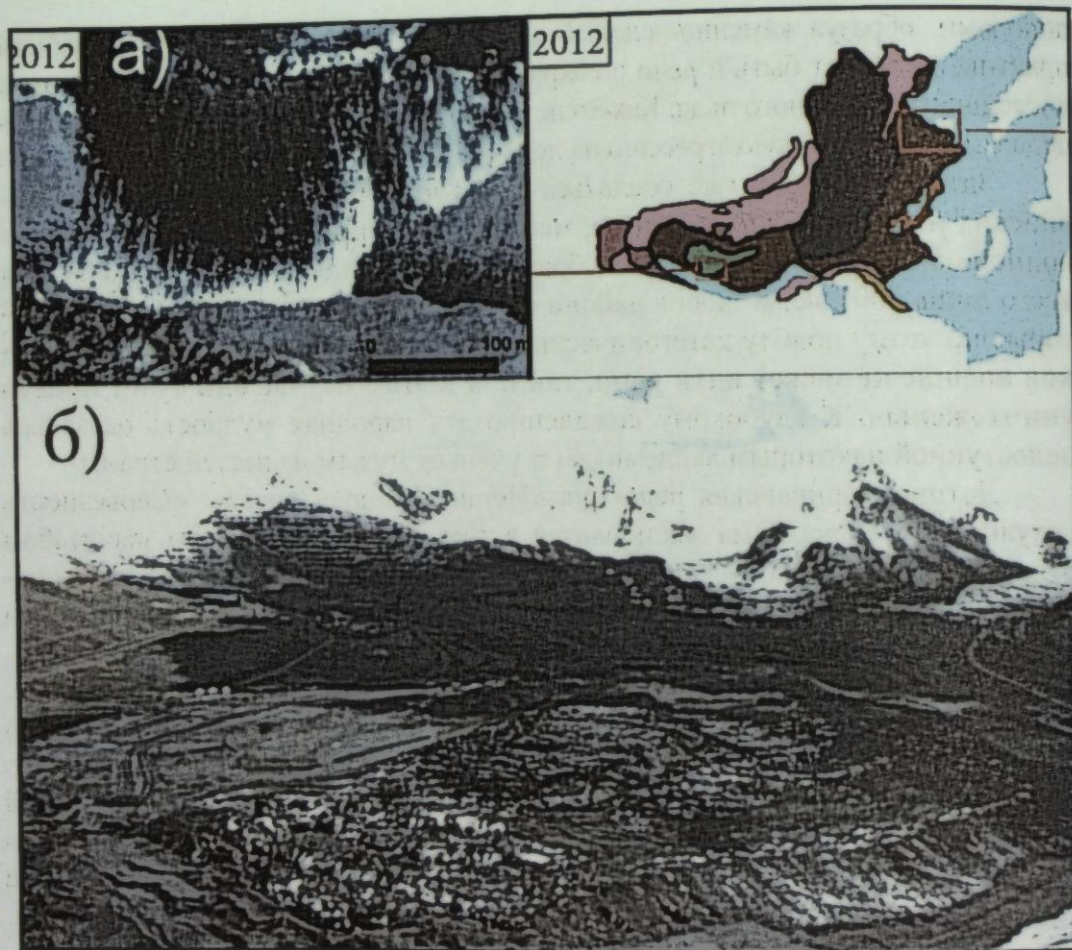


Рис. 32. Формирование «ледовых» отвалов в бассейне ледника Давыдова: а) космоснимок фронтальной части ледникового отвала по состоянию в 2012 г., на кромках которого видны автосамосвалы, разгружающие лёд и бульдозеры, формирующие отвал; справа от космоснимка - распределение отвальных пород различной мощности и льда в исторических контурах ледника и за его пределами [44]; б) фотография так называемого ледникового отвала (август 2014 г.), представляющего собой смесь раздробленных пород и льда, обречённого на ускоренное таяние с загрязнением воды и донных отложений р. Кумтор.

Известный эксперт по вопросам качества шахтных и рудничных вод Роберт Моран из США, который занимался изучением загрязнения воды на руднике Кумтор, отметил, что из-за складирования пустых пород на ледниках, совместного складирования раздробленного льда и отвальных пород,

загрязнение поверхностных водных ресурсов в районе Кумтора будет продолжаться много лет даже после закрытия рудника [28]. Причём, по словам Р. Морана, загрязнение будет происходить из-за процесса, известного как кислотный дренаж (кислотообразование), вызываемого реакцией сульфидных минералов, содержащихся в отвалах с воздухом и водой с образованием серной кислоты [44].

6.2. Формирование отвалов на леднике Давыдова и угроза их разрушения

Исторически ситуация с формированием отвалов Центрального карьера складывалась так, что вскрышные и пустые породы складировались в основном на леднике Давыдова, а лёд сначала - на леднике Лысый. В самом начале вскрышные и отвальные породы укладывались вдоль северного края ледника Давыдова (рис.33).

В дальнейшем, до вскрытия зоны богатого оруденения СВ огромное количество пустой породы из ЦК укладывалось непосредственно на ледник Давыдова (рис. 33,34). По замыслу проектировщиков это осуществлялось для того, чтобы вытеснить ледник за границы проектного контура ЦК и одновременно создать своеобразную буферную зону безопасности между движущимся ледником и активной областью горных работ в пределах карьера. Однако достичь этих целей не удалось, что, во-первых, значительно усложнило добычные работы в Центральном карьере. К сентябрю 2014 г. площадь Центрального карьера составила 4,5 км², а общая площадь отвалов - 9,3 км² [26]. Во-вторых, чрезмерная нагрузка ледника Давыдова отвальными породами вызвала ползучесть и ускоряющееся движение ледника в сторону карьера, деформации его юго-восточного борта с увеличением водопритока в карьер.

В технико-экономическом обосновании (ТЭО), разработанном компанией Kilborn Western Inc, в отношении мест складирования отвальных пород предусматривалась буквально следующее: «Перед тем как площади, предназначенные для отвалов пустых пород и забалансовой руды начнут использоваться по назначению, на них должны быть проведены буровые работы с целью удостовериться, что под этими площадями нет расположенных близко от поверхности рудонесущих зон».

В 1996 г. на начальном этапе отсыпки ледника Давыдова вскрышными породами при геологоразведочном бурении ниже ложа были вскрыты горизонты филлитов. В трех скважинах, на глубинах 400 метров и ниже поверхности ледника были пересечены зоны минерализации. Однако, по необъяс-

нимым причинам детальные геологоразведочные работы были прекращены. Инженерно-геологическое изучение участков было проведено некачественно и в недостаточном объеме.

В соответствии с §79 Единых правил безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом, утвержденных приказом Министерства чрезвычайных ситуаций и гражданской обороне КР от 30 марта 2000 г., положение отвалов не должно мешать развитию горных работ на карьере, на участках для размещения отвалов должны выполняться инженерно-геологические изыскания.

При проведении эксплуатационной геологоразведки под ледником Давыдова было выявлено крупное рудное тело SB с содержанием золота до 15 г/т. После этого был разработан «Проект горно-капитальных подземных работ первой очереди по отработке подземных запасов SB рудной зоны на Центральном участке месторождения Кумтор» и пройдены горно-капитальные подземные выработки (уклоны №1 и №2).

На проходку этих двух штолен было впустую затрачено свыше 170 млн. долларов. Однако по сиюминутным экономическим соображениям выявленную верхнюю часть рудного тела SB начали обрабатывать не подземным, а открытым способом. Для того, чтобы вскрыть рудную зону SB, расположенную под ледником Давыдова, пришлось расчищать юго-западную часть Центрального карьера от ранее расположенных на леднике пустых пород, отгружать и перевозить повторно на отвалы, расположенные в нижней части долины р. Чон Сарытор 150 млн. м³ горной массы (рис.33). В связи с этим на Центральном карьере значительно увеличился коэффициент вскрыши до неприемлемо большого значения 1:34 в 2014 г. (1 тонна руды на 34 тонны пустых пород). Это обусловило извлечение и накопление на поверхности гигантского количества отходов в виде разрыхленного льда (рис.32), отвалов вскрышных и пустых пород (рис.34), которые были вовлечены в оборот вещества и энергии, чреватый неблагоприятными экологическими последствиями, которые детально рассмотрены ниже. Кроме этого, значительно возросла себестоимость продукции, в том числе из-за повторного перемещения около 150 млн. м³ отвальных пород, уложенных ранее в верхней части ледника Давыдова, на что было затрачено 78 млн. долл. США.

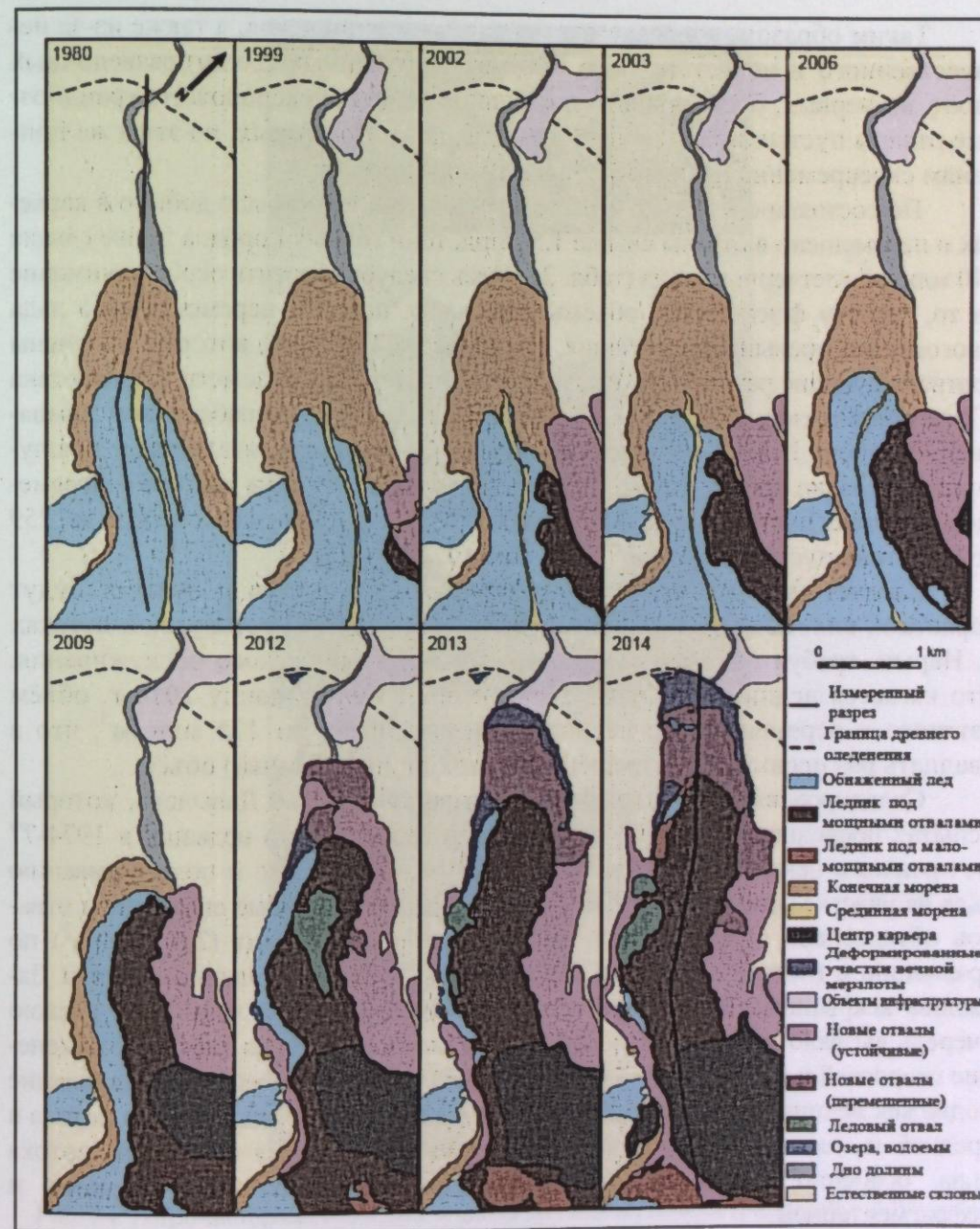


Рис. 33. Динамика формирования отвалов и «захоронения» льда в бассейне ледника Давыдова по данным космоснимков 1980-2014 гг. [44].

Таким образом, вопреки рекомендациям гляциологов, а также из-за некачественного и недостаточного объема выполненных геологоразведочных работ, во-первых, было принято поспешное решение расположить грандиозные отвалы пустых пород на леднике Давыдова. Во-вторых, по этим же причинам своевременно не была вскрыта рудная зона SB.

По состоянию на конец 2014 г. на руднике Кумтор было добыто в карьерах и перемещено в отвалы свыше 1,5 млрд. тонн горных пород, а также свыше 140 млн. м³ глетчерного льда (табл. 2). Здесь следует обратить особое внимание на то, что эти фактические объёмы отвальных пород и перемещаемого льда многократно превышают значения, указанные в ТЭО и на которые получены соответствующие разрешения различных министерств и ведомств Кыргызстана (Гомсгортехнадзор, Госкомприрода и т.д.) Так, в ТЭО, разработанном компанией «Килборн Инк», отмечено следующее: «За время строительства и эксплуатации согласно проекта Кумторзолото, будет разработано в карьере и перемещено на отвал пустых пород...8765 000 м³(8,77 млн. м³) ледникового льда, 259 362 000 тонн пустых пород...» (ТЭО, книга 1, стр. 4-21).

Следует иметь в виду, что объёмы пустых пород в отвалах будут нарастать, вплоть до 2026 г. и все эти отходы навсегда останутся в истоках р. Нарын, требуя постоянного мониторинга и технического обслуживания. Что касается ледникового льда, то по планам КОК к концу 2016 г. объём изъятых и перемещённого ледникового льда превысит 175 млн. м³, что в двадцать раз превышает разрешённый (санкционированный) объём.

Складирование пустых пород на активном леднике Давыдова, который испытал последнюю подвижку (пульсацию) сравнительно недавно, в 1974-77 гг. прошлого века, привело к постепенному выдавливанию и подпруживанию льда на участке основного потока (рис. 33-34). Выдавливание льда из-под отвалов обусловлено более высокой плотностью горных пород (2,6-2,7 т/м³) по сравнению с глетчерным льдом (0,87-0,90 т/м³). Подпруживание ледника Давыдова вскрышными породами общей массой свыше 500 млн. тонн в свою очередь вызвало коренное изменение естественного режима глетчера: изменение скоростей и направлений смещения различных его частей; провоцирование подвижек ледника; постепенное сужение живого сечения ледникового потока в средней и нижней частях (рис. 33); ускорение смещения суженного потока льда, особенно в языковой части с одновременным её вспучиванием и дефрагментацией.



Рис. 34. Ретро-панорама бассейна ледника Давыдова, демонстрирующая динамику накопления отвальных пород и льда за период с 1998 по 2013 гг.: на фото 1998 г. хорошо просматривается основной поток (язык) ледника и его южная ветвь; на фото 2013 г. от ледника остались лишь верхние камеры питания. (фотографии И. Торгоева)

Из табл. 2 следует, что львиная доля льда была изъята из ледника Давыдова и подавляющая часть пустых пород была размещена в непосредственной близости от карьеров, в бассейне этого ледника. Причём мощность отвалов достигла 150-200 м (рис. 34), что вызвало изменение гидротермического режима этого ледника, с последовавшим усилением таяния льда и увеличением водопритока в Центральный карьер. По этой причине, начиная с 2008 г., КОК проводит большую дорогостоящую программу осушения ЦК. Следует отметить, что отвалы, укладываемые вкрест течения ледника, подпруживая его, препятствуют естественному движению ледника Давыдова и подледниковому стоку и тем самым вызывают повышение давления воды на границе раздела ледника и морены.

Общая масса горных пород, уложенных в бассейне ледника Давыдова за период 1995-2014 гг. составляет 1,2 млрд. тонн (рис.34), что в два раза превысило общую массу льда, которая по оценкам гляциологов до начала отработки месторождения составляла свыше 600 млн. тонн или приблизительно 720 млн. м³ чистого льда.

6.3. Формирование отвалов в бассейнах ледников Лысый и Сары-Тор

6.3.1. Бассейн ледника Лысый.

Как отмечалось выше, ледник Лысый изначально покрывал северо-восточную часть Центрального карьера (рис. 30). По этой причине часть этого ледника в контурах ЦК была удалена ещё на этапах ведения вскрышных работ (рис.29). В настоящее время самая верхняя часть ледника служит своеобразным препятствием для выполаживания неустойчивого северо-восточного борта ЦК, необходимого для обеспечения безопасной отработки запасов в зоне штокверка, приостановленной после повторного обрушения этого борта в июле 2006 г. [21-26]. В целях обеспечения устойчивости рассматриваемого борта ЦК запланировано выполаживание высокого борта с 36° до обновлённого значения угла откоса в 30°. При геотехнических исследованиях было установлено, что на устойчивость бортов сильно влияет водонасыщенность горных пород, слагающих эти борты [51]. В этой связи для предотвращения просачивания талых вод ледника Лысый в прибортовой массив вмещающих пород планируется удалить лёд в его верхней части. Суммарный объём удаляемого льда по расчётам составит около 9 млн. м³

[26], причём большая часть удаляемого льда будет размещена в бассейне ледника Лысый, на более низких высотных отметках.

Исторически самые первые отвалы №3,4 начали формироваться с сентября 1996 г. в долине ледника Лысый, на её западном борту (рис.29,35). Отсыпка пород вначале производилась на наклонное основание склона, а затем и на сам ледник (рис. 35).

Следует отметить, что отвалообразование на руднике Кумтор осуществлялось и продолжает осуществляться отрицательно зарекомендовавшим себя способом «сверху-вниз» и без предварительной подготовки основания отвалов, размещаемых на склонах. Проблема устойчивости отвалов заключается в том, что практически все окружающие склоны, на которых производилась и до сих пор производится отсыпка мощных отвалов, сложены льдонасыщенными многолетнемёрзлыми породами, которые оттаивают при формировании отвалов [51]. Очевидно, что подобные геокриологические условия не обеспечивают прочное основание для отвалов на склонах. В результате, как показывает негативный опыт Кумтора, ни один из отвалов на этом руднике не был устойчивым и все отвалы рано или поздно смещались вниз по склонам до самого дна (талъвегов) долин (рис. 35-36).

Из-за того, что материал отвалов содержит относительно большое количество мелкодробленых пород и мелкоземистых частиц, не пропускающих воду, формируются гидрологические условия, при которых отвалы, сместившиеся со склонов в долины рек Лысый, Чон-Сарытор и Кичи-Сарытор, служат своеобразными плотинами, способными накапливать талые воды ледовых отвалов (рис. 35б).

В настоящее время, талые воды каменно-ледовых отвалов, инфильтрат атмосферных осадков (большая часть осадков выпадает с мая по сентябрь) и грунтовых вод, а также зумпфы (небольшие водоёмы на теле и периферии отвалов) являются основными источниками обводнения отвалов. Эти воды, просачиваясь к ложу и периферии отвалов, особенно в жаркий период года, обводняют массу отвальных пород в её средней и нижней частях и, действуя как жидкая смазка, снижают её геотехническую устойчивость.

Особенностью отвалов, отсыпавшихся непосредственно на поверхности ледника Лысый стало то, что угол наклона поверхности ледника на участке складирования пустых пород достигал 20-22°. Расчеты устойчивости этих отвалов, выполненные в 1997 г., показали, что коэффициент запаса устойчивости близок к предельному значению, что в дальнейшем стало причиной оползания отвалов, формировавшихся на леднике (рис.35).

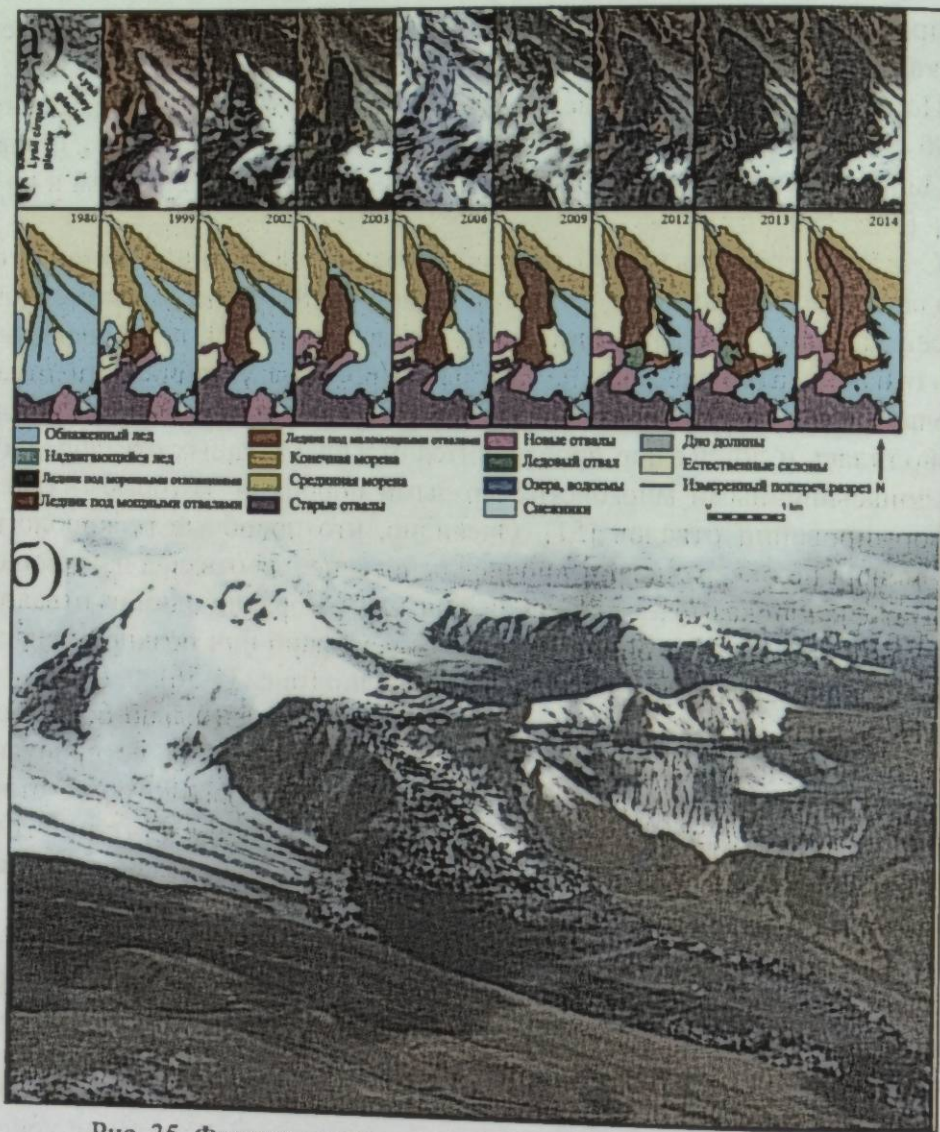


Рис. 35. Формирование отвалов в бассейне ледника Лысый: а) динамика формирования отвалов за 1980-2014 гг. [44], б) общий вид оползающих отвалов (август 2014 г.), подпрудивших ледник с образованием небольшого водоёма; справа – вновь отсыпаемые неустойчивые отвалы на левом борту долины ручья Лысый.

По истечении нескольких недель после начала отсыпки и их усадки стали наблюдаться деформации и оползание отвалов (рис.29,35). Анализ этих процессов показал, что они связаны с пластическими деформациями

ледника. Отвалы стали как бы тонуть в леднике. При этом на поверхности отвалов стали появляться трещины, ширина которых по истечении 2-3-х месяцев на некоторых участках достигла 20 – 25 см.

По данным мониторинга породных отвалов, проводимого геотехнической службой КОК, средняя скорость движения отвала №3 в октябре 2013 г. составляла почти 1 м/сутки, достигая временами 4.3 м/сутки. На двух участках ледника Лысый, в районе ранее отсыпанного отвала было обнаружено скопление воды, которая просачиваясь через отвалы, по руслу ручья Лысый стекает в р. Кумтор систематически загрязняя её сульфатами, нитратами, тяжёлыми металлами и нефтепродуктами, содержащимися в отвальных породах [30].

6.3.2. Бассейн ледника Сары-Тор.

Складирование отвальных пород на склонах долины ледника Сары-Тор (рис.36), началось в 2007 г. Причём, как и прежде отсыпка отвалов осуществлялась на слабоустойчивых склонах способом «сверху-вниз», который отрицательно зарекомендовал себя на предыдущих этапах отвалообразования в долинах ледников Лысый (рис. 35) и Давыдова (рис.33).

В итоге отвалы начали смещаться по крутым склонам в сторону дна (талвега) долины ручья Кичи-Сарытор. Так, в 2008 г. отвал Сарытор сдвинулся на 150 м по руслу р. Кичи-Сарытор [26], заблокировав его русло.

Согласно данным мониторинга КОК скорость смещения отвала SW-3 в октябре 2013 г. достигла 2.15 м/сутки. На сегодняшний день очевиден тот факт, что имеющиеся отвалы пустых пород не могут быть стабилизированы в нынешнем состоянии и будут продолжать двигаться на нижние гипсометрические отметки по руслу р. Кичи-Сарытор, возможно вплоть до русла р. Кумтор.

Таким образом, крупномасштабная добыча золота на руднике Кумтор, включающая беспрецедентные по объёмам работы по изъятию льда, удалению ледников и размещению отвалов на ледниках нарушили хрупкое равновесие, при котором ледники и отвалы являются стабильными. Геомеханические и криогенные процессы, которые привели к неустойчивости ледника Давыдова и грандиозных отвалов, очень трудно контролировать и прогнозировать последствия их неустойчивого движения. Очевидно, что в будущем самые большие экологические проблемы будут связаны с неустойчивыми и движущимися отвалами горных пород и льда. Как отмечалось выше, в первую очередь, это связано с грандиозным количеством извлечённых на поверхность горных пород. Известно, что к моменту закрытия рудника в 2026 г.

общая масса пустых пород в отвалах превысит 2,0 млрд. тонн [26], которые будут вовлечены в процессы энерго- и массообмена с окружающей средой. Во-вторых, согласно, данным КОК, как минимум 20% пустых пород обладают потенциалом кислотообразования [29,31]. В-третьих, совместное складирование и долговременное хранение разрыхленного льда и дроблённых пород в условиях потепления климата чревато усиленным таянием льда на поверхности и внутри отвалов, при котором талые воды будут просачиваться через раздробленные горные породы, подвергаясь загрязнению за счёт процессов выщелачивания и кислотообразования.



Рис. 36. Обзорный снимок Центрального (ЦК) и Юго-Западного карьеров (ЮЗК) рудника Кумтор, ледников Давыдова и Сары-Тор с высоты птичьего полёта: хорошо видны оползающие отвалы на правом борту долины р. Кичи-Сарытор, под ледником Сарытор виден водоём Юго-Западного карьера, в который перекачиваются загрязнённые воды из Центрального карьера [20].

6.4. Воздействие на ледники Кумтора техногенной пыли

Разработка полезных ископаемых открытым способом, в частности, широко применяемые для отбойки, разрушения и экскавации крепких горных пород буро-взрывные работы (БВР), большая удельная масса отходов в виде пустых пород являются сильным источником воздействия горных работ на окружающую природную среду. Интенсивная разработка полезных ископаемых открытым способом сопровождается подъемом больших масс пыли (рис. 37-38), которая оседает на прилегающей к карьере территории, вызывая изменение состава почв, деградацию ледников, загрязнение водно-ледниковых ресурсов.

Основными источниками пылеобразования при открытых горных работах являются: бурение, дробление, измельчение и выброс породы взрывом; погрузочно-разгрузочные работы, транспортирование горной массы, отвалообразование, пыление отвалов.

На долю массовых взрывов и экскавации приходится 60-80% общего количества пыли. По данным обширных исследований на различных карьерах было установлено, что удельное количество пыли на объем горной массы изменяется в диапазоне 30-160 г/м³. На основе известной массы взрывчатого вещества (ВВ), используемой при буровзрывных работах, были проведены расчеты количества пыли, поступающей в атмосферу только от взрывных работ. По данным гранулометрического состава отбитых и раздробленных взрывом горных пород разного типа установлено, что при проведении массовых взрывов в пылегазовое облако в расчете на 1 кг ВВ поступает от 80 до 320 г пылевого аэрозоля с размером частиц менее 20 мкм. Так, при типичном взрыве на Центральном карьере рудника Кумтор (рис. 38) при суммарной массе ВВ в 20 тонн высота пылегазового облака в среднем составляет 130 м, горизонтальный размер – 120 м, масса пыли с размером частиц менее 20 мкм достигает 3-4 тонн. В таком облаке начальная концентрация пыли достигает 5,0 мг/м³. По санитарным нормам предельно допустимая концентрация (ПДК) пыли в атмосфере равна 2 мг/м³. Если учесть, что взрывы на карьере проводятся практически ежедневно, то за весь период эксплуатации месторождения в атмосферу выбрасывается огромное количество пыли, которая оседает вблизи карьера, в том числе на окружающих карьеры ледниках, вызывая их усиленное таяние.

Очевидно, что степень техногенного пылевого загрязнения того или иного ледника вблизи карьеров зависит от розы ветров в момент производства взрыва. Взрывы на карьерах Кумтора производятся, как правило, в середине дня, когда

роза ветров направлена в сторону ледников Петрова, Лысый и Давыдова (рис.38). В этой связи оптимальным временем взрыва являются утренние часы, когда пыль уносится горно-долинными ветрами в долину р. Кумтор [15].

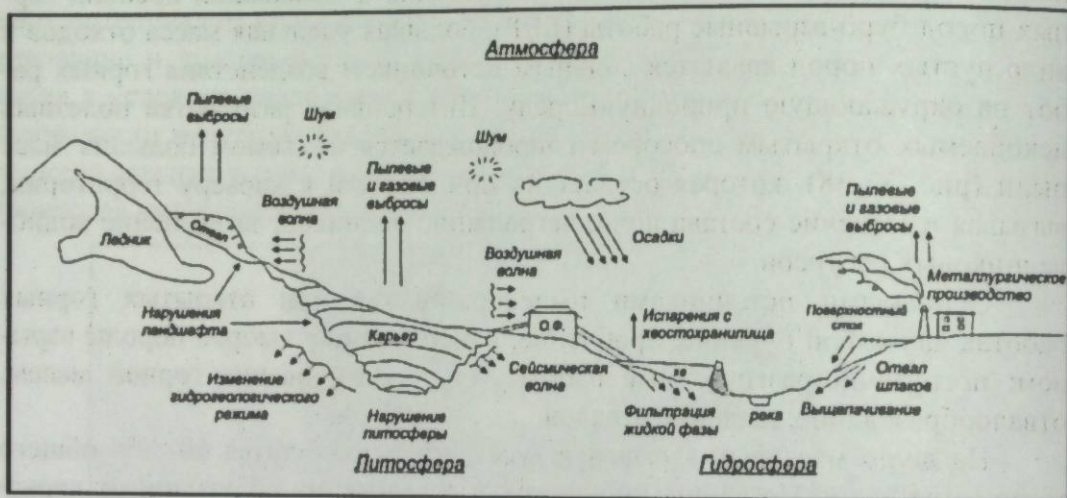


Рис.37. Схема взаимодействия высокогорного карьера с окружающей средой в зоне ледников и вечной мерзлоты [15].



Рис. 38. Источники пылевого загрязнения ледников в районе Центрального карьера: слева - облако пыли после очередного массового взрыва игданита (смеси аммиачной селитры и солянки) на карьере; справа - пыль, возникающая при транспортировке горной массы большегрузными самосвалами.

Как правило, оседание пыли на ледниковый лёд приводит к уменьшению абляции до 20% по сравнению с обнажённым ледником. Однако оседание пыли на снежный покров ледника может привести к гораздо большей скорости таяния из-за следующих факторов:

- Снег имеет более высокое альbedo, чем ледниковый лёд, что делает эффект осаждения пыли изначально более выраженным.
- Снег изолирует основную массу льда, лежащую под ним, поэтому передача тепла от поверхности в глубину льда ниже, чем в чистом льду.

Морфологическое и климатическое влияние существенно отличается по каждому леднику и может быть доминирующим движущим фактором таяния и движения ледника.

Оценка запылённости ледников в районе Кумторского рудника проводилась по заданию КОК В. А. Кузьмичёнком. Первые полевые измерения запылённости в семи точках трёх ледников, расположенных вблизи рудника, были начаты в 1998 г. В 2002 г. в рамках ретроспективного анализа данных мониторинга, выполняемого Отделом экологии КОК, были детально изучены результаты систематических измерений содержания пыли в атмосферном воздухе по 4-м станциям за 4 года в период между 1997 и 2000 гг. Также был проведён анализ взаимосвязи запылённости ледников и атмосферного воздуха, основанный на соответствии результатов измерений и теоретической модели запылённости [17-18].

По результатам указанных исследований были сделаны следующие основные выводы по оценке запылённости ледников в районе рудника [18]:

- Запылённость поверхности ледников по результатам измерений количества пыли в слое снега, сформировавшегося в период снегонакопления, примерно соответствует естественной запылённости для данного района. (Комментарий автора: Это означает, что техногенная компонента пыли сопоставима с её естественными источниками и вносит свою лепту в загрязнение ледников).
- За период 1997-2008 гг. среднее содержание пыли в сезонном слое снега на ледниках в зависимости от метеорологических условий изменялось от 2 г/м^3 до 6 г/м^3 , что не является чем-то экстраординарным для ледников Тянь-Шаня.

На основании этих и других выводов, рассмотренных в Научно-техническом отчёте за 2009 г. [18] можно сделать однозначное заключение о том, что естественная пылевая загрязнённость поверхности ледников в районе Кумторского рудника увеличивается за счёт кумулятивного многолетнего запыления, вызванного операционной деятельностью КОК. Хотя в этом отчёте сама КОК голословно утверждает, что «Общее (естественное и техногенное) запыление поверхности ледника (не указано какого именно?) не при-

водит к существенному усилению таяния сезонного снежного покрова на ледниках и самих ледниках». Весьма спорное утверждение КОК, не учитывающее кумулятивный эффект накопления пыли на ледниках и требующее проверки на достоверность.

Очевидно, что необходимо проведение комплексного изучения современного состояния ледников и воздействия на них пылевых выбросов. В этой связи инженерно-консалтинговая компания АМЕС, проводившая в 2013 г. экологический и технический аудит проекта золотодобычи «Кумтор Голд», дала рекомендацию следующего характера: «КОК должен разработать программу мониторинга осаждаемой пыли около ледников», который мог бы помочь определить связь между оседанием пыли и абляцией ледников [34].

Недавние исследования, включая численное моделирование, показали, что отложение пыли на ледниках представляет собой процесс, который действительно имеет потенциал к изменению таяния льда и, таким образом, изменению водного баланса [38]. Из-за специфической природы потенциальных отложений пыли на объекте, имеет место много факторов неопределённости, связанных с непосредственным влиянием осаждения пыли. К числу факторов неопределённости, связанных с последствиями, которые отложения пыли могут иметь на ледники, относится то, что помимо оседания пыли, могут иметь место другие процессы (общий климат, рост микроорганизмов на поверхности ледника), которые необходимо будет детально исследовать, чтобы обособить эффект техногенной пыли.

6.5. Общая оценка нынешнего состояния ледников в районе Кумтора

Представленная выше информация, базирующаяся на результатах разносторонних исследований и мониторинга ледников и отвалов, однозначно свидетельствует о том, что многолетняя добыча золотоносной руды на высокогорном руднике Кумтор, включающая в себя перемещение ледников и размещение отвалов на ледниках, техногенное пылевое загрязнение их поверхности, нарушила естественный гляциологический и гидротермический режим окружающих ледников, вызвав не только ускоренные подвижки и смещение ледников, но и усиленное их таяние под влиянием неблагоприятного сочетания потепления климата и техногенного прессинга.

В качестве подтверждения нарастающей тенденции более сильного таяния ледников Кумтора по сравнению с другими ледниками Ак-Шыйрака рассмотрим картографические результаты оценки гляциологами Цюрихского уни-

верситета [36] изменения уровней поверхности языковых частей ледников Ак-Шыйрака за промежуток времени между 2000 и 2012 гг. (рис.39), то есть в период наиболее интенсивной разработки Кумторского месторождения.

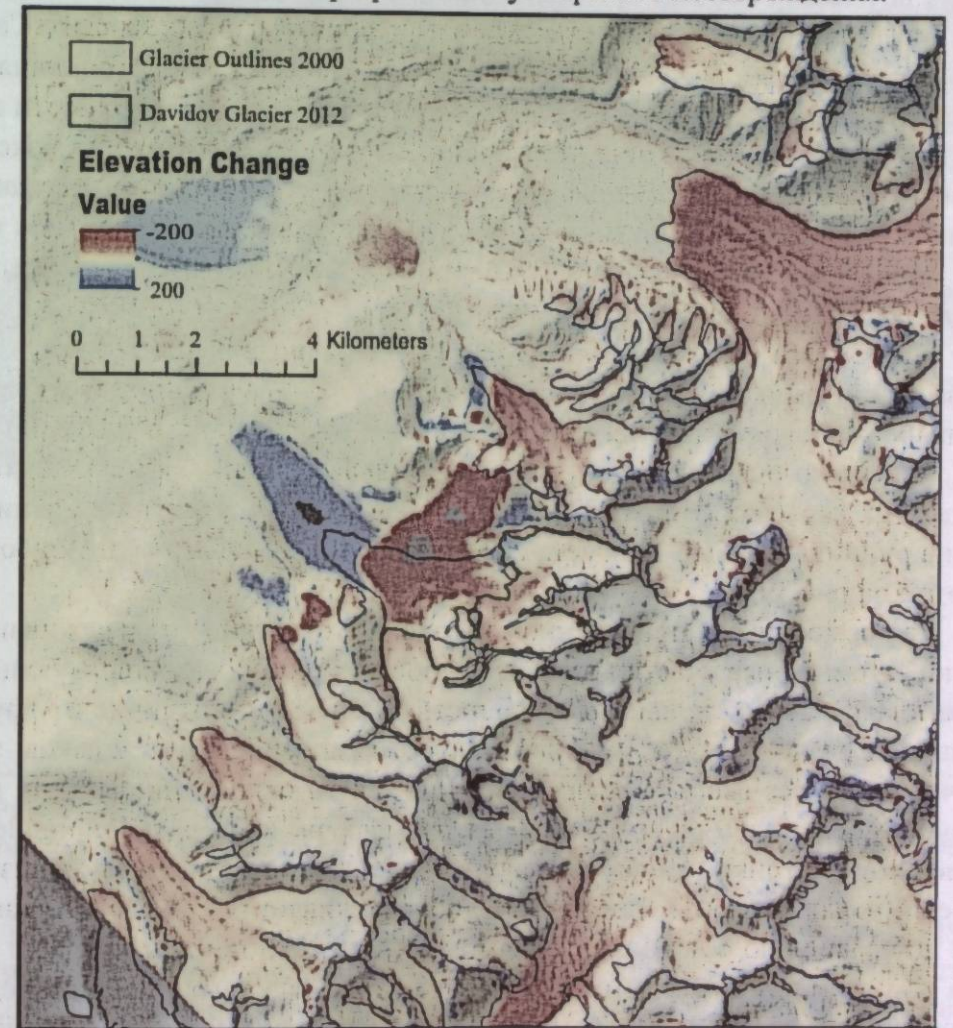


Рис. 39. Расчётные изменения уровня поверхности ледников Ак-Шыйрака, полученные путём сравнения цифровых моделей рельефа по космоснимкам 2000 и 2012 гг.: сильное понижение поверхности на языках ледников показано оттенками красного цвета; контуры ледников по состоянию в 2000 г. показаны тонкой тёмной линией; зелёной линией показан контур ледника Давыдова в 2012 г.; синим цветом показан подъём поверхности некоторых ледников, отвалов и хвостохранилища [35].

На рис. 39 чётко просматривается сильное понижение поверхности на языках ледников вблизи рудника Кумтор, вызванное совместным воздействием потепления климата, а также прямым (ледник Давыдова) и косвенным влиянием техногенного прессинга (ледники Петрова, Лысый, Сарытор, Борду). Результаты исследований Швейцарских гляциологов, нанятых компанией АМЕС, демонстрируют также чёткий подъём поверхности ледников в областях питания (за исключением ледника Давыдова). Также отчётливо просматриваются последствия деятельности КОК на близлежащих ледниках. Эти же результаты указывают на более замедленные потери массы и снижения поверхности других ледников Ак-Шыйрака, удалённых от рудника.

Вне всякого сомнения, определённую лепту в усиление таяния ледников вблизи рудника внесло и продолжает вносить техногенное кумулятивное пылевое загрязнение их поверхности от операционной деятельности КОК, в первую очередь от ежедневных пылевых выбросов при массовых взрывах на карьерах. В этом отношении весьма показателен космоснимок района рудника, снятый 1 августа 2012 г. (рис.40), хорошо коррелирующий с картой на рис.39.

На космоснимке, приведённом на рис. 40, отчётливо прослеживаются сильно затемнённые участки языков Петрова и Лысый, характеризующиеся более низкой отражательной способностью (альбедо) в отличие от других ледников, удалённых от рудника. Сильная затемнённость языков этих глетчеров, скорее всего, связана с кумулятивным накоплением пыли, ежедневно выбрасываемой при массовых взрывах на карьерах. Не подлежит сомнению, что тонкий слой осаждающейся на ледниках пыли из-за низкого альбедо (отражательной способности) обуславливает более сильное таяние льда по сравнению с ледниками, не покрытыми техногенной пылью с рудника Кумтор. Суть в том, что низкое альбедо запылённых участков ледников способствует более высокому уровню поглощения солнечной радиации и энергии и, соответственно вызывает более сильное таяние запылённых ледников в районе рудника. Последствия техногенного прессинга на ледники и динамика пространственно-временного изменения оледенения в районе Кумтора весьма отчётливо проявляются на космоснимках рассматриваемого района разных лет.

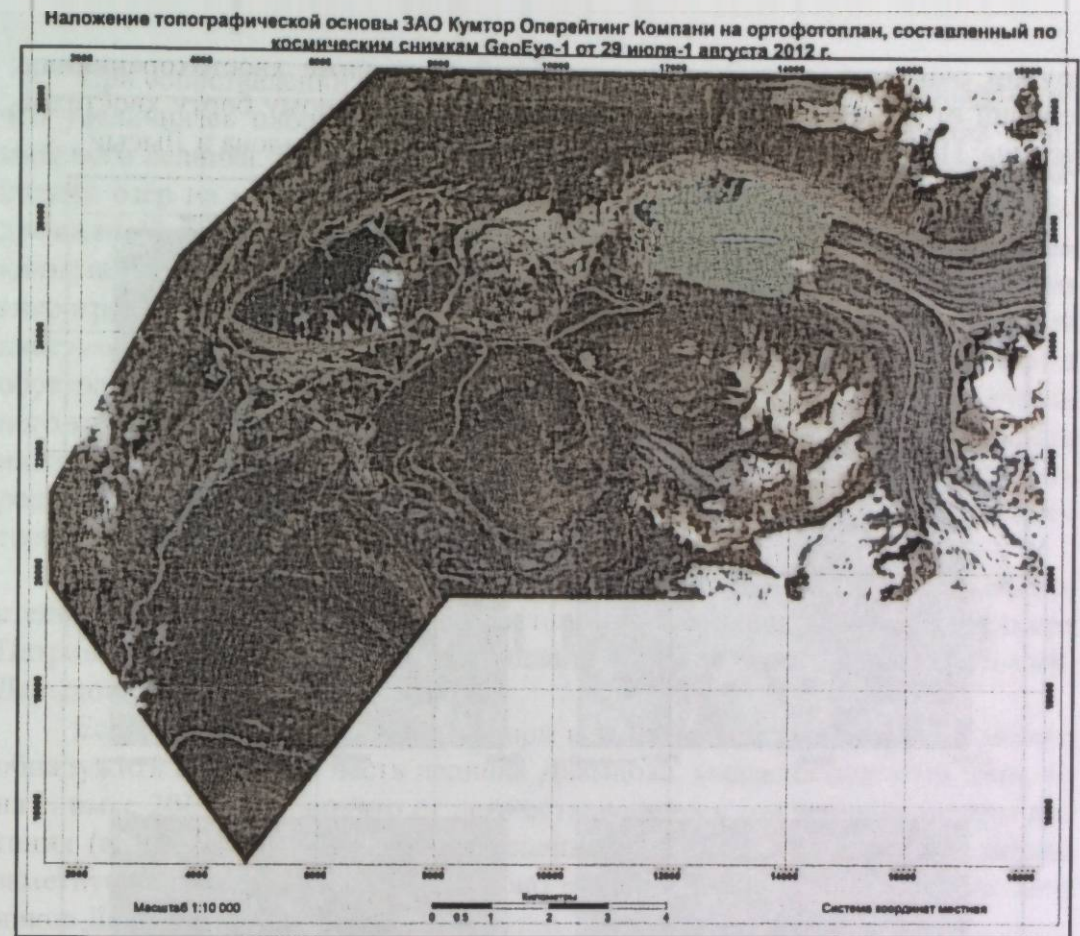


Рис. 40. Космический снимок GeoEye района Кумтора от 1 августа 2012 г. демонстрирует значительное различие отражательной способности ледников вблизи от рудника [10,19].

На рис. 41 приведены космоснимки района месторождения 1975, 1988, 2007 и 2014 гг. из публикации Уильяма Колгана [37], то есть до начала строительства и эксплуатации рудника (1975, 1988 гг.) и в период его активной разработки (2007, 2014 гг.). На снимке 1975 г. представлена картина состояния ледников, ледникового озера Петрова с его небольшой по площади акваторией и окружающего ландшафта верховий р. Нарын и Кумторских сыртов до начала разведки и разработки месторождения, то есть в их первоначальном виде. На космоснимке 1998 г., то есть на третий год после строительства и запуска рудника в эксплуатацию уже видны его основные объекты: чаша хвостохранилища чёрного цвета, полностью заполненное водой с

прудом очистных сооружений; отстойный пруд ниже хвостохранилища; верхний отводной канал р. Арабель по Северо-Западному борту хвостохранилища; Центральный карьер и отвалы на ледниках Давыдова и Лысый.

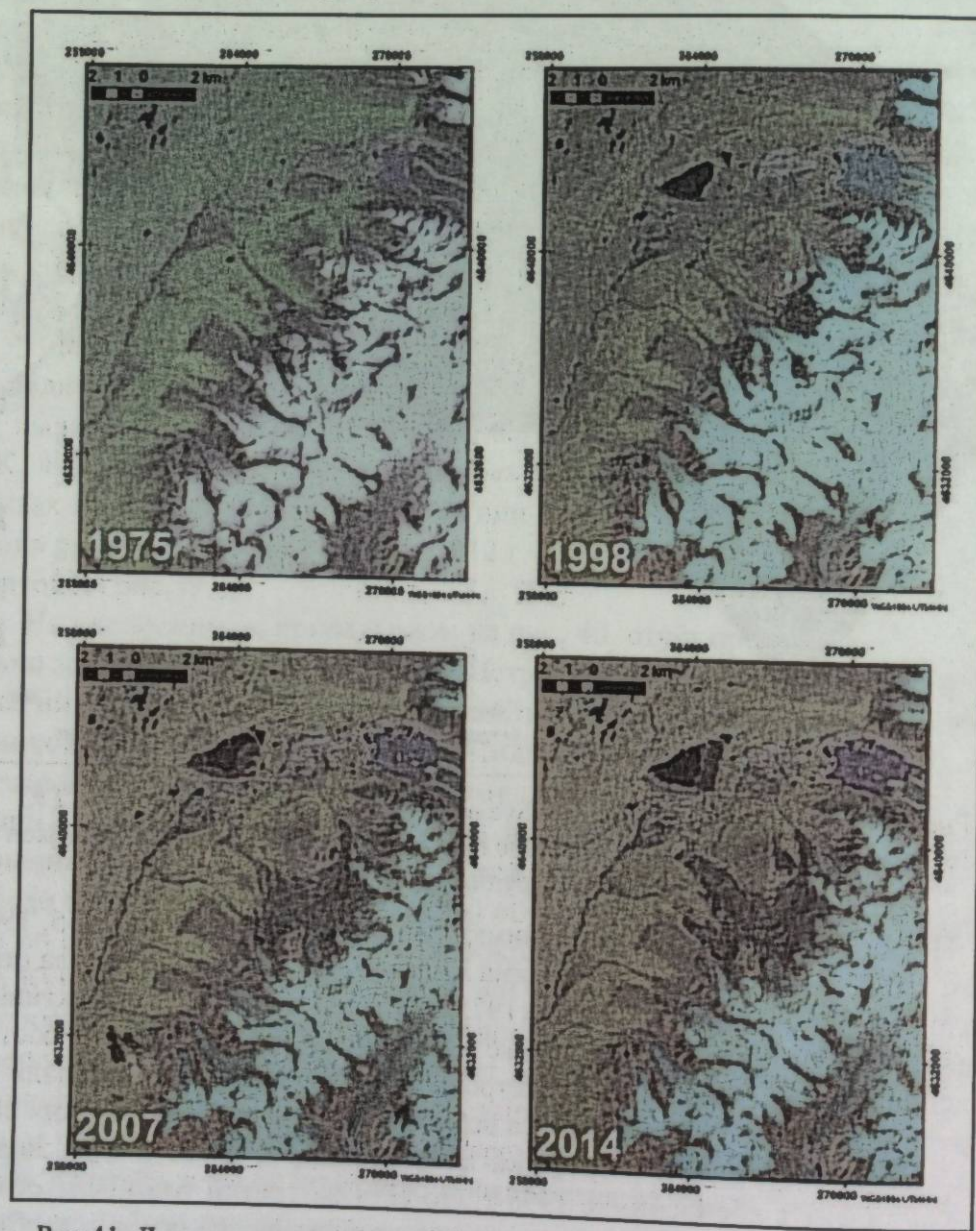


Рис.41. Динамика пространственно-временного изменения оледенения и ландшафта в районе рудника Кумтор по данным W. Colgan [37].

При сопоставлении этого снимка со снимком 1975 г. можно обнаружить, что увеличилась площадь акватории оз. Петрова за счёт отступления одноимённого ледника. Кроме того, заметен рост площадей небольших термокарстовых озёр на морено-ледниковой плотине озера и вдоль боковой морены древнего Пракумторского ледника, скорее всего связанный с потеплением климата (вытаиванием подземных и погребённых льдов). Помимо изменения гидрографической сети рассматриваемого района, связанного с размещением хвостохранилища в долине и русле р. Арабель (левый приток р. Кумтор) и обустройством для её отвода в обход чаши хвостохранилища верхнего отводного канала, заметны изменения в пределах зандрового поля, расположенного ниже плотины оз. Петрова. На снимке 1998, 2007 и 2014 г. можно заметить рост обнажённой площади зандрового поля, связанный с использованием его территории в качестве карьера гравийно-галечниковых материалов.

При сопоставлении снимков 1998 и 2007, 2014 гг. можно заметить постепенное нарастание площадей хвостохранилища, карьеров, отвалов, озера Петрова при сопутствующей деградации близлежащих ледников Лысый, Давыдова и Сары-Тор.

Если на космоснимке 2007 г. при внимательном рассмотрении можно обнаружить суженную часть ледника Давыдова, выдавленную отвалами, то на снимке 2014 г. видно, что от него остались лишь три верхние камеры питания (аккумуляции). При сопоставлении снимков 2007 и 2014 гг. можно заметить значительные по расстоянию смещения отвалов в бассейнах ледников Давыдова и Сары-Тор.

6.6. Дальнейшие перспективы золотодобычи в ледниковом районе Ак-Шыйрак

Как известно, первоначально в 1992 г., канадцам была выдана лицензия на разработку участка «Центральный» площадью в 740 га, а в апреле 2009 г. по условиям нового Соглашения все 8 перспективных лицензионных участков Кумтора объединены в одну концессионную площадь в 26,3 тыс. га и вся Кумторская долина целиком передана в бессрочную эксплуатацию канадцам, поскольку они за это время вели закрытую разведку перспективных участков указанной долины, в которой выявили большие запасы золота.

В настоящее время основные запасы и ресурсы Кумторского золоторудного месторождения сосредоточены на участке «Центральный» (рис. 42). Помимо него, в концессионную зону Кумтора входят ещё 7 фланговых перспективных участков: «озеро Петрова», «Северо-Восточный», «Муздусуу»,

«Юго-Западный» с одноимённым карьером, заложенным в 2006 г., «Сары-Тор», «Борду» и «Акбель» [26].

Как видно на геологической карте, представленной на рис 42, в зону прямого и косвенного влияния дальнейших горно-добычных работ в пределах Кумторской концессионной зоны (Кумторская долина) помимо ледников Лысый, Давыдова и Сары-Тор могут попасть ледники Петрова, Борду (Борду-1) и Западный Борду (Борду-2). Следует отметить, что перечисленные ледники, безусловно, подверглись косвенному воздействию крупномасштабной разработки Центрального участка за счёт осаждения техногенной пыли от ежедневных массовых взрывов, проводившихся и проводящихся на Центральном и Юго-Западном карьерах. Кроме того, поверхности ледников Борду-1 и Борду-2 подвержены загрязнению за счёт пыли, поднимаемой при транспортировке на рудник различных материалов большегрузными автомобилями, особенно в составе конвоев.

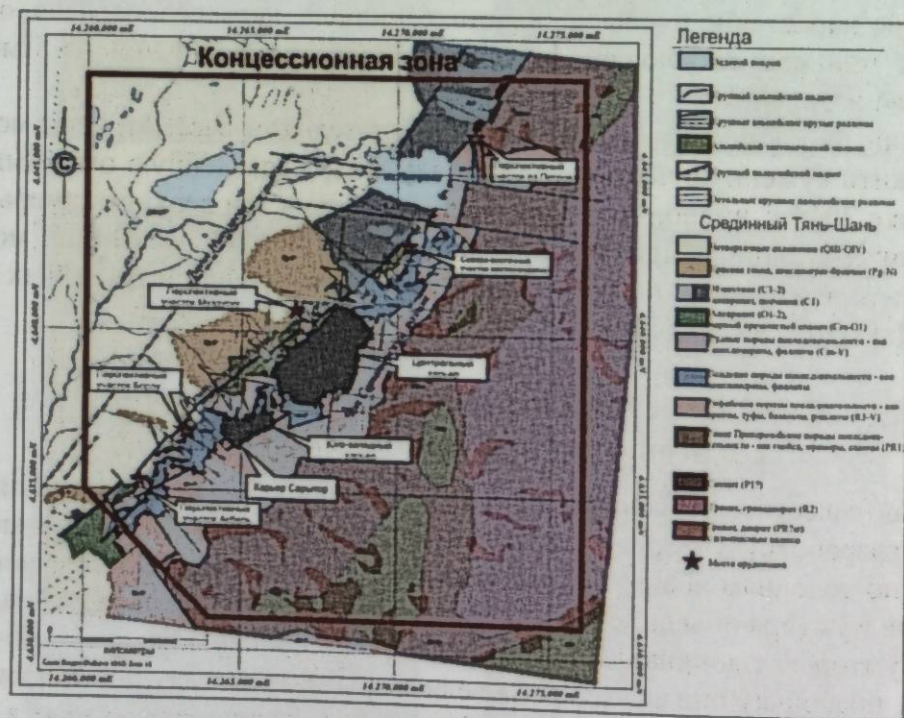


Рис. 42. Геологическая карта концессионной зоны Кумтора с указанием основных рудных зон (показаны звёздочками), карьеров, хвостохранилища и окружающих ледников [26]

Согласно, планов «Центерры Голд Инк.» в ближайшем будущем будут продолжены добычные работы на Юго-Западном карьере и начаты работы на карьере Сары-Тор (рис.43). Эти карьеры по своим геометрическим размерам значительно меньше, чем Центральный карьер. Максимальная глубина этих карьеров не превышает 365 м, при диаметре до 950 м. Во время отработки Юго-Западного участка в период 2006-2008 гг. разработчикам пришлось столкнуться с серьёзными геотехническими проблемами, связанными с извлечением части льда ледника Сары-Тор. В частности, на темпах удаления льда, во-первых, отрицательно сказалось наличие в леднике пустот (каверн), которые снижали производительность работ по извлечению ледникового льда. Во-вторых, серьёзные препятствия при удалении льда в особенности в летний период создавал мощный приток поверхностных и талых ледниковых вод.

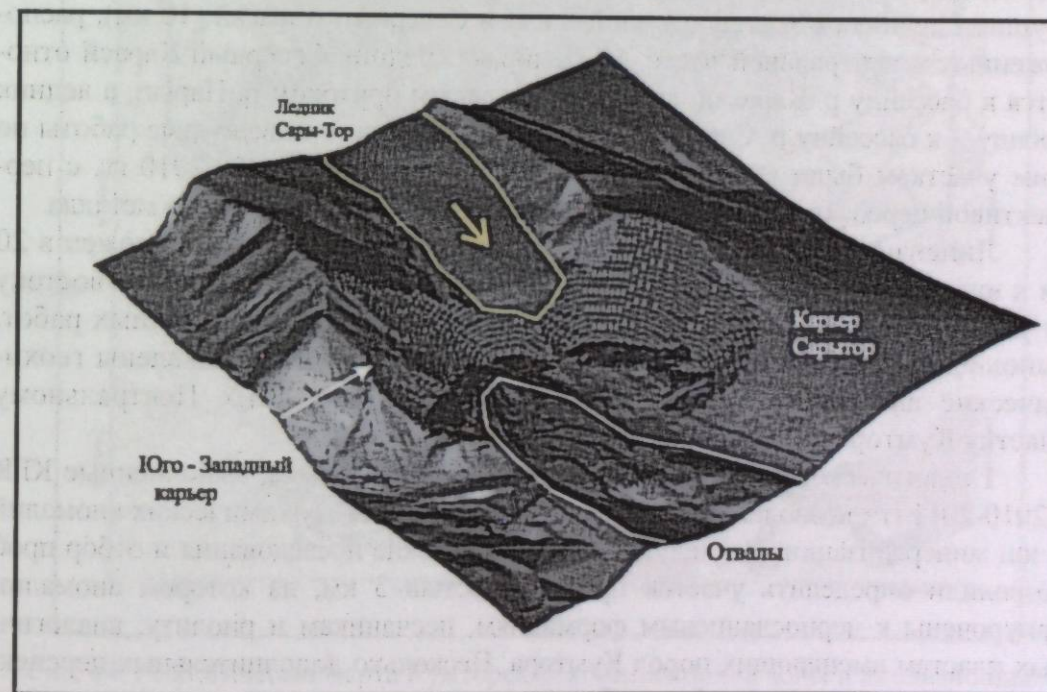


Рис. 43. Трёхмерная модель рельефа с ледником Сары-Тор на участке карьеров Юго-Западный и Сарытор [47]

В перспективе, после того как добыча будет завершена Юго-Западный карьер и карьер Сарытор сольются и борта этих двух карьеров будут подсекаать ледник Сары-Тор (рис.43). Согласно замыслов «Центерры» будет удалено 200 м конечной части ледника, что по расчётам составит приблизи-

тельно 2 млн. тонн льда. Извлечённый лёд планируется складировать на отдельном «ледовом» отвале в средней части долины р. Чон-Сарытор. Следовательно, ещё один ледник подвергнется «агрессивному» техногенному воздействию, что в сочетании с происходящим потеплением климата отрицательно скажется на балансе его массы и, будет способствовать ещё большему усилению таяния ледника Сары-Тор.

Ледники Борду и Западный Борду, расположенные за водораздельным хребтом от бассейна ледника Сары-Тор, подвергнутся лишь косвенному воздействию техногенной пыли, и скорее всего, сохранятся, хотя не исключено их усиленное таяние и отступление.

К числу перспективных на золото площадей в горно-ледниковом массиве Ак-Шыйрак относятся участки «Коёнду» и «Карасай» (рис.44), приуроченные к крупным ледникам Коёнду (длиной 8 км) и Северный Карасай (10 км), расположенных в центральной части Ак-Шыйрака. Ледник Северный Карасай относится к бассейну р. Карасай, являющуюся левым притоком р. Нарын, а ледник Коёнду – к бассейну р. Сарыджаз. Лицензии на геологоразведочные работы по этим участкам были выданы «Кумтор Голд Компани» в 2009-2010 гг. с перспективой реоформления этих лицензий на добычу драгоценного металла.

Лицензионный участок «Карасай» площадью 139 км² расположен в 20 км к югу от, а участок «Коёнду» площадью 133 км² - в 20 км к юго-востоку от участка Центральный (рис. 44). В процессе поисково-разведочных работ, выполненных в Советское время, на этих площадях были выявлены геохимические аномалии в геологических условиях, подобных Центральному участку Кумторской концессионной зоны [26].

Геологическое картирование и геохимическая съёмка, выполненные КГК в 2010-2011 гг., позволили выявить ряд существенных геохимических аномалий и зон минерализации. Последующие геофизические исследования и отбор проб позволили определить участок протяжённостью 3 км, на котором аномалии приурочены к черносланцевым формациям, песчаникам и риолиту, аналогичных пластам вмещающих пород Кумтора. Несколько дополнительных перспективных золотоносных зон было обнаружено в вулканических породах и известняках на нижних высотных отметках участка «Карасай» [26]. Геологоразведочные работы КГК были прекращены в конце 2011 г. в связи с истечением срока действия лицензии. Впоследствии решением Правительства КР лицензии на рассматриваемые перспективные участки, выданные КГК были аннулированы.

Таким образом, в районе вокруг Кумтора имеется значительный потенциал для ведения детальных поисково-разведочных работ и эксплуатации

онной разведки на золото. По укрупнённым оценкам геологов Кыргызстана прогнозные ресурсы так называемого «Золотого пояса Тянь-Шаня», большая часть которого проходит в высокогорных ледниковых районах, составляет до четырёх тысяч тонн драгоценного металла.

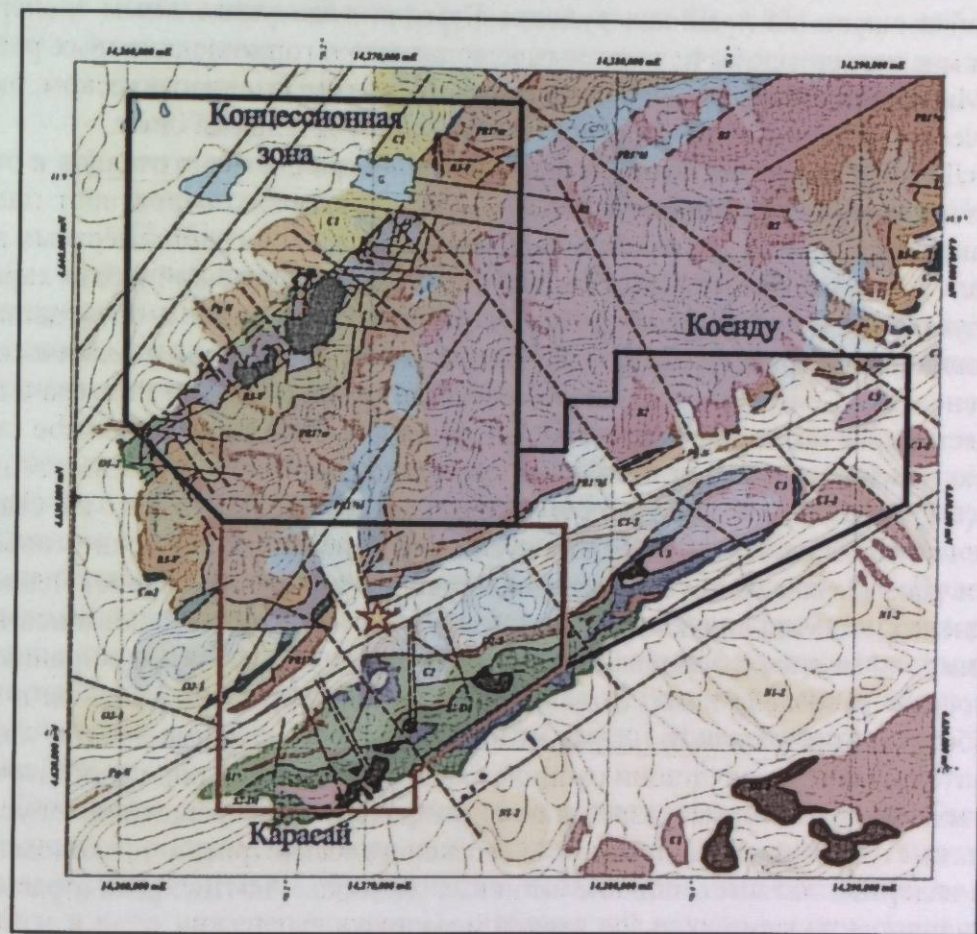


Рис. 44. Геологическая карта Кумторской концессионной зоны и лицензионных перспективных участков «Карасай» (звездочка) и «Коёнду», на которых голубым цветом показаны ледники [26].

Очевидно, что если эти перспективные участки будут разрабатываться также поспешно и неразумно, как и Кумторское месторождение, тогда большая часть ледников Ак-Шыйрака будет безвозвратно уничтожена и Кыргызстан может оказаться на грани экологической катастрофы регионального масштаба, сравнимой с исчезновением Аральского моря.

7. Неблагоприятные последствия техногенного прессинга на ледники Кумтора

Изъятие и разгрузка гигантских объемов льда, удаление ледников и отпалообразование на ледниках рудника Кумтор стали уникальным экспериментом в истории добычи полезных ископаемых в горно-ледниковых районах Мира, и представляет собой в геодинамическом, гидрологическом, экологическом и экономическом аспектах весьма поучительный опыт.

Добычу, переработку руды, формирование грандиозных отвалов и эксплуатацию хвостохранилища в районе Кумтора серьезно осложняют наличие активных горных ледников и подземного льда в многолетнемёрзлых породах - вечной мерзлоте [15]. Помимо этого рассматриваемый район характеризуется сложностью геологического строения, наличием и сочленением тектонических структур различных масштабов и повышенной сейсмической активностью. Сейсмичность района составляет $M=8$ по шкале Рихтера с повторяемостью таких землетрясений 1-2 раза в 500 лет. Горизонтальное смещение поверхности Земли в районе Кумтора по данным космической геодезии (GPS) достигает 10 мм/год и направлено преимущественно на север. Отмеченные гляциологические, криогенные и сеймотектонические особенности рассматриваемого высокогорного района в условиях происходящего изменения климата предопределяют слабую устойчивость и повышенную уязвимость массивов вмещающих горных пород и льда по отношению к техногенным воздействиям, связанным с крупномасштабной добычей и переработкой минерального сырья. Как показывает двадцатилетний опыт строительства и эксплуатации рудника важнейшим, до сих пор недостаточно учитываемым фактором разработки Кумторского месторождения, обусловившим геотехнические проблемы, геозекологические риски и экономические издержки является влияние активных ледников Ак-Шыйрака и распространённость подземных льдов вечной мерзлоты.

В настоящее время планомерную и безопасную добычу золота на руднике Кумтор серьезно осложняют следующие геотехнические проблемы, обусловленные недостаточно полным учётом гляциологических и геокриологических особенностей рассматриваемого района:

- массовые гравитационные обрушения высокого и крутого борта в северо-восточной части Центрального карьера в зоне влияния ледника Лысый (зона NE_Wall_SA на рис.45);

- деформации и движение северо-западного борта ЦК в зоне влияния ледника Давыдова (зона NW_Wall_SA на рис.45);
- сползание в ЦК глетчерного льда ледника Давыдова в юго-восточной части (зоне SB) карьера, в так называемой «зоне сильных движений или деформаций» (зона SE_ARM на рис.45);
- подвижки и смещение ледово-каменной массы ледниковых и породных отвалов в бассейнах близлежащих ледников (рис. 35,37,45);
- неустойчивость и подвижки удерживающей дамбы хвостохранилища;
- возрастающий риск прорыва моренно-ледникового озера Петрова [3,15].

Крупномасштабная добыча руды на руднике Кумтор, включающая беспрецедентные по объемам работы по изъятию, перемещению льда и размещению отвалов на ледниках нарушили хрупкое равновесие, при котором ледники и отвалы являются стабильными.

Накопление пустых пород на теле ледника и массовое изъятие и перемещение огромных объемов льда привели, во-первых, к кардинальному изменению его естественного гидротермического режима, проявившемуся в усилении таяния ледника. Это стало причиной непредвиденно большого водопритока в ЦК и обусловило большие затраты на осушение ЦК. Подобный мощный техногенный прессинг на ледник Давыдова спровоцировал разрушение этого глетчера как природного образования, формировавшегося многие тысячелетия, вызвав распад ледника на три изолированные части, представляющие собой верхние зоны аккумуляции льда мощностью до 170 м (рис.34).

Детальные сведения о перечисленных выше геотехнических проблемах и опасных процессах, всесторонний анализ факторов и причин, вызвавших указанные проблемы и обусловивших неблагоприятные последствия можно найти в ряде нижеперечисленных публикаций научно-технического характера [3,15, 20-26,28,34,36,37,41,45,51]. Не вдаваясь в технические детали, рассмотрим основные неблагоприятные геотехнические и возможные экологические последствия движения отвалов в долине р. Чон-Сарытор.

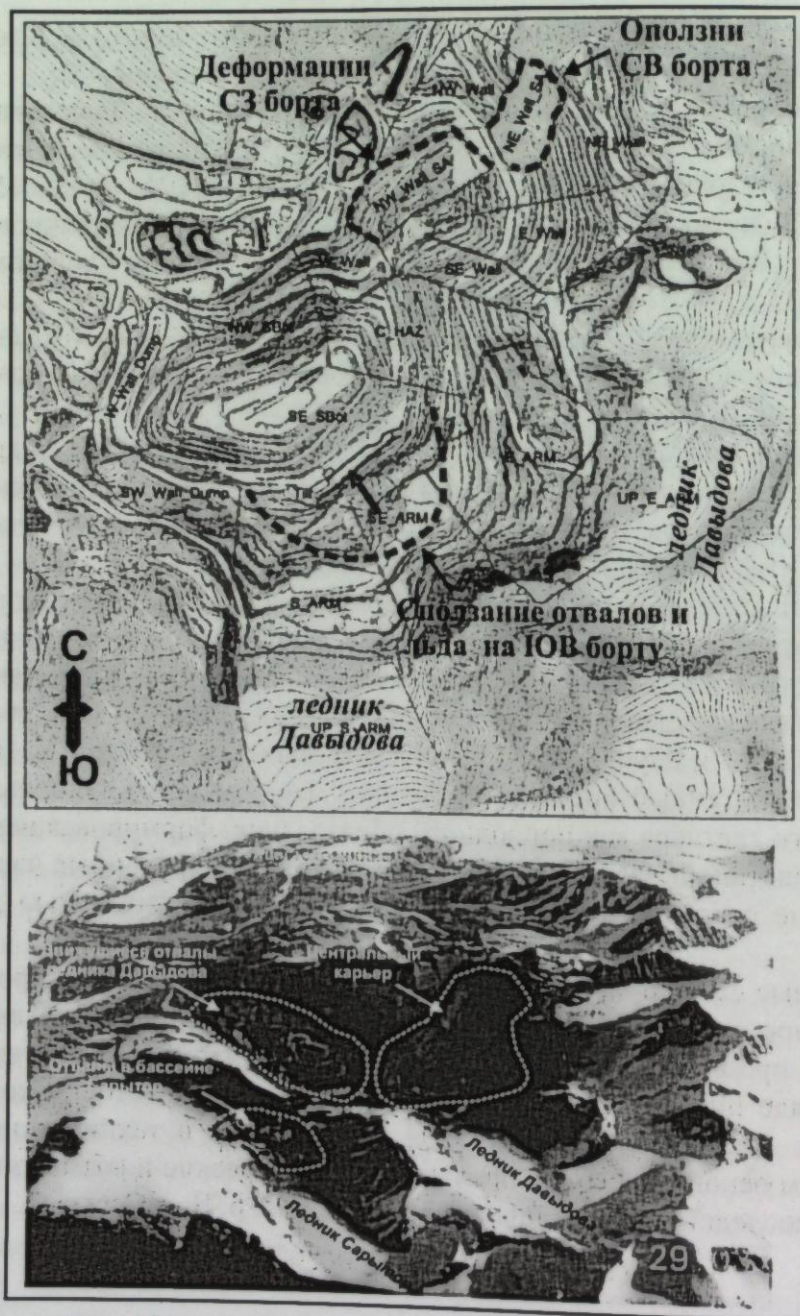


Рис. 45. Проблемные участки Центрального карьера рудника Кумтор: вверху-карта ЦК; внизу – обзорный снимок объектов рудника с остатками камер питания ледника Давыдова и движущимися отвалами

7.1. Геотехнические проблемы и риски, связанные с реакцией ледников Кумтора на техногенный прессинг.

В геотехническом отношении к настоящему времени ощутимые экономические издержки и экологические угрозы связаны со значительным по масштабам и скорости непрерывным смещением ледово-каменной массы ледниковых и породных отвалов вниз по бассейну ледника Давыдова (долине р. Чон-Сарытор), а также сползанием в Центральный карьер глетчерного льда ледника Давыдова в юго-восточной части (зоне SB) этого карьера [26].

Из-за подвижки и продолжающегося непрерывного смещения каменно-ледовых отвалов в Центральной части бассейна ледника Давыдова уничтожены здание с уникальными мастерскими по сбору и ремонту крупногабаритной горной техники, административно-бытовой корпус (рис. 46), а также прочие производственные и инфраструктурные объекты на нижней площадке рудника Кумтор.

По состоянию на конец 2013 г. только прямой экономический ущерб от ускоренного смещения отвалов в бассейне ледника Давыдова по непроверенным сведениям оценивался КГК в сумму свыше 100 млн. долларов США, не считая затрат на строительство нового лагеря, которые составили свыше 40 млн. долларов.



Рис. 46. Последствия сползания ледово-каменных отвалов в бассейне ледника Давыдова: слева - вид на долину и нижнюю площадку рудника (2006 г.), с расположенными на ней зданиями мастерских по сбору и ремонту крупногабаритной горной техники, АБК, электроподстанции, ЛЭП; справа – разрушенные движущимися каменно-ледовыми отвалами останки АБК в июне 2013 г.

Другой геотехнической проблемой, серьёзно осложняющей безопасную отработку богатых по содержанию золота запасов в зоне SB, является реакция ледника Давыдова на чрезмерную перегрузку его языковой части (отсыпка отвалов, выдавливание, подпруживание) и удаление льда. К настоящему времени удалены большие части языка (основного потока) ледника и, поэтому произошло разделение его трёх ветвей, то есть распад ледника как природного образования. В результате удаления больших объёмов льда и потери упора (подпруживания) Южная ветвь ледника стала постепенно ускоряться в сторону Центрального карьера, что обусловило высокий риск её обрушения в карьер и поставило под угрозу добычу руды в зоне SB. В период с января по март 2014 г. скорость движения Южной ветви ледника возросла с 30 мм/час (22 м/месяц) до 180 мм/час, то есть ускорилось до такой степени, что возникли затруднения с удалением льда при применяемой технологии его разработки. Причём временами удаление льда становилось невозможным из-за риска обвала огромных его массивов.

В целях предотвращения обвала ледяных масс в Центральный карьер в марте-апреле 2014 г. без разработки и согласования соответствующего проекта вдоль почти всей верхней кромки карьера была возведена упорная призма (берма-преграда) высотой до 90 м, перегородившая Южную ветвь ледника Давыдова (рис.47). В качестве материала упорной призмы использовались пустые породы, извлечённые из ЦК [47]. Возведение упорной призмы (внутрикарьерного отвала) привело к уменьшению внешних границ борта ЦК и тем самым снизило объём вероятных запасов на 358 тыс. унций золота в руде [26].

Возведение упорной призмы на довольно пологой поверхности ледника и донной морены обеспечило снижение скорости смещения ледника от значения 20 мм/час (15 м/месяц) в период строительства упорной призмы до 10 мм/час (7 м/месяц) к концу 2014 г. В настоящее время скорость смещения ледника не превышает 7 мм/час и упорная призма пока сдерживает продвижение льда на участке Южной ветви, при условии, что ведётся постоянное удаление наползающего льда.

Компания КГК для обеспечения безопасности горно-добычных работ в ЦК помимо систематического удаления наползающего на упорную призму льда осуществляет ряд дополнительных инженерно-технических мероприятий, включающих: обеспечение удаления оставшихся ветвей ледника Давыдова на расстоянии как минимум 150-200 м от кромки карьера для предотвращения внезапного обвала ледовых масс в обрабатываемые блоки ЦК; со-

оружение зумпфов и/или отстойников для сбора талых вод и отвода их в обход контуров ЦК; непрерывный мониторинг смещения льда на различных проблемных участках, включая мониторинг устойчивости склонов. При необходимости будет возведена ещё одна упорная призма на юго-восточном рукаве ледника Давыдова.

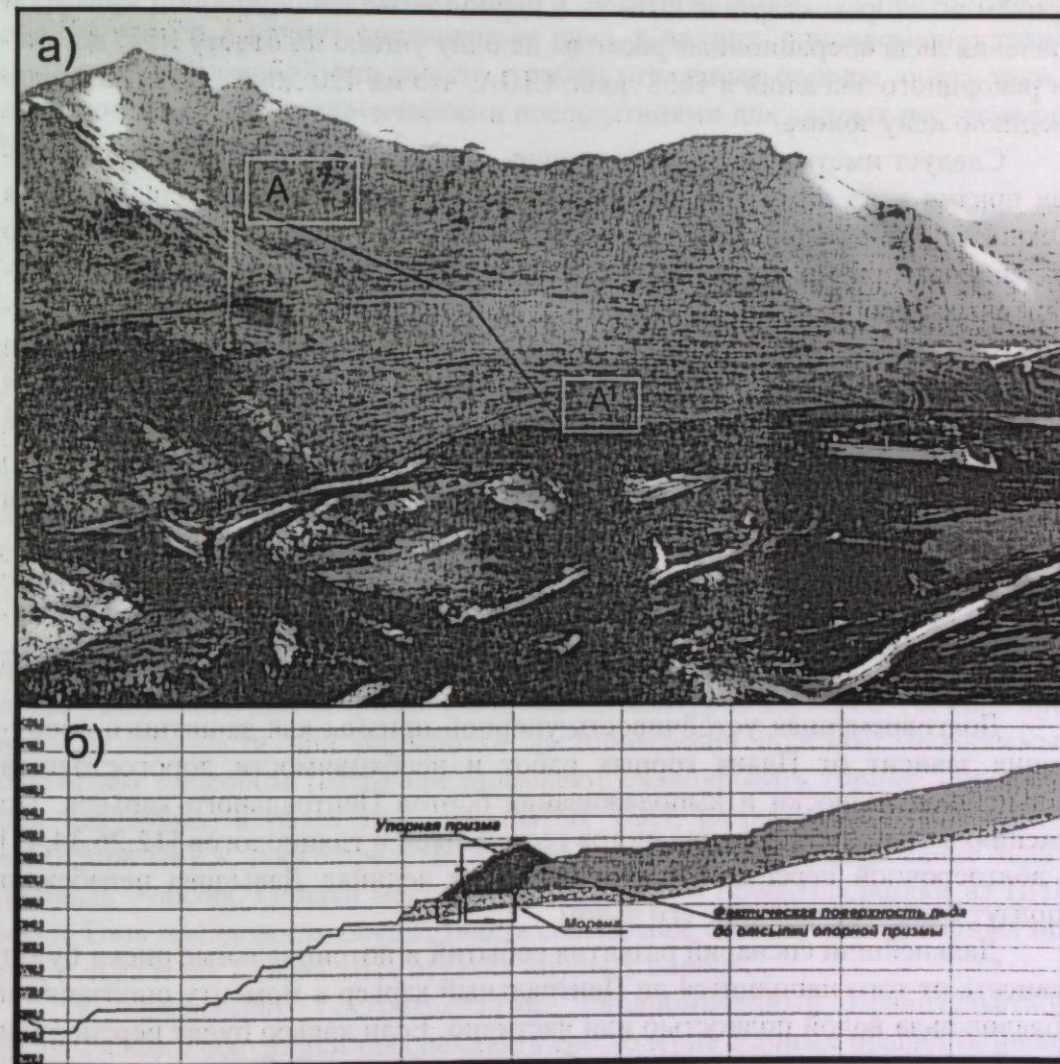


Рис. 47. Упорная призма (берма-преграда) на юго-западном борту Центрального карьера: а) обзорный снимок; б) продольный разрез через ледник и упорную призму по профилю А-А'

Очевидно, что все указанные работы, требуют значительных финансовых затрат, которые ложатся тяжким бременем на себестоимость добычи золота. Не случайно операционные расходы на производство одной тройской унции золота открытым способом на руднике Кумтор в 2014 г. составили 1024 долл. США при среднегодовой цене металла 1238 долл. США. Причём во втором квартале 2014 г., в период возведения упорной призмы и удаления льда операционные расходы на одну унцию по отчёту КГК достигли рекордного значения в 1658 долл. США, что на 420 долларов превышало среднюю цену золота.

Следует иметь в виду, что в средне- и долгосрочной перспективе упорная призма вряд ли остановит сползание льда из верхней камеры питания Южного рукава ледника Давыдова в Центральный карьер. Суть в том, что эта упорная призма была сооружена наспех, без адекватных защитных инженерных мероприятий (дренаж талых вод), непосредственно на неустойчивых отложениях донной морены (рис. 47) Южной ветви ледника Давыдова, а не на коренном скальном основании. Кроме того, не выполнена инженерная оценка воздействия нагрузки упорной призмы и надвигающегося на неё ледника на устойчивость борта Центрального карьера, что с учётом его большой крутизны не исключает его обрушение под нагрузкой упорной призмы с нежелательными или даже катастрофическими последствиями.

В этой связи компания АМЕС в своём отчёте [34] совершенно справедливо качестве одного из недостатков деятельности КОК отмечает следующее: *«Кумтор» должен досконально проверять/тестировать инженерные и экономические оценки...».*

Долговременная устойчивость упорной призмы как защитного сооружения зависит от Плана горных работ и необходимости дорогостоящей дальнейшей разnosки и выполаживания бортов Центрального карьера. По мнению большинства специалистов геотехников и гляциологов [12,26,34,47] в долгосрочной перспективе верхние ветви ледника Давыдова неизбежно сползут в карьер, заполнив его льдом.

Дальнейший сценарий развития событий и потенциальные риски будут зависеть от того наполнится ли Центральный карьер к моменту оползания и обвалов льда водой полностью или частично. Если карьер будет переполнен водой, ледник скорее всего будет обрушаться в виде айсбергов в карьерный водоём (озеро) и заполнять его льдом. При этом обвалы и обрушения льда могут вызвать гидродинамические волны типа цунами, которые способны переливаться через кромку карьера. Подобные волны могут также стимули-

ровать прорыв воды из карьерного озера с размывом отвалов, размещённых ниже карьера в центральной части долины р. Чон-Сарытор и транспортировкой отвальных пород в русло р. Кумтор с неблагоприятными экологическими последствиями, которые рассмотрены ниже.

В случае, если Центральный карьер к моменту массового обрушения льда будет наполнен лишь частично, в конечном итоге лёд полностью заполнит карьер и начнёт продвигаться вниз, в долину, одновременно транспортируя перед собой или вместе с собой отвальные породы, опять таки с неблагоприятными экологическими последствиями для водных ресурсов рек Кумтор-Тарагай-Нарын.

7.2. Экологические проблемы, связанные с техногенным прессингом на ледники

В экологическом отношении, продолжающееся непрерывное смещение ледово-каменной массы отвалов как в бассейне р. Чон-Сарытор, так и в бассейнах р. Лысый и Кичи-Сарытор в сторону русла р. Кумтор, а также льда из Центрального, Юго-Западного карьеров представляет собой серьёзную угрозу систематического и долговременного загрязнения поверхностных вод и донных отложений в бассейне р. Кумтор-Нарын стоками из-под движущихся отвалов при неизбежном таянии ледовых отвалов, сформированных сверху отвалов пустых пород [20, 21].

На руднике Кумтор с самого начала эксплуатации в 1995 г. осуществляется совместное складирование в отвалах пустых пород и глетчерного льда, удаляемого при вскрыше и в пределах контуров карьеров. Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом (ЕПБ) предписывают складировать горные породы и лёд отдельно, в различных отвалах. В ТЭО, разработанном компанией «Килборн Инк.», также предусматривалось отдельное складирование льда в ледовых отвалах. Однако местные специалисты и проектировщики из ПИЦ «Кен-Тоо» предложили осуществлять совместное складирование горных пород и льда в так называемых отвалах «пустых пород».

К сожалению, Госгортехнадзор, уполномоченный Правительством Кыргызской Республики обеспечивать соблюдение Единых правил безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых, в нарушение этих правил согласился с предложением о совместном складировании горных пород и льда, при условии разработки мероприятий, исключающих возникновение оползневых явлений.

Это решение обосновывалось тем, что в сложных природно-климатических условиях высокогорья «... представляется проблематичным создание устойчивого чисто ледового отвала на наклонном основании-поверхности ледника. Кроме того, формирование и эксплуатация отдельного ледового отвала сопряжена с определёнными техническими трудностями, связанными с необходимостью движения по поверхности отвала тяжёлого транспортного оборудования. «Наличие льда способствует консервации холода в отвальном массиве, что будет способствовать обеспечению устойчивости отвала».

Следует иметь в виду, что горно-технический термин «пустая порода» применительно к Кумторскому золоторудному месторождению означает только то, что эта порода пуста от золота, то есть не содержит золота в промышленных концентрациях. Однако пустые породы в контурах Кумторских карьеров содержат повышенные концентрации десятков различных минералов, металлов, металлоподобных и других сопутствующих элементов рудовмещающего комплекса массива горных пород.

К числу основных рудных минералов Кумторского месторождения относятся (рис.48): золотиносный пирит (FeS_2), шеелит (CaWO_4), гематит (Fe_2O_3), самородное золото (Au), теллуриды золота и серебра. К числу подчинённых рудных минералов относятся: халькопирит (CuFeS_2), марказит (FeS_2), пирротин (FeS_2), ильменит (FeOTiO_2), сфалерит (ZnS_2), кобальтин (CoAsS), арсенопирит (FeAsS), галенит (PbS), висмутин (BiH_3), сульфосоли ртути [26]. Примесями в самородном золоте являются теллур, серебро и вольфрам, реже селен, висмут, медь, свинец, цинк, олово. К числу нерудных минералов относятся: карбонаты (MeCO_3), ортоклаз ($\text{K}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$); альбит ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), кварц (SiO_2), хлорит, барит (BaSO_4), флюорит (CaF_2), стронциант (SrCO_3) и пр. [27]. В дополнение к промышленным концентрациям золота и серебра, минерализованные породы на Кумторском месторождении также содержат повышенные концентрации многих тяжёлых металлов и металлоподобных элементов, таких как мышьяк (As), сурьма (Sb), барий (Ba), висмут (W), кобальт (Co), хром (Cr), медь (Cu), свинец (Pb), ртуть (Hg), молибден (Mo), никель (Ni), селен (Se), стронций (S), цинк (Zn), теллур (Tl), совместно с промышленными концентрациями вольфрама (W), платины (Pt), палладия (Pl), осмия (Os) [27].

Известно, что металлы подразделяются на эссенциальные, т.е. жизненно необходимые (Co , Zn , Cu , Mn и др.), но способные в высоких концентрациях оказывать токсическое действие и неэссенциальные (Hg , Pb , Cd), которые могут быть токсичными при очень низких концентрациях в окружающей среде.

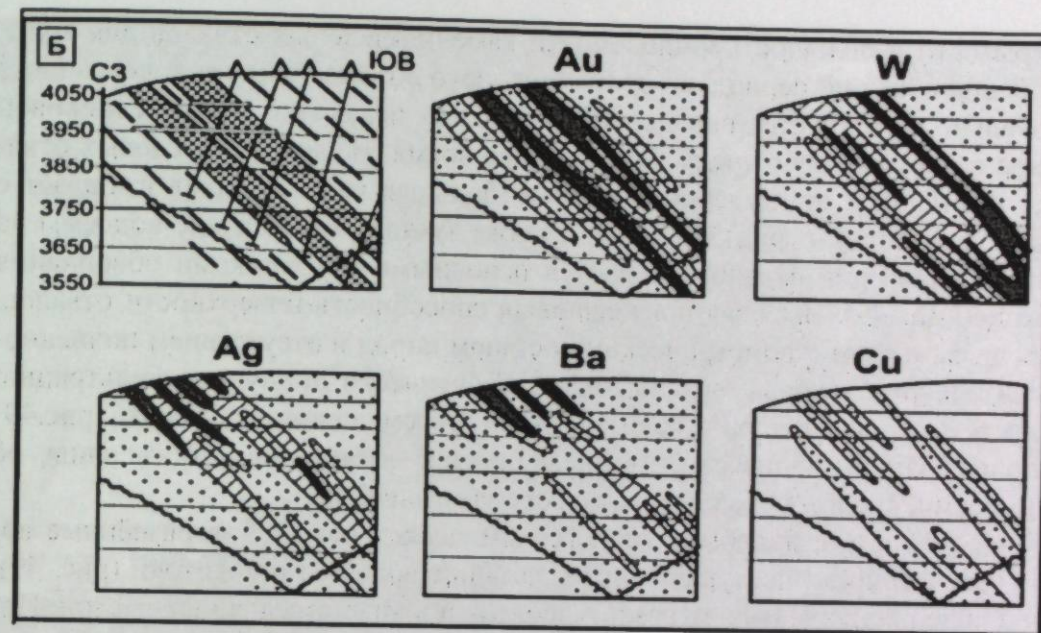


Рис.48. Схематический геологический разрез в контурах Центрального карьера (красные линии) с контрастными геохимическими ореолами рассеяния золота (Au), серебра (Ag), вольфрама (W) и сопутствующих элементов бария (Ba), меди (Cu) по данным работы. На верхних горизонтах преобладают ореолы Ag и Ba . На нижних уровнях – Co и Ni . В всячем боку рудной зоны проявляются ореолы Pb и Zn [27].

Миграция веществ в условиях геотехногенеза происходит в тех же основных формах, что и в природных ландшафтах. В техносфере горнопромышленных комплексов она осуществляется по следующей схеме (последовательности): извлечение из недр → переработка в промышленных технологических цепочках (процессах) → образование водоёмов-хвостохранилищ → минерало-геохимические преобразования хвостов с осаждением илов и миграцией химических элементов в водных растворах → осаждение их на геохимических барьерах (в частности, перемычках и дамбах) → выход на ландшафт и участие в биологическом кругообороте (обмене вещества и энергии). При этом образуются локальные геохимические аномалии (например, почвы ниже дамбы хвостохранилища КОК).

Как правило, обычные обогащённые сульфидами руды, попадающие в отвалы, подвергаются естественному (химическому) окислению с образованием сульфатов и серной кислоты. Ситуация с загрязнением поверхностных вод на руднике Кумтору стоками из-под отвалов усугубляется за счёт

открытости и большой проницаемости каменно-ледовых отвалов для воды, особенно в летний период, во время большого объёма талых вод, когда даже визуально фиксируется перенос загрязняющих веществ с талой ледниковой водой в окружающую среду. В настоящее время, талые воды ледовых отвалов, инфильтрат атмосферных осадков (большая часть осадков выпадает с мая по сентябрь) и грунтовых вод, а также зумпфы (небольшие водоёмы на теле и периферии отвалов) являются основными источниками обводнения отвалов (рис.49). Высокая поглощающая способность поверхности отвалов, определяемая гранулометрическим составом пород и отсутствием почвенно-растительного покрова, обуславливает практически полную инфильтрацию воды в массивы отвалов. Гравитационное перемещение этой воды (рис.49) сопровождается процессами выщелачивания минералов, обогащения её примесями, кислотообразования, то есть загрязнением.

В результате подобных гидрогеохимических реакций загрязнённые воды систематически поступают в близлежащие водоёмы и водотоки (рис. 49), как в виде растворённых загрязнителей, так и в виде взвешенных частиц. Подобные процессы увеличивают концентрацию загрязняющих веществ и отложений в окружающей среде (ОС), даже тогда, когда воды не кислотные. Однако, если значительные концентрации сульфидных минералов, особенно перечисленные выше различные формы сульфида железа (FeS_2), присутствуют в извлечённой на поверхность Земли горной породе, образуется **серная кислота** (кислотообразование), что значительно увеличивает скорость, с которой металлы и другие твёрдые примеси высвобождаются в ОС [28,29]. Серная кислота способна растворять тяжелые металлы (свинец, цинк, медь, мышьяк, селен, ртуть и кадмий), содержащиеся в рудах, отвалах и хвостах, что приводит к просачиванию этих элементов в поверхностные и подземные воды.

Проблема кислотообразования в техногенных массивах (отвалах, хвостохранилищах, шламонакопителях) является самой главной экологической проблемой для горно-рудных предприятий во всём Мире, так как попадание кислых рудничных вод в поверхностные воды (реки, ручьи) чревато следующими угрозами и проблемами:

- уничтожением мест обитания рыб и других водных организмов (гидробиоты);
- кислотное загрязнение практически не подлежит полному устранению при использовании существующих технологий очистки, а продвинутое технологии (электрокинетическая очистка) очень дороги при практической реализации;

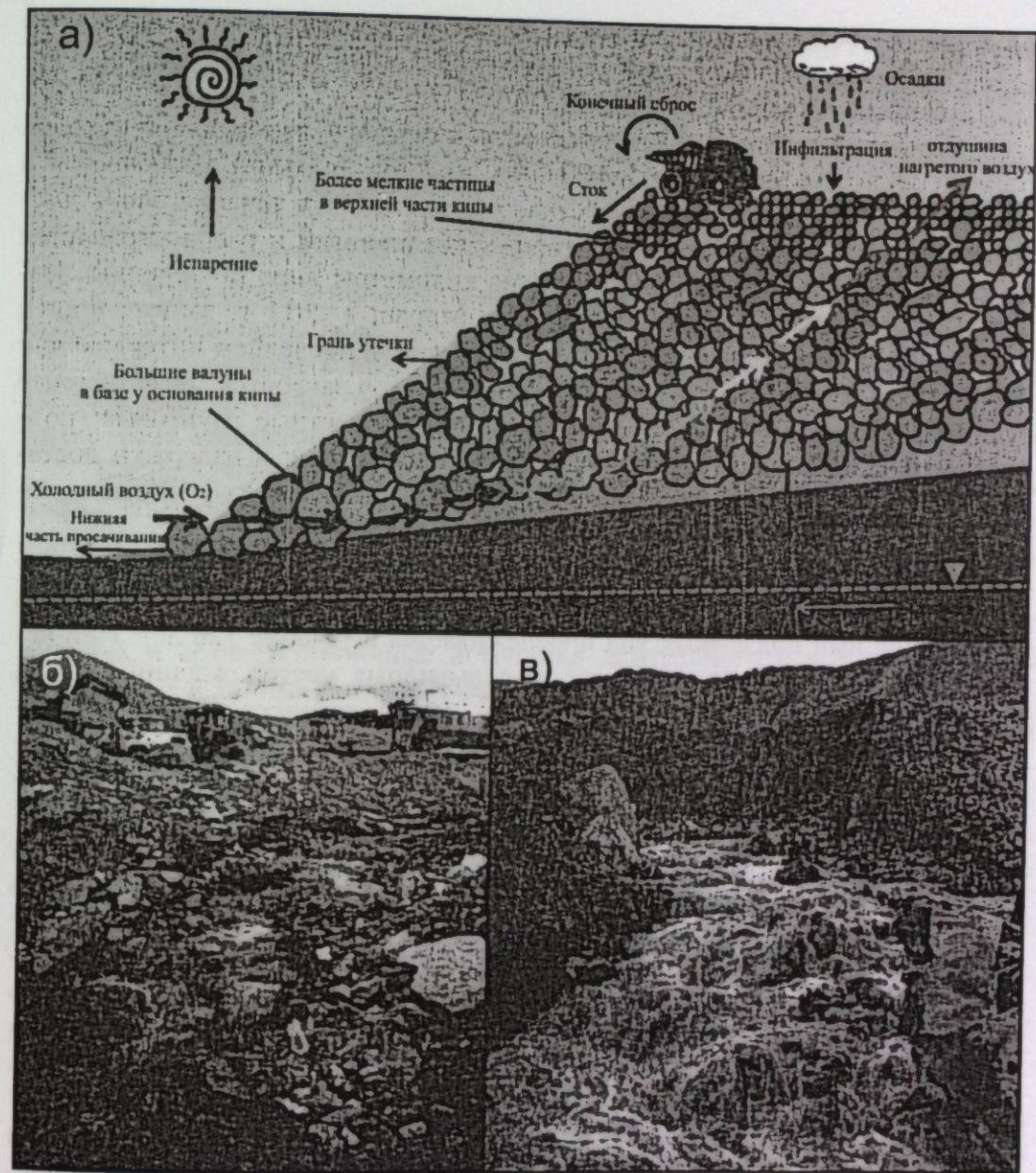


Рис. 49. Формирование отвалов: а) схема процессов влаго- и массопереноса в каменно-ледовых отвалах рудников; внизу – загрязнённые потоки воды из-под отвалов в бассейне ручья Чон-Сарытор; б) фото-1998 г.; в) фото – 2011 г. Золотые мечты обернулись загрязнёнными потоками

➤ кислотообразование, однажды начавшись, может веками приносить вред, а ежегодная ликвидация его последствий потребует затрат в несколько миллионов долларов.

Серьезная экологическая опасность наземного размещения отходов горного производства (отвальных пород, хвостов, шламов) заключается в том, что их отрицательное воздействие продолжается в течение очень длительного периода после закрытия горных предприятий и распространяется по поверхностным водотокам на многие километры вниз по течению. Известный гидрогеохимик из США Роберт Моран, в 2011 г. занимавшийся изучением качества воды в р. Кумтор [28], в своём последнем интервью для IRIN утверждает: «После того, как рудник Кумтор закроется, загрязнённые рудничные воды будут продолжать поступать в местные грунтовые (подмерзлотные) и поверхностные воды. Тогда последствия и издержки достанутся в качестве наследства от золотодобычи гражданам Кыргызстана, которые столкнутся с дилеммой: платить – или страдать» [45].

Другой пример: по данным геохимического контроля на руднике Эллиот-Лейк (Канада), выщелачивание токсичных компонентов из хвостов и загрязнение ими подземных вод прослеживается в течение 120 лет. При исследованиях нескольких сотен металл-сульфидных месторождений по всей Северной Америке [12], было обнаружено, что все законсервированные рудники показали некоторую степень деградации воды в долгосрочной перспективе даже при весьма строгих требованиях по консервации этих рудников в США и Канаде.

Многочисленные отчёты КОК по изучению потенциала кислотообразования пустых пород и хвостов [29-31] содержат информацию о том, что они обладают незначительным потенциалом (10-20%) генерации кислот ввиду высокого содержания карбонатов. При этом КОК заявляет, что полученные результаты исследований потенциала кислотообразования, в частности, потенциал кислотного дренажа пород (ARD) отвалов и хвостов является очень низким, но сульфаты, высвобождаемые из пустых пород, могут представлять серьёзную проблему в долгосрочном аспекте [28,30,31]. Как правило, КОК не приводит данные о концентрации сульфидов и поэтому как бы формируется ложное убеждение, что кислотное загрязнение воды не происходит и не ожидается в будущем [26, 47]. Однако наличие значительного количества сульфидных минералов в горных породах Кумтора подтверждается в целом ряде публикаций [28, 29]. Так, Мартин с коллегами [29] отмечают, что среднее содержание сульфида в горных породах рудника состав-

ляет 3-4%, а среднее содержание сульфида в отходах добычи -1%. Эти авторы также сообщают, что пробы воды содержали повышенные общие (нефильтрованные) концентрации железа, меди, никеля и цинка. Необходимо отметить, что пустые породы даже с более низкой сульфидной концентрацией (0,2%) в конечном итоге стали кислотными на месторождении Зортман в США. Проблеме кислотообразования уделяется особое внимание в Отчёте Государственной комиссии по проверке и изучению соблюдения ЗАО «Кумтор оперейтинг компании» норм и требований по рациональному использованию природных ресурсов, охране окружающей среды, безопасности производственных процессов и социальной защите населения [12], а также в Комментариях по водным ресурсам, окружающей среде и связанным с ними аспектами Р. Морана [28].

В специфических условиях Кумтора ледники и водотоки (реки, ручьи, озёра), во-первых, являются тем компонентом природной среды, который в первую очередь принимает на себя загрязнения от добычи и переработки руды. Во-вторых, вода и водотоки являются основным агентом транспортировки и распространения (рассеяния) загрязнений на большие расстояния от рудника и создаёт вторичные источники длительного неконтролируемого загрязнения в донных осадках (отложениях) рек и водоёмов.

Загрязнённая вода является самым распространённым отработанным продуктом разработки недр во всём Мире. Она представляет наиболее серьёзную опасность для окружающей среды от горнодобывающей промышленности и может быть вредна даже в сильно разбавленном виде. Промышленные стоки рудников наносят долговременный ущерб различным компонентам окружающей среды, включая биоту, из-за того, что содержат кислоты, растворённые примеси тяжёлых металлов и химические реагенты.

Влияние сульфатов (SO_4). На руднике Кумтор сульфат в воде образуется в результате геохимических процессов, в том числе в пустой породе. Когда пустая порода вступает в контакт с водой (дождь, таяние снегов, ледниковые талые воды) и кислородом, сульфат высвобождается из породы. Сульфат транспортируется в р. Кумтор посредством просачивания через пустую породу дождевой воды и воды, образованной при таянии ледников, которая течёт под отвалами пустой породы или просачивается через них (рис. 49). В концептуальном плане вывода рудника Кумтор из эксплуатации, разработанным компанией «Lorax Environmental» [30], по поводу загрязнения поверхностных вод сульфатами отмечается следующее. Данные экологического мониторинга, собранные КОК с 1997 г., показывают устойчивый рост

концентрации сульфата, в воде вниз по течению от объектов рудника. Экологическое воздействие за счёт повышенных концентраций сульфатов может включать снижение численности популяции и разнообразия беспозвоночных, гибель рыб, потерю нерестового субстрата и сокращение численности и биоразнообразия в русле рек Кумтор-Тарагай. Результаты гидробиологических исследований и мониторинга разных лет, опубликованные в годовых отчётах КОК за 2007, 2011 гг., а также в многочисленных научных публикациях [20,32,33], при внимательном рассмотрении однозначно свидетельствуют о том, что промышленные стоки рудника отрицательно влияют на живые водные организмы.

Основными источниками поступления сульфатов в р. Кумтор являются отвалы, размещённые в долинах р. Лысый, р. Чон-Сарытор и р. Кичи-Сарытор, а также сезонный сброс из очистных сооружений хвостохранилища (ОСПС). Таким образом, сульфаты, являясь продуктом окисления сульфидов железа, присутствуют в стоках из карьеров, отвалов пустой породы и в воде, являющейся производной промстоков. В отчёте Государственной комиссии [12], а также отчёте компании АМЕС, выполнявшей экологический и технический аудит рудника Кумтор в 2013-2014 гг., указано, что концентрация сульфата в контрольной точке (W1.5.1) превышает предельно-допустимую концентрацию (ПДК) и кроме того отмечается тенденция увеличения ежегодных средних величин концентрации в контрольной точке по сравнению с качеством речной воды выше рудника [34]. Во время тёплого периода года концентрация сульфатов в контрольной точке превышает ПДК из-за просачивания через отвалы пустой породы талой воды, сбрасываемой в р. Кумтор без предварительной очистки. На этом основании компания АМЕС настойчиво рекомендует разработку комплексного плана управления водными ресурсами, который должен предусматривать все способы снижения нагрузки от сульфатов, нитратов (аммиака) и усовершенствования станции водоочистки ОСПС.

В последние годы всё большее распространение получает мнение экологов о том, что система ограничений поступления загрязняющих веществ, основанная на данных о ПДК, не совершенна, она не даёт адекватной оценки состояния природных сред. Так, например, гигиенические нормативы «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования», принятые в Кыргызстане, разрабатывались для средней полосы России (Рязанской губернии), а затем во времена бывшего СССР распространялись на всю его территорию от Арктики до Среднеазиатских пустынь [20]. Ака-

демик В.В. Гончарук – руководитель Экологической комиссии по Чернобылю прямо сказал, что ПДК придумали для самообмана. Подавляющая часть этих нормативов (ПДК, ПДС, ПДВ и т.д.) совершенно не учитывают специфику высокогорья (наличие активных ледников, вечной мерзлоты, повышенной солнечной радиации, каскадный характер развития катастроф и стихийных бедствий в горах и т.п.), её повышенную уязвимость по отношению к техногенным воздействиям и изменениям климата. Следовательно, ПДК, используемые природоохранными ведомствами Кыргызстана, абсолютно не приемлемы для условий рудника Кумтор, расположенного в гляциально-нивальном поясе высокогорья.

Неопровержимым доказательством загрязнения поверхностной гидросферы промстоками из карьеров, отвалов и хвостохранилища является аккумуляция этих и других загрязнителей в донных отложениях р. Кумтор.

Загрязнение донных отложений. Донные (речные) отложения – это мелкие частицы, которые представляют собой взвесь в турбулентной воде, но оседают в более ламинарном (спокойном) потоке или в стоячей воде. В конечном итоге они оседают в пойме ниже по течению, например, на землях, используемых для выпаса скота и пастбищах, и могут там оказывать влияние на животных и растения. Отложения могут иметь отрицательное влияние на водную флору и фауну, так что знания о качестве речных отложений важно для оценки экологических последствий и рисков.

Донные отложения в р. Кумтор формируются в основном за счёт выноса твёрдых минеральных частиц из ручьёв Лысый, Чон Сарытор и Кичи-Сарытор, куда они попадают со стоками из-под отвалов пустых пород и из карьеров. В р. Кумтор даже в зимние месяцы количество твёрдых взвешенных частиц (ОВЧ) превышает 50 мг/л, а в тёплое время года оно варьирует в интервале от 100 до 600 мг/л.

Общеизвестно, что донные отложения рек служат депонирующей средой, накапливающей загрязняющие вещества. Их химические показатели в отличие от гидрохимических, характеризующих состояние водного потока преимущественно на момент опробования и зависящих от расхода водного потока (коэффициента разбавления), более устойчивы во времени и поэтому более надёжно и достоверно отражают загрязнение речной сети. Следует иметь в виду, что донные отложения (осадки) служат источником вторичного загрязнения речных вод, в частности при паводках, когда происходит турбулентное перемешивание воды и донных отложений и их дальнейшая миграция вниз по течению реки.

Результаты анализов донных отложений, выполненных в 2012 году Словенской лабораторией [12,35], свидетельствуют о том, что по большинству из 45-и анализировавшихся элементов отмечается возрастание их концентрации или коэффициента Кс в контрольной точке по сравнению с истоком р. Кумтор [12,20,35]. Установлено, что концентрации различных элементов в донных отложениях, в том числе благородных и тяжёлых металлов возрастают в контрольной точке по сравнению с фоновым уровнем в истоках реки Кумтор для золота в 142 раза, вольфрама-6,5 раз, молибдена – 6,1 раз; кадмия- 4,7 раза; кобальта-4,3 раза, хрома-4,2 раза, мышьяка-в 4 раза, брома-3,5 раза, свинца, самария-3,4 раза, никеля-3,5 раза, неодима-3,2 раза, меди- 3,1 раза, сурьмы-2,8 раза, железа, тантала, цезия, церия-2,5 раза, марганца-2,1 раза, сурьмы, тория-2,8 раза, скандия-2,7 раз, урана-2,6 раза, цинка, кальция-2,3 раза, теллура-2,1 раза, серебра, ртути, селена, рубидия-1,5 раза [12,35].

Особенность миграции продуктов загрязнения в области многолетней (вечной) мерзлоты состоит в том, что она происходит главным образом боковым стоком. По этой причине загрязнения, имеющиеся в почве, отвалах со временем окажутся в русле р. Кумтор.

В общем, результаты мониторинга качества поверхностных вод и исследований донных отложений р. Кумтор, свидетельствуют о следующем:

- не подвергнувшиеся техногенному воздействию природные воды, выше основных объектов рудника «Кумтор» (оз. Петрова, рек Кумтор и Арабель) являются не загрязнёнными и почти не содержат растворённых минералов, за исключением мышьяка, источником которого, по-видимому, является арсенопирит (FeAsS) из зоны минерализации рудного тела;
- воды и стоки, сбрасываемые в р. Кумтор ниже хвостохранилища, с отвалов и карьеров рудника загрязнены сульфатами, аммонием, нитратами, железом, алюминием, медью, марганцем и тяжёлыми металлами. Концентрации некоторых веществ превосходят, пресловутые ПДК для водоёмов и водотоков культурно-бытового назначения. В поверхностных водах ниже объектов рудника отмечаются органические загрязнители от использования нефтепродуктов в качестве компонентов взрывчатых веществ;
- пространственно-временной анализ полученных химико-аналитических данных полученных в 1999 и 2012 гг. свидетельствует об устойчивой тенденции возрастания концентрации тяжёлых металлов в

донных отложениях ниже рудника и тем самым подтверждает наличие кумулятивного эффекта накопления загрязнений. Состав металлов, содержащихся в донных отложениях ниже рудника, соответствует основным элементам рудного тела, вскрытого при разработке Центрального и Юго-Западного карьеров.

В случае с рудником «Кумтор» загрязнение поверхностных вод происходит в настоящее время и будет усугубляться в будущем за счет таяния огромных объёмов (свыше 175 млн. м³) льда, оказавшегося под отвалами, внутри и поверх них, объём которых будет неуклонно нарастать. Очевидно, что талые ледниковые воды, а также атмосферные осадки и воды из карьеров, просачиваясь в поверхностную гидросферу через раздробленные, огромные по объёму массы горных пород в отвалах, неизбежно загрязняются всем спектром примесей и загрязнителей, характерных для руд Кумторского месторождения.

Пока эти загрязнения распространились вниз по руслу р. Кумтор на относительно небольшое расстояние от рудника. Однако, если не предпринять адекватные превентивные меры, оно со временем может принять характер медленно протекающей гидрогеохимической катастрофы и нанести необратимый экологический ущерб водным ресурсам в бассейне р. Нарын.

7.3. Экономические издержки геотехнических проблем

Ошибки проектирования основных производственных объектов и сооружений рудника Кумтор, недостатки и упущения в принятии технических решений по Центральному карьере и отвалам с учётом факторов риска, а также игнорирование особенностей уникальных природных условий месторождения (активных ледников, вечной мерзлоты, слабой устойчивости горных территорий в районе рудника Кумтор в условиях происходящего изменения климата) обусловили и без того высокий уровень капитальных затрат, лишив Кыргызстан дивидендов от прибыли. Перерасход финансовых средств из-за геотехнических и горнотехнических ошибок и просчётов только за период 2007-2012 превысил 540 млн. долларов США и включает:

- более 190 млн. долл. США, бесполезно израсходованных, начиная с 2007 г на проходку двух наклонных горных выработок общей протяжённостью 4737 м (себестоимость проходки одного погонного метра подземной выработки согласно, представленных КОК материалов составляет огромную величину - в среднем почти 36 тыс. долл. США). КОК в 2012 остановила подземные работы в связи с решением рас-

ширить границы и контуры Центрального карьера, которые включают значительную часть пройденных подземных выработок [26];

- значительные финансовые затраты в 78 млн. долл. США, израсходованные на перенос 150 млн. м³ отвальных пород, первоначально, отсыпанных на леднике Давыдова с юго-восточной стороны ЦК. Чрезмерная загрузка ледника Давыдова в этой части ЦК, во-первых, вызвала ползучесть отвалов и ледника в сторону ЦК и тем самым заблокировала безопасный доступ в зону богатого оруденения SB на неопределённый период.
- во-вторых, отсыпка пустых пород на леднике вызвала изменение его гидротермического режима с последовавшим усилением таяния глетчерного льда, что стало причиной непредвиденно большого водопритока в ЦК. Так, в летнее время наиболее глубокий участок Центрального карьера заполняется водой с общим расходом до 2 м³/с. По этой причине КОК, начиная с 2008 г. вынуждена осуществлять дорогостоящую программу осушения ЦК. Так, по данным КОК только в 2008-2011 гг. на водоотлив из карьера затрачено свыше 54 млн. долл. США, то есть в среднем свыше 13 млн. долл. США в год. Причём по мере расширения и выполаживания юго-восточного борта карьера водоприток постоянно возрастает и соответственно возрастают затраты на осушение карьеров.
- значительные затраты (около 80 млн. долл. США) на изъятие и транспортировку глетчерного льда верхних частей ледника Давыдова. Так, по непроверенным данным КОК в 2012 г. перемещено на отвалы 43 млн. тонн льда и в ближайшие годы планируется переместить ещё 94 млн. тонн льда. По существу в тёплое время гола около 2/3 парка большегрузных 200-тонных автосамосвалов «Caterpillar» задействованы на перевозке льда или другими словами «воздуха», что в конечном итоге отражается на повышении себестоимости золота
- из-за смещения и продолжающейся подвижки отвалов в Центральной части бассейна ледника Давыдова уничтожены здания и сооружения на нижней площадке рудника. К числу объектов рудника, которые подвергнулись разрушению, либо находятся под угрозой разрушения в ближайшей перспективе относятся: уникальные мастерские по сбору и ремонту крупногабаритной горной техники, в том числе автосамосвалов; главный склад рудника; административно-бытовой корпус (АБК); основная электрическая подстанция рудника и резервная дизель-

генераторная подстанция; мастерские по ремонту автотягачей; отдел геологоразведки; лагерь подрядных организаций; очистные сооружения хозяйственно-бытовых стоков; станция очистки воды и резервуары. На сегодняшний день только прямой экономический ущерб, включающий затраты на перенос объектов и сооружений инфраструктуры нижней площадки рудника по непроверенным сведениям КОК оцениваются суммой свыше 140 млн. долларов США. Затраты на перенос объектов будут в дальнейшем возрастать в связи с необходимостью переноса лагеря и объектов инфраструктуры рудника.

- обрушение в 2002 г. высокого и изначально крутого Северо-Восточного борта ЦК повлекло за собой значительное снижение производственных показателей на длительный период времени. Горные работы на рассматриваемом участке карьера были возобновлены лишь в конце 2005 г. Следующее крупномасштабное обрушение произошло 13 июля 2006 г. на этом же участке борта карьера, опять-таки выше штокверковой зоны, отработка которой была запланирована в 2006-2007 гг. По соображениям безопасности отработка этого участка была вновь отложена и золотоизвлекательная фабрика была вынуждена перерабатывать бедные руды, что также сказалось на итоговых производственных показателях 2006-2007 гг. Из-за проблем с обеспечением безопасности на северо-восточном борту Центрального карьера в настоящее время добыча руды из зоны штокверка отложена до 2015 г.
- деформации СЗ борта ЦК обусловили необходимость разгрузки свыше 17 млн. тонн горных пород в неустойчивой зоне, что также скажется на себестоимости добычи металла.

Отмеченный высокий уровень капитальных затрат свидетельствует о следующих недостатках и упущениях:

- 1) о слабой подготовке проектно-изыскательской документации по большинству основных объектов (карьеры, отвалы, хвостохранилище рудника)
- 2) о недостаточном учёте специфических особенностей месторождения, связанных с активными ледниками и оттаивающей вечной мерзлотой;
- 3) о корыстной политике менеджмента «Центерры», направленной на увеличение затрат любой ценой с целью минимизации дивидендов.

Следует также обратить внимание на выводы экологического аудита компании АМЕС [30], в которых говорится, что управление геотехнически-

ми рисками является сферой, где КОК необходимы улучшения, которые при адекватной реализации могут оказать положительное влияние на соответствие финансовому прогнозированию или иными словами позволит значительно снизить себестоимость добычи золота на руднике Кумтор. КОК и ранее часто подвергалось критике за большие расхождения между финансовым планированием и действительными затратами на Кумторе.

Таким образом, постоянно существующая в Кыргызстане неудовлетворённость экономической отдачей от реализации проекта «Кумторзолото» в последние годы усугубляется обеспокоенностью Парламента, Правительства и гражданского общества страны по поводу нарастающих экологических издержек и угроз, связанных с разработкой этого уникального по запасам, масштабам освоения и условиям эксплуатации месторождения. В первую очередь эта обеспокоенность и тревога вызваны разрушением ледников, загрязнением водных объектов и ресурсов в верховье р. Кумтор за счёт того, что местные воды вступают в контакт с отходами производственной деятельности рудника [12,20].

8. Риски опасных процессов гляциального и криогенного генезиса

С горными ледниками связан ряд крупнейших катастроф, подробно описанных в многочисленных научных изданиях. Достаточно вспомнить гибель десятков тысяч жителей горных долин в Перуанских Андах, у подножья массива Уаскаран (1962, 1970 гг.), опустошительные Геналдонские каменно-ледовые лавины в Кармадонском ущелье на Кавказе (2002 г.) паводки и сели по ледниковым рекам Иссык и Малая Алмаатинка в Заилийском Алатау, прорывы ледниковых подпруженных озер при быстрых подвижках ледника Медвежьего на Памире, катастрофический прорыв оз. Яшилькуль в Алайском хребте при переполнении его ледниковыми водами.

Анализ географического распространения такого рода событий и бедствий показывает, что гляциальные стихийно – разрушительные процессы случаются во всех крупных горно-ледниковых районах мира; более того, они являются закономерным явлением. Всё многообразие природных стихийно-разрушительных процессов, связанных с ледниками, разделяют на следующие виды: ледяные обвалы и лавины; катастрофические подвижки и пульсации ледников (сёрджи); прорывы ледниковых озёр; паводки и сели гляциального происхождения.

Из-за особенностей сложного горного рельефа на территории Кыргызстана при возникновении угроз гляциологического характера могут формироваться *синергетические*, или другими словами, многоступенчатые природные и природно-техногенные катастрофы [15]. Синергетический характер таких катастроф в горных районах выражается в том, что одно опасное природное явление (например, землетрясение и/или прорыв ледникового озера) вызывает целую цепь других опасных процессов и явлений (рис.50), распространяющихся на десятки и сотни километров от первичного источника катастрофы. Многостадийные геокатастрофы представляют собой комбинацию (сочетание) различных опасных процессов: начинаясь как сейсмогенный обвал ледника и/или прорыв высокогорного ледникового озера, они затем быстро трансформируются в высокоскоростной поток льда, снега, горных пород, а затем – в селевой поток. Именно такими событиями были Уаскаранские и Геналдонская ледниковые катастрофы. Очень часто вызванное природное явление не уступает, а в ряде случаев и превосходит по своей разрушительной силе инициирующее явление.



Рис. 50. Многоступенчатые опасные процессы в высокогорных районах

В связи с крупномасштабным освоением минеральных ресурсов в высокогорных ледниковых районах могут возникнуть так называемые опасные природно-техногенные процессы, связанные с интенсивным и крупномасштабным техногенным воздействием на окружающую среду гор, включая ледники (рис. 51). Под воздействием техногенного прессинга могут интенсифицироваться «обычные» гляциологические процессы и в последнее время появились новые. Среди новых опасных природно-техногенных процессов наибольшую угрозу в районе Кумтора представляют: деградация оледенения и многолетнемерзлых пород (вечной мерзлоты), криогенные склоновые процессы (рис.52).

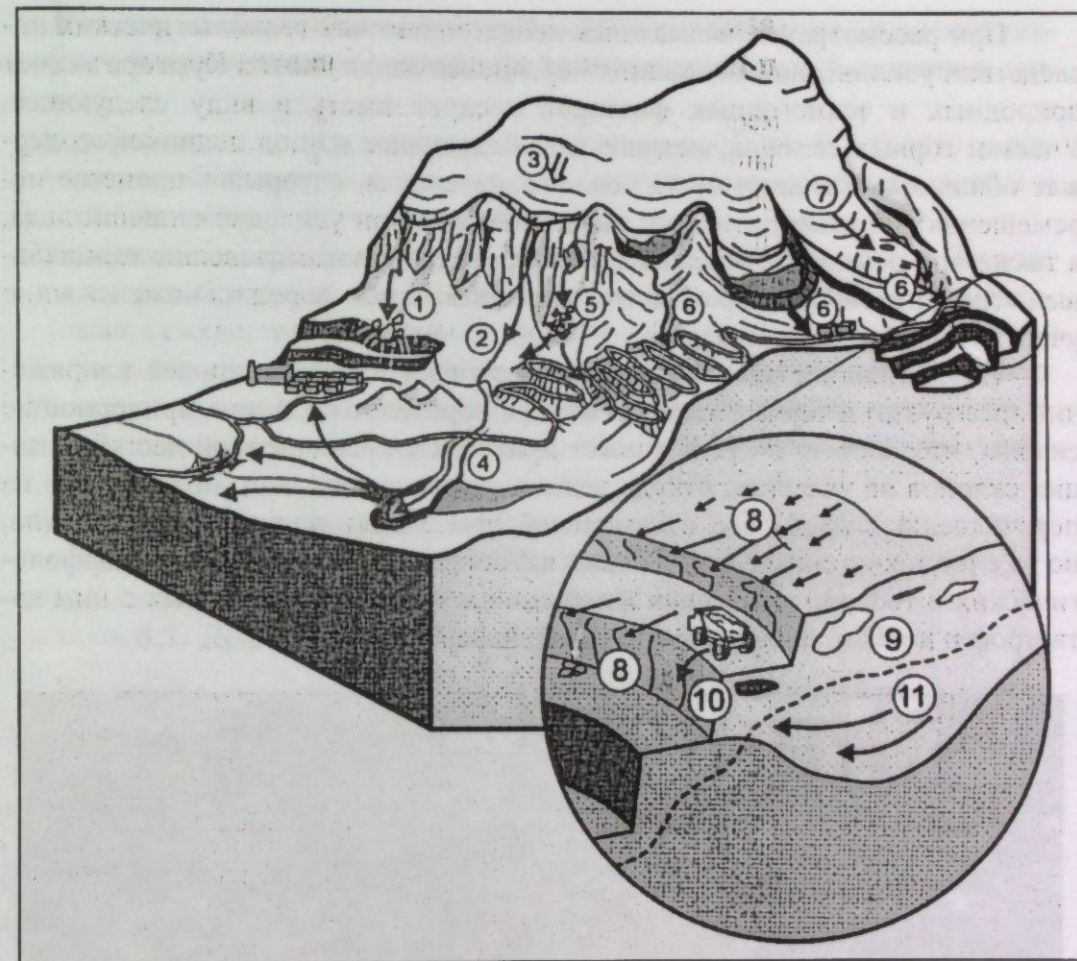


Рис. 51. Схематическая иллюстрация опасных гляциальных процессов, возникающих при добыче полезных ископаемых в горно-ледниковых районах. Цифрами в кружках показаны: 1-обвалы льда и скальных пород вблизи карьеров и обогатительных фабрик; 2-селевые потоки при вскрытии внутриледниковых полостей с водой; 3-обвалы льда и ледниковые лавины; 4-блокирование рек каменно-ледовыми массами; 5-обвалы скальных пород вдоль автодорог; 6-прорывы ледниковых озёр; 7-ускоренное смещение потревоженных ледников в карьеры; 8-подвижки и обрушение льда на уступах при разгрузке и удалении льда; 9-вскрытие внутриледниковых озёр и водоёмов; 10-аварийные ситуации при разработке и транспортировке льда тяжёлой техникой; 11-сильный водоприток талых вод в карьеры.

При рассмотрении возможных неблагоприятных геоэкологических последствий усиливающегося таяния перечисленных ледников Кумтора за счет природных и техногенных факторов следует иметь в виду следующее. Участки горных склонов, недавно освобожденные из-под ледников, содержат обширные площади нестабильного материала, который в процессе перемещения водными потоками, нарастающими при усиленном таянии льда, а также при осыпании, обвалах может привести к возникновению гляциальных селей, переносу осадков, в том числе отвальных пород на нижележащие участки и объекты рудника.

Стремительное таяние ледников вызывает изменение полей напряжений (разгрузка) и термического режима в породах, слагающих прилегающие склоны, что, в свою очередь, может привести к существенной дестабилизации склонов на участках, откуда ледник лишь недавно отступил. Многие из перечисленных процессов и изменений происходят в природе постепенно, но за счет техногенных воздействий возможно ускорение хода геоморфологических и геокриологических изменений и учащения, связанных с ним катастроф и неблагоприятных экологических ситуаций.

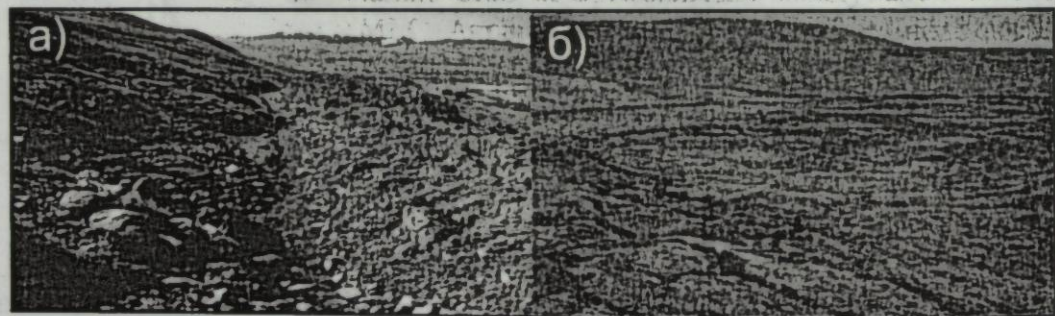


Рис. 52. Последствия изменения климата в зоне вечной мерзлоты проявляются в активизации криогенных процессов: а) солифлюкция на склоне и термоэрозия вдоль канавы; б) термокарст

За время строительства и эксплуатации рудника Кумтор, несмотря на все принимаемые КОК меры, отмечено появление и активизация ряда опасных гляциальных и криогенных процессов, которые в условиях происходящего потепления климата и возрастающего техногенного прессинга на ледники и вечную мерзлоту могут привести к катастрофическим экологическим последствиям, включая загрязнение поверхностных вод и донных отложений в бассейне р. Нарын [12-25].

К числу наиболее опасных природно-техногенных угроз и рисков гляциального и криогенного генезиса в районе рудника Кумтор относятся следующие:

- 1) деформации и неустойчивость удерживающей дамбы хвостохранилища ЗИФ, обусловленные техногенным оттаиванием мёрзлых грунтов в её основании;
- 2) нарастание вероятности прорыва моренно-ледникового озера Петрова, являющегося угрозой разрушения нижерасположенного хранилища циан-содержащих «хвостов», селевым потоком;
- 3) изменение режима ледников за счет складирования на них гигантских масс вскрышных, отвальных пород и глетчерного льда, чреватое возникновением «техногенных» селей, оползней и ледово-каменных глетчерных черев;
- 4) неоднократное оползание и обрушение (2002, 2006, 2008 гг.) оттаявшего северо-восточного борта Центрального карьера.

Основными факторами при определении рисков являются:

8.1. Деформация дамбы хвостохранилища ЗИФ

Кумторское хвостохранилище представляет собой уникальное гидротехническое сооружение, эксплуатирующееся в суровых условиях вечной мерзлоты, вблизи от активных ледников и прорывоопасного озера Петрова (рис. 53). В состав хвостового хозяйства рудника входят: ограждающая дамба с проектной высотой 49,5 м; бассейн для приёма пульпы (продукт после извлечения золота на ЗИФ), состоящей на 50% из воды и на 50% из мелкодисперсных песков (илов); система трубопроводов для транспортирования пульпы длиной около 6,5 км; очистные сооружения промышленных стоков (ОСПС); водоотводные каналы ВОК и НОК); пруд-отстойник Верхнего отводного канала; система геотехнического и температурного (криогенного) мониторинга.

Согласно, утверждённой проектно-сметной документации [47] общая проектная ёмкость хвостохранилища составляет 88 млн. м³ (по данным чертежей компании Килборн – 93,0 млн. м³) с окончательной высотной отметкой гребня удерживающей дамбы -3677,5 метров над уровнем моря. По состоянию на 31 декабря 2014 г. гребень дамбы отсыпан до отметки 3667,0 м, а в чаше хвостохранилища было накоплено 68,7 млн. м³ отходов, включающих 64,6 млн. м³ (103 млн. тонн) хвостов и 4,2 млн. м³ воды.

Как видно на рис. 53 плотина хвостохранилища состоит из пионерной дамбы, упорного клина и удерживающей бермы (призмы). Общая длина

дамбы по гребню составляет 3 км, ширина гребня 10 м, заложение откосов 3Н:1V, то есть на каждый метр по высоте приходится 3 м по горизонтали.

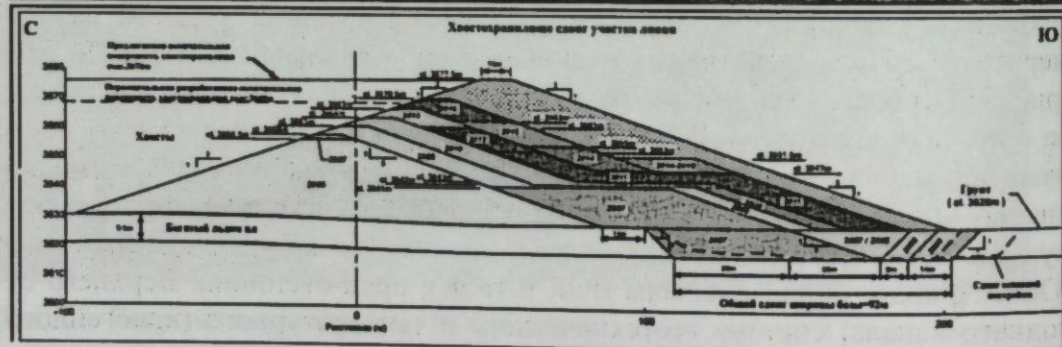


Рис. 53. Хвостохранилище рудника Кумтор: сверху-общая трёхмерная картина объектов хвостового хозяйства, располагающихся ниже прорывоопасного оз. Петрова; внизу- особенности конструкции ограждающей и удерживающей дамбы хвостохранилища

Дамба была возведена способом «вниз по течению», при котором наращивание дамбы по высоте производится со стороны нижнего бьефа (рис.53). Дамба хвостохранилища отсыпана аллювиальным гравийно-галечниковым

материалом, доставленным автотранспортом из карьера, расположенного на участке задрового поля ниже плотины оз. Петрова.

Для отвода вод р. Арабель в обход хвостохранилища проложены верхний отводной канал (ВОК) длиной 4 км и нагорная канава (НОК) для перехвата и отвода вод поверхностного (склонового) стока из зоны, лежащей ниже ВОК (рис. 53).

Площадку под хвостохранилище в процессе изысканий и проектирования детально не изучали и специально не готовили, поэтому в основании пионерной дамбы оказались высокольдистые ледниковые, озёрно-ледниковые, аллювиально-пролювиальные отложения толщи многолетнемерзлых пород (вечной мерзлоты) долины р. Арабель, осложнённые таликами меандрирующего русла этой реки. Эти многолетнемерзлые породы и грунты в основании пионерной дамбы характеризуются наличием слоёв мерзлого ила, суглинков с большим количеством подземного льда.

Для предотвращения или сведения к минимуму просачивания хвостовых вод через тело дамбы на её верхнем откосе и прилегающем к нему участке дна хвостохранилища уложена защитная плёнка из высокоплотного полиэтилена ($\Delta = 1,5$ мм) шириной 100 м с закреплением кромок пленки по периметру в траншеях глубиной до 2,5 м. Предполагалось, что мерзлые грунты в основании дамбы и бассейна хвостохранилища, а также противофильтрационная плёнка, уложенная на верхнем откосе дамбы и вглубь бассейна, будут сводить к минимуму просачивание. Однако из-за оттаивания грунтов в основании пионерной дамбы в апреле 1999 г., то есть через 2 года после начала наполнения хвостохранилища было зафиксировано смещение западного фланга дамбы в сторону нижнего бьефа с просачиванием фильтрационных вод с повышенным содержанием цианидов из чаши хвостохранилища в нижний бьеф.

Мониторинг смещений и деформаций показал, что за период 1999-2006 гг. горизонтальное 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 дамбы явилась глубинная ползучесть материала в основании дамбы, представляющего собой оттаявший до $-(0,5-0,3)^{\circ}\text{C}$ суглинок мощностью до 2 м, залегающий на глубинах от 4 до 6 м от естественной поверхности долины р. Арабель, по которому и происходит смещение западного участка дамбы [15,21, 22,26].

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 тёплой 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, экспертами и консультантами КОК был рекомендован ряд мероприятий 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 г в 3-х месячный срок (февраль – апрель) был 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 г. был сооружён клин шириной по дну до 38 м, глубиной 10-12 м (рис.53). В 2009 г. клин был расширен ещё на 40 м по дну, глубиной 10-12 м, а поверху клина обустроена упорная призма высотой 14 м по всей длине дамбы (рис.53). 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). После завершения работ по строительству клина была выполнена послойная отсыпка поверх клина упорной призмы [26, 47]. Одновременно с этими работами наращивалась информационная мощность и расширялась сеть комплексного (геодезического, инклинометрического, пьезометрического и температурного) мониторинга.

Результаты комплексного мониторинга регулярно оцениваются специалистами Института геомеханики и освоения недр НАН КР под руководством к.т.н. Б.А. Чукина. Согласно последнему отчёту этого института за первый квартал 2014 г. констатируется, что инклинометры, установленные в теле дамбы, указывают последовательное снижение скоростей смещения. В частности, утверждается, что скорость смещения снизилась почти до нуля в передней части клина [47].

Работы по сооружению расширенного и глубокого клина планируется завершить в 2016 г. Устойчивость дамбы по заверениям проектировщиков

будет обеспечена путём её поэтапного укрепления и наращивания до конечной отметки 3677,5 м, то есть максимальная проектная высота дамбы составит 49,5 м.

Окончательное заключение об эффективности принятого решения по стабилизации дамбы хвостохранилища ЗИФ можно будет дать через некоторое время, после завершения укрепительных работ и мониторинга состояния дамбы, поскольку остаются опасения, что принятые меры лишь снизили скорость смещения дамбы.

По сведениям КОК на укрепительные работы дамбы Кумторского хвостохранилища только за период с 2009 по 2012 гг. затрачено 2 020 796 801 сом или 42 995 676 долларов США [12]. Таким образом, только по состоянию на конец 2012 г. на сооружение и укрепление дамбы Кумторского хвостохранилища израсходовано свыше 47,2 млн. долларов и пока нет надёжных и достаточных гарантий, что смещения дамбы будут остановлены. В этой связи не исключено, что Кыргызстан ещё не раз столкнётся с проблемой обеспечения устойчивости хвостохранилища, особенно в постэксплуатационный период с учётом неизбежного прорыва оз. Петрова с возможными катастрофическими последствиями воздействия паводковой волны /селевого потока на хвостохранилище.

Абсолютно нежелательным результатом неустойчивости и продолжающегося смещения дамбы хвостохранилища рудника Кумтор могут быть два вида экологического ущерба.

Первый состоит в просачивании токсичных вод из хвостохранилища в подмерзлотные (грунтовые) и поверхностные воды нижнего бьефа. В октябре 2012 г. по заданию «Кыргызалтына» были проведены исследования качества проток, воды и донных отложений на объектах рудника Кумтор. Исследования выполнялись независимыми лабораториями из Словении и Германии. Экспресс-анализ качества воды, в частности, измерения электропроводности (ЭП) воды в р. Кумтор выше и ниже объектов рудника, во-первых, позволил установить, что ЭП незагрязнённой природной воды в истоке р. Кумтор составляет 80-100 мкСм/см. Это указывает на значительную разбавленность природных вод и небольшое содержание растворённых твердых веществ, не превышающее 50 мг/л. Во-вторых, измерения ЭП в р. Кумтор ниже объектов КОК, в контрольной точке, на расстоянии около 5 км от хвостохранилища показали значение 1060 мкСм/см. Это означает, что воды р. Кумтор ниже объектов рудника содержат в 10 и более раз большее количество растворённых химических веществ (минералов), чем природные

воды выше объектов и сооружений рудника. Электропроводность воды, просачивающейся из-под дамбы хвостохранилища (точка SK-13) составляла 1739 мкСм/см [12, 20], то есть она содержит в 20 раз большее количество загрязняющих веществ, чем чистая природная вода из оз. Петрова и является одним из источников загрязнения воды и донных отложений р. Кумтор. Примечательно, что начавшееся в апреле 1999 г. смещение дамбы Кумторского хвостохранилища первоначально было обнаружено Экологической службой КОК по большой концентрации цианидов в воде, просачивающейся под дамбой. Только после этого был организован инструментальный мониторинг смещения неустойчивой дамбы.

Второй и наиболее катастрофический вид ущерба может быть вызван прорывом (полным или частичным разрушением) ограждающей дамбы с выбросом токсичных цианид-содержащих хвостов вниз по течению р. Кумтор (Нарын). Термин «цианид» относится к многочисленным природным и синтетическим химическим соединениям, имеющим в своем составе группу химических элементов CN, т.е. атома углерода и атома азота. Цианид чаще других химических элементов используется в производстве золота при извлечении драгоценного металла из золотоносной руды, несмотря на то, что разливы и утечки цианида чрезвычайно токсичны для рыбы, растительных форм жизни и человека (Барскоон, 1998 г.). По сведениям КОК в конце 2010 г. средняя концентрация общих цианидов в пульпе, на выходе из ЗИФ составила 174 мг/л, из которых 115 мг/л составляли слабодиссоциируемые цианиды.

Представители горнодобывающих предприятий, часто утверждают, что, попав в воду, под воздействием солнечных лучей и кислорода цианид быстро превращается в безвредные вещества, такие, как углекислый газ и нитрат.

Действительно раствор цианида, в конце концов, распадается на безвредные вещества под воздействием солнечного света и кислорода при нейтральном уровне водородного показателя (*pH*). Однако, горнодобывающие компании замалчивают то, что распад цианида не произойдет, если цианид-содержащий раствор просочится в подземные (подмерзлотные) воды, если будет стоять пасмурная облачная или дождливая погода, какую можно часто наблюдать в горных регионах или, если будет зимняя холодная погода, какая держится на Кумторе, когда озера и реки покрыты льдом в условиях низких температур. Кроме того, если раствор цианида кислотный, то может образоваться крайне токсичный цианистый газ, если - щелочной, то распад цианида на вышеупомянутые вещества никогда не произойдет.

Геохимик Роберт Моран обнаружил цианид-содержащие донные отложения в районе кобальто-никелевой шахты на реке Миссури. Концентрации цианида составили несколько миллиграмм на килограмм от общего количества цианида, обнаруженного спустя 25 лет после прекращения горнодобывающих работ на этом предприятии.

Даже в идеальных условиях цианид распадается на безвредные вещества не в полном объеме. Многие из потенциально безвредных веществ, образующихся в процессе распада цианида, токсичны для подводных форм жизни, и могут сохраняться в окружающей среде в течение долгого периода времени. Среди токсичных веществ, образующихся при взаимодействии цианида с другими химическими элементами, следует назвать свободные цианиды, металл-цианид-содержащие соединения, цианид-содержащие органические соединения, циановые хлориды, цианаты, тиоцианат, хлорамины и аммиак.

Из перечисленных химических веществ цианид – одна из основных форм, которая чаще всего образуется вследствие его взаимодействия с элементами окружающей среды на территории золотодобывающих предприятий. Цианид может находиться в воде в течение долгого, но неопределенного, периода времени. Аммиак, как одно из соединений, образующихся при взаимодействии цианида с окружающей средой, считается не менее токсичным, чем сам цианид. Более того, данные некоторых исследований свидетельствуют о том, что наличие обоих элементов, аммиака и цианида, значительно усиливает их токсичность, что превышает токсичность этих веществ, взятых в отдельности. Тиоцианат, например, может вызвать у форели «синдром внезапной смерти», частично в результате ответной реакции на стресс, а также вследствие способности тиоцианата, в отличие от свободных цианидов, накапливаться в организме рыбы. Другие цианид-содержащие соединения, такие как, например, циановый хлорид, является более токсичным для рыб, чем свободные цианиды.

Существующие стандарты качества воды, установленные в Кыргызстане и других странах, допускают Предельно-допустимую концентрацию (ПДК) цианида в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования на уровне 0,035 мг/л. Однако пока отсутствуют критерии токсичности для других цианид-содержащих соединений, включая цианат, тиоцианат, циановый хлорид и металл-цианид-содержащие соединения.

Избиратели северо-западного штата Монтана (США) одобрили запрет на использование цианида в производстве золота, проголосовав 3 ноября на общих выборах 1998 г. Это решение жители штата приняли после нескольких лет борьбы с утечками токсичных веществ с местных горнодобывающих предприятий. К примеру, малые народности Ассинибуайн и Гро Вантр (Assiniboine и Gros Ventre) в течение нескольких лет боролись за свои права в суде с канадской золотодобывающей компанией Пегас (Pegasus), чтобы та провела очистительные мероприятия в резервации Fort Belknap по устранению цианид-содержащих отходов в Малых Скалистых горах штата Монтана. Хотя жители этой резервации выиграли судебный процесс в 1996 году, в следующем году канадская компания объявила себя банкротом, сняв с себя обязательства по проведению очистительных работ. В октябре 1999 года Верховный Суд штата Монтана призвал канадскую компанию к ответу; поскольку речь шла о нарушении конституции штата.

Из всего вышесказанного следует, что ни в коем случае нельзя допускать просачивания, а тем более аварийного выброса и рассеяния цианидов в бассейне рек Кумтор-Тарагай-Нарын при возможном разрушении неустойчивой дамбы Кумторского хвостохранилища. Суть заключается в том, что риск разрушения дамбы помимо геотехнических причин (деформации, подвижки) может быть связан с возможным разрушительным воздействием гидродинамической волны прорыва и/или селевого потока из мореноледникового озера Петрова, которое нависает над хвостохранилищем (рис. 18, 19, 54).

8.2. Риск прорыва ледникового озера Петрова

Озеро у конца ледника Петрова (рис. 54) привлекло к себе внимание в последнее десятилетие в связи со строительством и эксплуатацией объектов хвостового хозяйства этого рудника, включающих огромное по объему ($V_{\text{проект}} \approx 90$ млн. м^3) хвостохранилище (рис. 53), удерживающую дамбу, отводные каналы, очистные сооружения, пульпопровод и другие объекты инфраструктуры рудника, размещенные в верховьях р. Кумтор.

Из-за происходящего потепления климата и вызванного им отступления ледника Петрова происходит существенный рост размеров и объема озера (табл. 3, рис. 19), нарастает вероятность прорыва моренно-ледниковой плотины озера Петрова с угрожающими последствиями для нижерасположенных экологически опасных объектов рудника Кумтор. Естественная плотина озера состоит из мёрзлых моренных отложений с включениями валунов

скальных пород и погребённого льда. Присутствие в теле плотины постепенно тающего погребённого льда и интенсивное развитие термокарстовых и термопросадочных процессов определяют состояние и структуру плотины и обуславливают возможность прорыва оз. Петрова как поверхностным, так и подземным путём.

Поверхностный прорыв озера возможен за счёт пропиливания и углубления имеющегося в теле плотины прорана, через который из озера вытекает р. Кумтор, или при разрушении плотинной перемычки Голубого залива.

В 1998 г. был впервые смоделирован сценарий развития событий при поверхностном прорыве озера по существующему руслу р. Кумтор для случая с максимальным расходом прорывного паводка до $400 \text{ м}^3/\text{с}$ [3]. Оценка зоны поражения, в пределах прилегающей к оз. Петрова территории рудника, показала, прорывной поток будет паводковым и сосредоточится вдоль русла реки Кумтор. Расчет характеристик паводкового поражения при тогдашней геоморфологии участка показал, что прорывной поток не угрожает хвостохранилищу рудника Кумтор. В зону паводкового поражения попадают лишь автомобильный мост и акведук сбросного пульпопровода золотоизвлекательной фабрики (ЗИФ). Таким образом, в случае поверхностного прорыва оз. Петрова чрезвычайных катастрофических последствий воздействия волны прорыва на хвостохранилище не ожидается. Ситуация может измениться в будущем при наращивании объема селевых и терригенных отложений на конусе выноса ручьёв, стекающих с ледника Лысый, на котором сформировались оползающие отвалы пустых пород и льда (рис. 21, 35).

В настоящее время наиболее опасным сценарием представляется вариант внутриморенного (подземного) внезапного прорыва оз. Петрова с трансформацией гидродинамической волны прорыва в разрушительный селевой поток. В этом отношении наиболее уязвимым звеном моренной плотины является её самый узкий участок с западной стороны Голубого залива (рис. 54). Этот участок плотины, характеризующийся сильной неоднородностью, нарушенностью и таянием ледяного ядра, сопровождающегося процессами деформации, термопросадок, зарождением трасс фильтрации талой воды, уменьшением высоты и ширины гребня над урезом воды, в настоящее время является самым нестабильным и прорывоопасным звеном морено-ледникового вала, подпруживающего оз. Петрова [3, 21, 41].

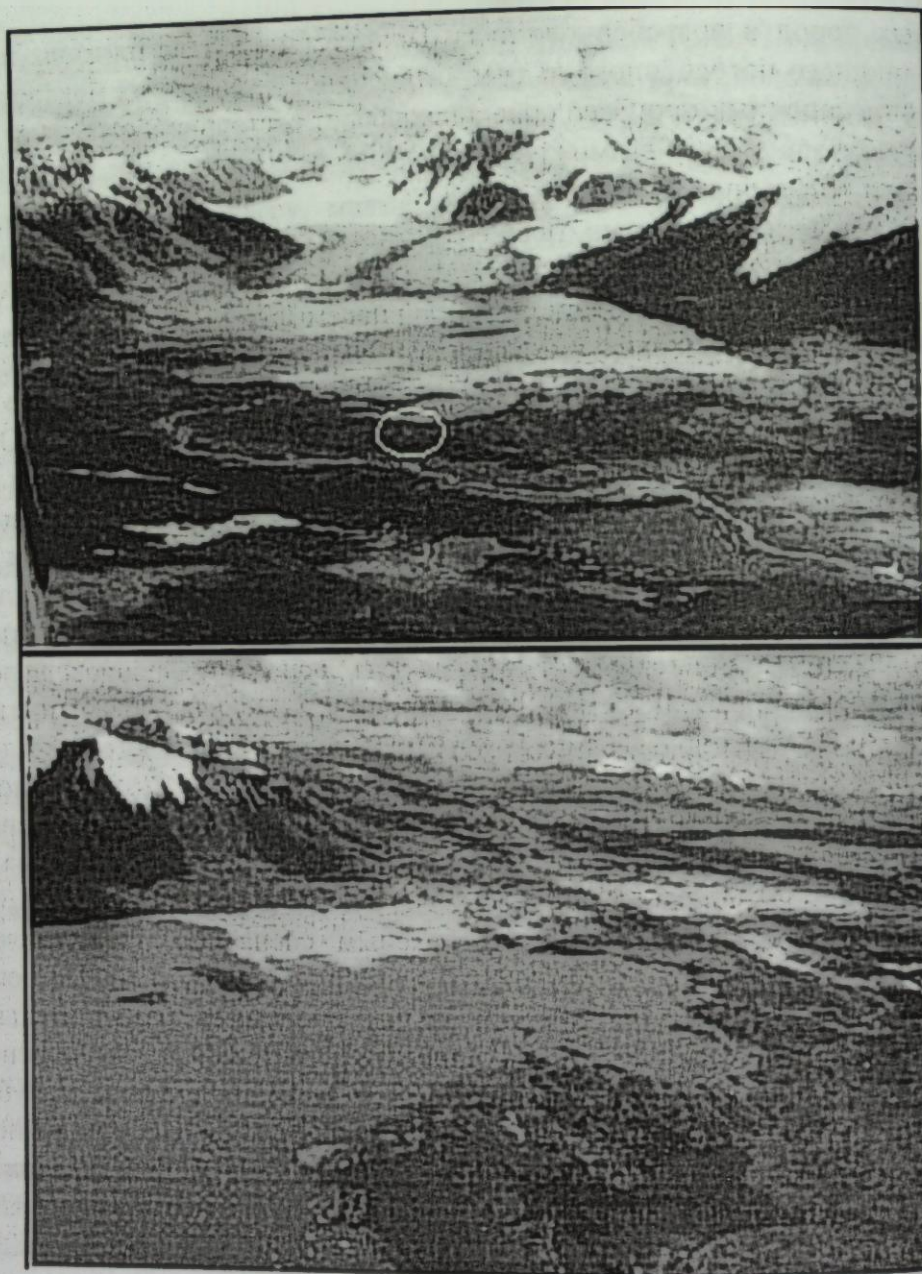


Рис. 54. Фотоснимки (август 2014 г.) ледника и прорывоопасного Петрова с вертолёта: на верхнем снимке показан наиболее прорывоопасный участок моренно-ледниковой плотины озера (овал) и река Кумтор, вытекающая из него; на нижнем снимке, кроме акватории озера, на заднем плане виден пруд и пляж нижерасположенного хвостохранилища.

Оценка вероятности прорыва озера Петрова и анализ возможных последствий выполнены с использованием алгоритма многофакторного анализа [3], в котором вероятность прорыва озера является функцией совокупности параметров устойчивости плотины и результата воздействия внешнего триггера или иными словами спускового механизма прорыва для наиболее опасного сценария - возникновения внутриморенного канала стока на узком участке Голубого залива и трансформации волны прорыва в селевой поток.

Таблица 3 . Основные морфометрические характеристики озера Петрова [3]

Показатель	Значение по годам	
	2006 г.	2009 г.
Максимальная высотная отметка уреза воды (м. н. у. моря)	3734,27	3733,76
Минимальная высотная отметка уреза воды (м. н. у. моря)	3732,65	3732,40
Сезонная амплитуда колебаний уровней озера (м)	1,62	1,36
Длина озера (м)	2680	2885
Ширина (м)	1880	1880
Длина береговой линии (м)	17030	17950
Площадь зеркала (км ²)	3,905	4,033
Объём воды (млн. м ³)	60,309	65,718
Средняя глубина (м)	15,4	16,3
Максимальная измеренная глубина (м)	24 (1996)	69,3
Количество атмосферных осадков за год (мм)	280	374
Максимальный расход воды в р. Кумтор - гидропост КОК(м ³ /с)	27,5	11,23
Годовой сток р. Кумтор (млн. м ³)	н.д.	55
Рассчитанный общий приток воды в озеро (млн. м ³)	н.д.	44,98
Объём воды, забираемый для нужд рудника Кумтор (млн. м ³)	5,7	6,0

На основе комплексных геофизических, гидрологических исследований и батиметрической съёмки ванны озера Петрова (2005-2009 г.г.) и с учётом возможных триггерных механизмов прорыва (сильное землетрясение,

экстремальные осадки, внезапный прорыв внутриледниковых вод из плотин ледника Петрова, откол крупных блоков ледника-айсбергов или одновременное сочетание этих событий), вероятность самопроизвольного разрушения моренно-ледниковой плотины оз. Петрова можно оценить пока (на начало 2012 г.) как среднюю [3,21,41]. Однако, следует иметь в виду стремительное нарастание вероятности прорыва, вызванное постоянным ростом объёма воды в озере, происходящим одновременно с термокарстовыми просядками, активной деградацией погребённого льда в теле плотины, инфильтрацией и сокращением ширины плотинной перемычки на участке Голубого залива. Всё это способствует возможности прорыва оз. Петрова в недалёком будущем.

Прорывы ледниковых озёр – одно из наиболее катастрофических стихийных бедствий в высокогорных районах, так как они могут вызвать разрушительные прорывные паводки и селевые потоки, которые распространяются на десятки километров вниз по руслу и долинам рек, уничтожают объекты экономики и инфраструктуры и уносят человеческие жизни. Как уже отмечалось, наиболее опасен прорыв озера по внутриморенному каналу стока (туннелю) на прорывоопасном участке плотины (рис. 55), который может сопровождаться трансформацией гидродинамической волны прорыва в разрушительный грязекаменный сель. Расчёты, выполненные по результатам батиметрической съёмки, показали, что максимальный прорывоопасный объём может достигнуть 39–40 млн. м³[41].

При внутриморенном прорыве плотины оз. Петрова высока вероятность, что прорывная волна с максимальным расходом около $Q_{max} = 3000$ м³/с (рис.55) вовлечёт в движение валуны и обломки скальных пород размером до 1 м в поперечнике, а также глыбы льда, мелкообломочные и флювиогляциальные отложения плотины оз. Петрова, т.е. начнёт формироваться селевой поток. На участке задрового поля этот сель обогатится галечниковыми и мелкозёмистыми отложениями, а при достижении потоком критического участка (рис.56) узкая горловина в большей части её сечения закупорится ледово-селевой массой, которая в дальнейшем перельётся через древний моренный вал, затопит чашу хвостохранилища водно-селевыми массами и размоет восточный участок удерживающей дамбы.

В случае разрушения селевым потоком восточного фланга дамбы не исключён выброс циан-содержащих отходов в бассейн рек Кумтор–Тарагай–Нарын, т.е. весьма вероятна трансформация гидродинамической волны прорыва в экологическую катастрофу регионального масштаба.

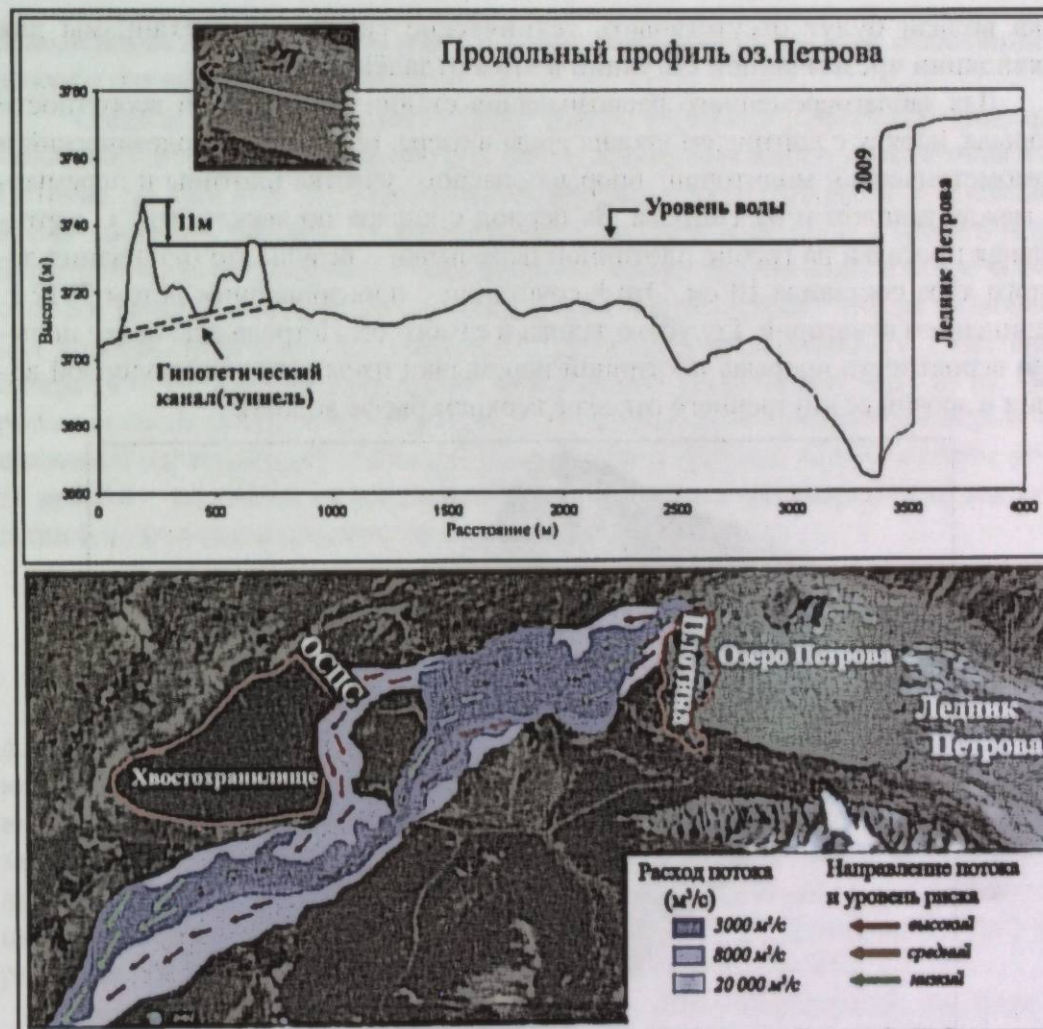


Рис. 55. Риск прорыва оз. Петрова: вверху-продольный профиль озера, Голубого залива и моренно-ледниковой плотины по состоянию на 2009 г. с указанием гипотетического внутриморенного канала стока; внизу – зона затопления при прорывных потоках с расходом от 3000 до 20 000 м³/с

Для Кыргызстана наиболее опасным вариантом представляется прорыв озера после завершения обработки месторождения и рекультивации хвостохранилища, т.е. тогда, когда объём хвостохранилища превышает 100 млн. м³. Указанный вариант прорыва особенно опасен тем, что после закрытия руд-

экстремальные осадки, внезапный прорыв внутриледниковых вод из плотностей ледника Петрова, откол крупных блоков ледника-айсбергов или одновременное сочетание этих событий), вероятность самопроизвольного разрушения моренно-ледниковой плотины оз. Петрова можно оценить пока (на начало 2012 г.) как среднюю [3,21,41]. Однако, следует иметь в виду стремительное нарастание вероятности прорыва, вызванное постоянным ростом объёма воды в озере, происходящим одновременно с термокарстовыми просядками, активной деградацией погребённого льда в теле плотины, инфильтрацией и сокращением ширины плотинной перемычки на участке Голубого залива. Всё это способствует возможности прорыва оз. Петрова в недалёком будущем.

Прорывы ледниковых озёр – одно из наиболее катастрофических стихийных бедствий в высокогорных районах, так как они могут вызвать разрушительные прорывные паводки и селевые потоки, которые распространяются на десятки километров вниз по руслу и долинам рек, уничтожают объекты экономики и инфраструктуры и уносят человеческие жизни. Как уже отмечалось, наиболее опасен прорыв озера по внутриморенному каналу стока (туннелю) на прорывоопасном участке плотины (рис. 55), который может сопровождаться трансформацией гидродинамической волны прорыва в разрушительный грязекаменный сель. Расчёты, выполненные по результатам батиметрической съёмки, показали, что максимальный прорывоопасный объём может достигнуть 39–40 млн. м³[41].

При внутриморенном прорыве плотины оз. Петрова высока вероятность, что прорывная волна с максимальным расходом около $Q_{max} = 3000$ м³/с (рис.55) вовлечёт в движение валуны и обломки скальных пород размером до 1 м в поперечнике, а также глыбы льда, мелкообломочные и флювиогляциальные отложения плотины оз. Петрова, т.е. начнёт формироваться селевой поток. На участке задрового поля этот сель обогатится галечниковыми и мелкозёмистыми отложениями, а при достижении потоком критического участка (рис.56) узкая горловина в большей части её сечения закупорится ледово-селевой массой, которая в дальнейшем перельётся через древний моренный вал, затопит чашу хвостохранилища водно-селевыми массами и размоет восточный участок удерживающей дамбы.

В случае разрушения селевым потоком восточного фланга дамбы не исключён выброс циан-содержащих отходов в бассейн рек Кумтор–Тарагай–Нарын, т.е. весьма вероятно трансформация гидродинамической волны прорыва в экологическую катастрофу регионального масштаба.

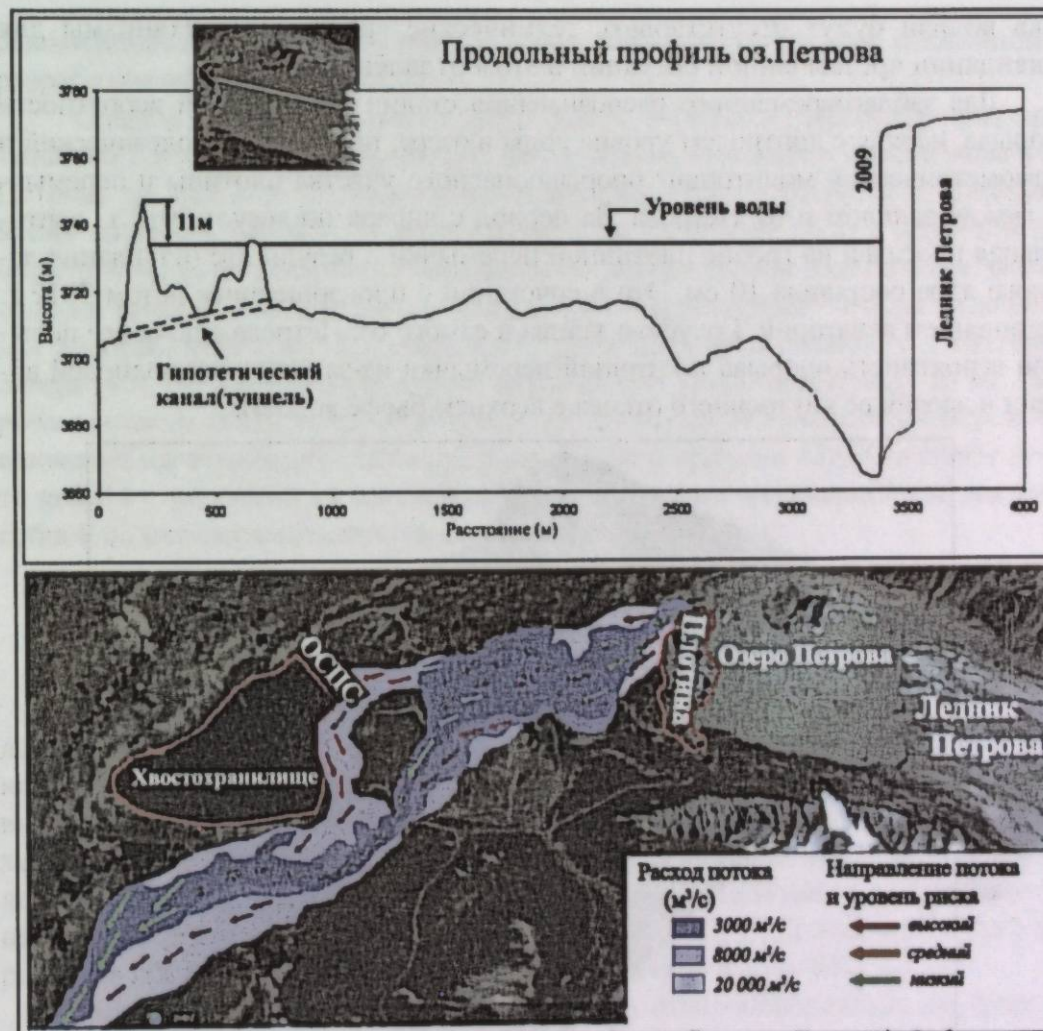


Рис. 55. Риск прорыва оз. Петрова: вверху-продольный профиль озера, Голубого залива и моренно-ледниковой плотины по состоянию на 2009 г. с указанием гипотетического внутриморенного канала стока; внизу – зона затопления при прорывных потоках с расходом от 3000 до 20 000 м³/с

Для Кыргызстана наиболее опасным вариантом представляется прорыв озера после завершения обработки месторождения и рекультивации хвостохранилища, т.е. тогда, когда объём хвостохранилища превысит 100 млн. м³. Указанный вариант прорыва особенно опасен тем, что после закрытия руд-

ника вблизи будут отсутствовать технические средства и механизмы для ликвидации чрезвычайной ситуации в этом отдалённом районе.

Для заблаговременного распознавания стадии повышенной вероятности прорыва, наряду с контролем уровня воды в озере, проводятся геодезический и термометрический мониторинг прорывоопасного участка плотины и перемычки между заливом и оз. Петрова. За период с января по август 2012 г. вертикальная просадка на гребне плотинной перемычки в результате оттаивания ледяного ядра составила 10 см. Это в сочетании с произошедшим летом 2012 г. соединением акваторий Голубого залива и самого оз. Петрова ещё более повысило вероятность прорыва плотинной перемычки из-за усиления волновой абразии и эрозии её внутреннего откоса в верхнем бьефе водоёма.

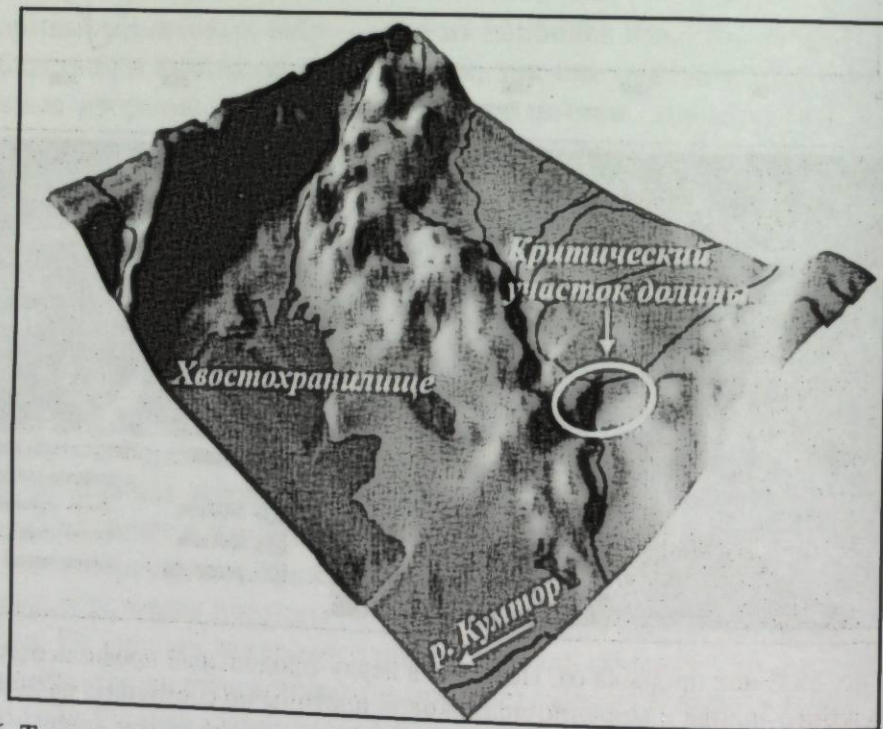


Рис. 56. Трехмерная модель рельефа долины реки Кумтор на участке движения прорывной волны с указанием критического участка – зоны закупорки [3]

В целях предотвращения или снижения риска прорыва оз. Петрова национальные [3,12] и международные эксперты [41] и консультанты (BGC) рекомендовали «Центерре» и КГК разработать и реализовать проект по управляемому снижению уровня воды в озере до безопасной отметки. Инженерно-консалтинговая компания АМЕС по результатам аудита в 2013 г.

рекомендовала «Центерре» нанять проектную компанию для изысканий и разработки подобного проекта.

Однако, несмотря на многолетние заверения КГК и разработку предварительного ТЭО, рекомендация по контролируемому снижению уровня воды в оз. Петрова до сих пор не выполнена. Представители «Центерры» в последнее время заявляют, что осуществляются меры по снижению воды в озере и недопущению прорыва плотины. Речь идёт о снижении уровня воды в озере за счёт откачки определённых объёмов воды на производственные нужды рудника и для водоснабжения жизнедеятельности персонала, проживающего в вахтовом лагере [45]. Несмотря на то, что КГК использует (откачивает) воду из оз. Петрова для своих нужд более 20 лет, АМЕС не считает это адекватной мерой для снижения нарастающего риска прорыва. По этой причине АМЕС в своём отчёте за 2014 г. рекомендует продолжить поиск опытной инженерной фирмы, способной подготовить проект снижения уровня оз. Петрова.

8.3. Техногенный оползень на отвалах в бассейне ледника Давыдова

В настоящее время чрезвычайно серьёзную проблему для дальнейшей деятельности рудника Кумтор и окружающей среды представляет угрожающее по масштабам и скорости смещение ледово-каменной массы ледниковых и породных отвалов вниз по долине ручья Чон-Сарытор (рис. 57). Указанная ледово-каменная масса сформировалась в нижней части бассейна ледника Давыдова в результате совместного складирования льда и отвальных пород, которые были перенесены в 2011-2012 г. из юго-восточной периферии ЦК для обеспечения безопасного доступа к зоне SB.

По существу в результате неразумного отвалообразования на грандиозных отвалах, отсыпанных в бассейне ледника Давыдова, сформировался крупномасштабный «техногенный» оползень объёмом около 700 млн. м³, состоящий из смеси раздробленных отвальных пород и разрыхленного глетчерного льда (рис.57).

Язык техногенного оползня представляет собой передовую (фронтальную) часть движущейся каменно-ледовой массы, который как бульдозер сминает перед собой поверхностные слои почвы и рыхлых пород, и разрушает производственные и инфраструктурные объекты рудника, изначально расположенные на нижней площадке (рис.46). Согласно данным мониторинга за период 2012-2015 гг. язык ледника техногенного оползня продвинулся вниз по долине на 1.0 км, далеко за границы конечной морены ледника Давыдова.

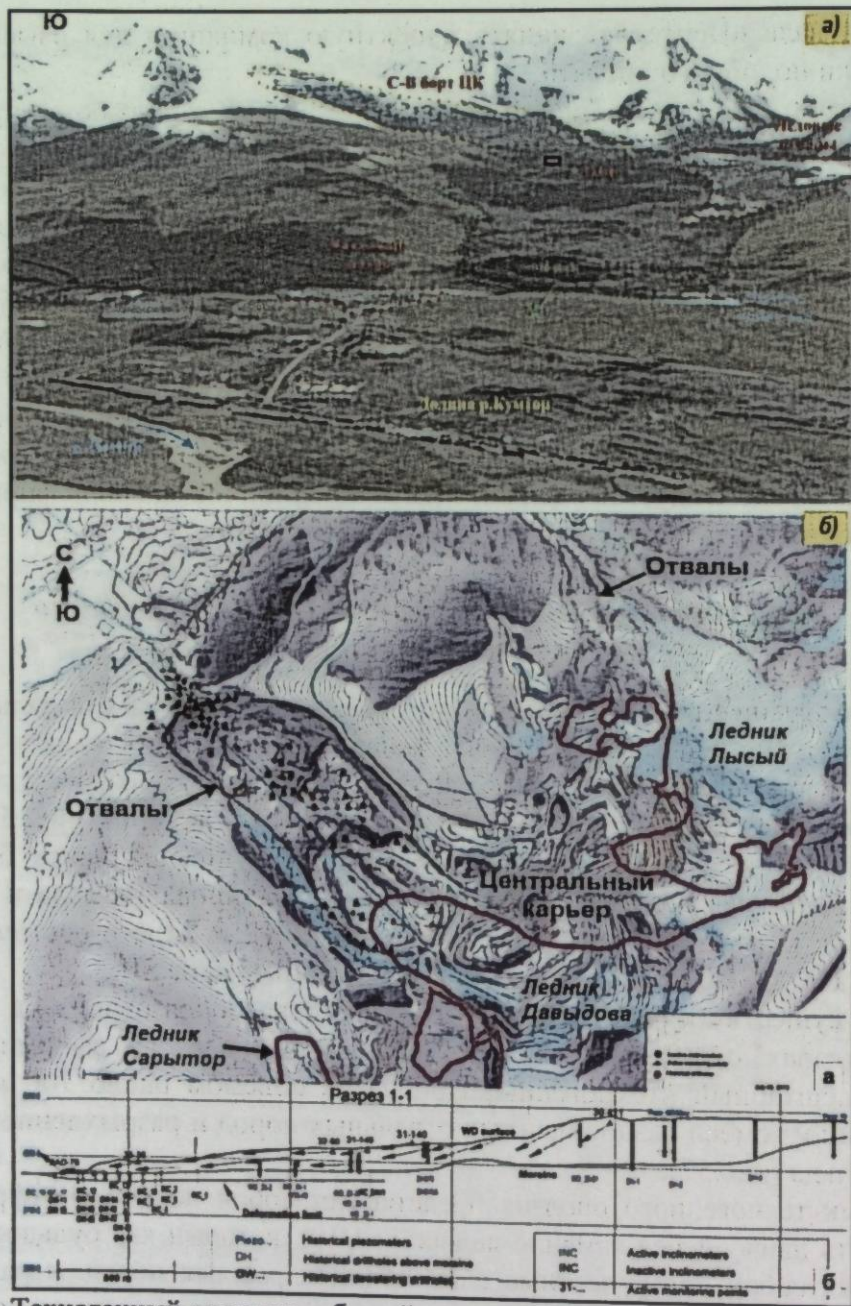


Рис. 57. Техногенный оползень в бассейне ледника Давыдова: а) панорама оползающих ледово-каменных отвалов; б) план и разрез отвалов по состоянию на конец 2013 г. Красной жирной линией показаны контуры ледников Лысый, Давыдова и Сары-Тор до начала разработки месторождения [23].

По всем признакам движение отвалов, впервые зафиксированное в 2010 г., осуществляется в виде утлогообразного смещения, при котором оползающая масса отвалов как бульдозер сдвигает перед собой, находящиеся перед ним рыхлые моренные отложения долины ледника Давыдова и формирует четкий вал напора [23,25].

По сведениям, предоставленным геотехнической службой КОК [26], ледово-каменная масса отвалов, сформированная в долине ледника Давыдова, движется по наклонной поверхности ($12-16^\circ$) высокольдистых многолетнемерзлых пород, залегающих под слоем моренных отложений (рис. 57). Это утверждение о характере и морфологии поверхности скольжения базируется на результатах разведочного бурения, которое показало, что на глубине 30-40 м от поверхности самого нижнего отвала были обнаружены пласты и линзы льда. Величина сцепления моренного материала на глубинах от 19 до 33 м нарастала от 85.0 до 105.0 кПа, угол внутреннего трения - от 40° до 42° , число пластичности уменьшалось от 11.0 до 8.4.

Описанный механизм смещения каменно-ледовой массы отвалов по наклонной высокольдистой кровле многолетнемерзлых пород, то есть за счёт криогенных факторов представляется наиболее вероятным (правдоподобным). К числу прочих факторов, способствовавших смещению моренных отложений под нагрузкой мощных отвалов относится, во-первых, наличие в моренных отложениях надмерзлотных подземных вод и таликов, связанных с подрусовым стоком р. Чон-Сарытор. Во-вторых, ускорению смещения отвалов в 2013 г. (рис.58) при достижении критической нагрузки от грандиозного веса отвалов на подстилающие моренные отложения могло послужить наличие ригеля в подстилающих породах, который был обнаружен при радиолокационном зондировании ледника в 1986 г. (рис. 23). Вполне возможно, что подвижка моренных отложений по этому ригелю при повышенном напряжении сдвига за счёт огромного веса отвалов горных пород и спровоцировала ускорение смещения весной 2013 г.

На рис. 58 представлен график скорости смещения средней части оползающей каменно-ледовой массы (отвал №32), построенный по результатам геодезического мониторинга отвалов за период с 1 января 2012 г. по декабрь 2015 гг. Как видно на этом графике, отмечается увеличение скорости отвалов в тёплый период года, начиная с мая месяца. Отмеченная особенность в динамике движения техногенного оползня объясняется значительным обводнением средней и особенно нижней части движущейся каменно-ледовой массы талыми водами в тёплое время года [23-25].

С учётом рассмотренных факторов следует иметь в виду, что движение каменно-ледовых отвалов при экстремальных условиях (землетрясениях, аномальных осадках или их сочетании) может принять катастрофический характер в виде быстрого смещения громадных масс ледово-каменного материала и/или техногенных селей. Подобный сценарий развития гравитационного смещения каменно-ледовых отвалов в условиях происходящего потепления климата таит серьёзную угрозу для окружающей среды, так как отвальные породы, вынесенные селевыми потоками в русло р. Кумтор, могут стать источником систематического и долговременного загрязнения бассейна реки Нарын-Сырдарья.

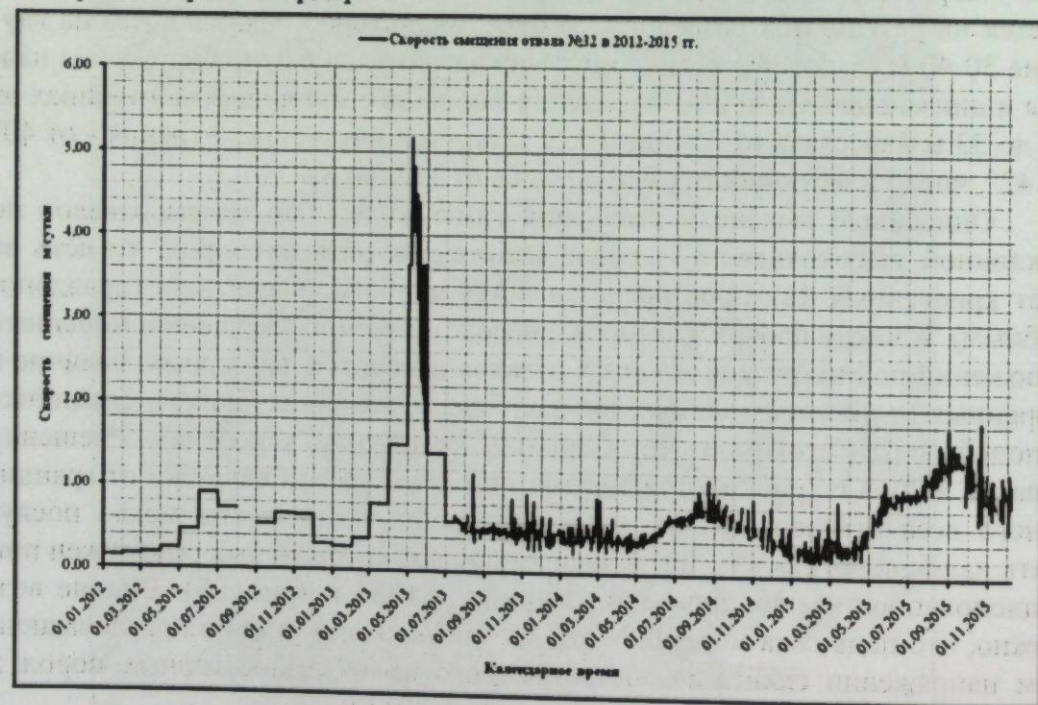


Рис. 58. График изменения скорости движения отвала № 32 за период 2012-2015 гг.

8.4. Риск возникновения опасных природно-техногенных процессов на отвалах в бассейнах ледников Лысый и Сары-Тор

На техногенных массивах типа отвалов, резко отличающихся от естественных массивов горных пород по сплошности, нарушенности, пористости и другим физико-механическим характеристикам в условиях сурового

климата могут развиваться так называемые «техногенные каменные глетчеры и сели». Например, в сходных с районом Кумтора условиях Хибин (Кировский рудник) наблюдается движение масс, состоящих из обломочных отвальных материалов с дресвяно-песчаным заполнителем, содержащих линзы обратившегося в лёд снега и талых вод. Подобные каменно-ледовые глетчеры зарождаются, как правило, на периферии отвалов и склонов. Иногда такие техногенные отложения движутся по склонам и откосам в виде оплывин, переходящих в грязекаменный селевой поток [21,22,25]

При возможном образовании техногенного селя на неустойчивых и оползающих отвалах ледника Лысый (рис.35), селевые массы отложатся на конусе выноса одноимённого ручья. Это приведёт к значительному уменьшению перепада высот между тальвегом долины р.Кумтор и гребнем древнего моренного вала, ограждающего хвостохранилище, что ещё сильнее повысит вероятность затопления хвостохранилища и вызовет неблагоприятные последствия при нарушении его целостности.

Техногенные каменные глетчеры и/или ледово-каменные оползни.

В холодный период года, который на руднике Кумтор длится почти 10 месяцев, в процессе отсыпки разрыхленный лёд перемешивается на отвалах с дроблёнными горными породами и иногда снегом, превращаясь в ледово-каменную массу. Эта ледово-каменная масса отвалов, размещённых в бассейнах ледников Лысый, Давыдова и Сары-Тор может при определённых условиях (перегруз, потепление, землетрясения и т.п.) сползть в долину р. Кумтор или её притоков (рис. 59). Следует отметить, что возможное оползание отвалов пустых пород рассматривалось в ТЭО при обосновании выбора места размещения хвостохранилища на конусе ручья Лысый. Эта площадка была отклонена именно из-за возможных оползней на отвалах пустых пород, которые могли бы стать причиной прорыва дамбы хвостохранилища и рассеяния хвостов в бассейне р. Нарын.

Пользуясь методом геологической аналогии можно отметить, что наиболее близким подобием промерзающих ледово-каменных отвалов являются природные каменные глетчеры присклонового типа, которые широко распространены и динамически активны в рассматриваемом регионе Тянь-Шаня [49]. Сходство литологических, геоморфологических и климатических условий залегания природных каменных глетчеров и ледово-каменных отвалов дает основание провести аналогию между ними и вос-

пользоваться известными моделями и примерами для прогноза поведения техногенных глетчеров.



Рис. 59. Оползневые явления на отвалах: а) оползень-оплывина на отвале в бассейне р. Кичи Сары-Тор, ниже Юго-Западного карьера, частично перекрывший русло этого ручья (фото 12 октября 2012 г); б) оползающая масса отвалов, движущаяся по долине р. Кичи Сарытор в долину р. Кумтор по состоянию на август 2014 г.

Совместные ледово-каменные отвалы со временем могут при наличии соответствующих геодинамических и климатических условий преобразоваться в динамически активные и опасные в экологическом отношении «техногенные каменные глетчеры». Движение каменных глетчеров при определенных условиях принимает катастрофический характер в виде быстрого смещения громадных масс ледово-каменного материала, оползней и селевых потоков, что может представлять серьезную угрозу для окружающей среды в районе рудника «Кумтор».

Техногенные селевые потоки на отвалах.

Очевидно, что после переполнения Центрального карьера тальми водами объём стоков, просачивающихся через отвалы пустой породы, будет весьма значительным. Так, в отчёте КОК по охране ОС за 2003 г., указано, что «Объём карьерного озера составит примерно 37 млн. м³, а перелив через его край начнётся при достижении уровня зеркала воды высотной отметки 3938 м. Как только озеро переполнится, начнётся отток воды из озера, объём которого составит от 185000 м³/год (при обычном сценарии) до 810000 м³/год (при самом неблагоприятном сценарии).

Неизбежный перелив воды из грандиозного по объёму Центрального карьера КОК может вызвать со временем не только систематическое загрязнение поверхностных вод счёт фильтрационными стоками с отвалов, но и размыв и обрушение оползающих отвалов с формированием «техногенных селей» в бассейне реки Кумтор, при которых отвальные породы будут транспортироваться непосредственно в русло этой реки, вызывая её загрязнение сульфатами, серной кислотой и тяжёлыми металлами.

Угроза возникновения гляциальных селей на объектах рудника Кумтор может быть обусловлена вскрытием и опорожнением внутриледниковых полостей и ледниковых мельниц (рис.60) постоянно заполненных водой.

Опасность техногенных селей на ледниках Лысый, Давыдова и Сарытор будет нарастать по мере увеличения объема складываемых в отвалы попеременно горных пород и льда [21,22]. Авария, произошедшая в марте 2011 г. на японской АЭС «Фукусима» в результате цунами, вызванного землетрясением, представляет собой наглядный пример того, что игнорирование возможных проявлений опасных природно-техногенных процессов, может обернуться слишком большими экономическими и экологическими издержками.

Таким образом, размещение большого количества отходов - пустой породы, хвостов и воды из карьерных водоёмов в верховьях р. Нарын, бросает вызов окружающей среде не только в районе рудника, но и в масштабах региона.

8.5. Массовые обрушения бортов Центрального карьера

К числу геотехнических проблем, серьёзно осложняющих планомерную добычу золота на высокогорном руднике Кумтор, относятся массовые гравитационные обрушения высокого и крутого борта в северо-восточной части Центрального карьера [24].

Первый оползень-обвал в карьере на участке СВ борта (зона NE_Wall_SA на рис 45) произошёл в августе 2001 г., причём в подробности этого первого обрушения борта карьера был посвящён очень узкий круг ведущих специалистов КОК. Поскольку этот обвал обошёлся без жертв, особого значения ему не придали.

Второе обрушение высокого и крутого северо-восточного борта объёмом свыше 2,7 млн. м³ или 7.6 млн. тонн горной массы (рис.61) произошло 8 июля 2002 г. в 14⁵³, примерно через 1.5 часа после очередного взрыва, проведённого на отметке 4010 м без контурного взрывания, что являлось нарушением проекта буро-взрывных работ (БВР).



Рис. 60. Опорожнённая ледниковая мельница, вскрытая при разгрузке ледника Лысый

В результате второго обвала погиб один человек, было уничтожено буровое оборудование общей стоимостью свыше 300 тыс. долларов и приостановлена добыча руды из-за того, что богатая золотом штокверковая зона оказалась временно недоступной. Обрушение борта повлекло за собой значительное снижение производственных показателей на длительный период времени. Горные работы на рассматриваемом участке карьера были возобновлены лишь в конце 2005 г.

Следующее крупномасштабное обрушение произошло 13 июля 2006 г. на этом же участке борта карьера (рис. 61), опять-таки выше штокверковой зоны, отработка которой была запланирована в 2006-2007 гг. По соображе-

ниям безопасности отработка этого участка была вновь отложена и ЗИФ была вынуждена перерабатывать бедные руды, что также сказалось на итоговых производственных показателях 2006-2007 гг.

После третьего по счёту обвала по заданию КОК, консалтинговая компания SRK Consulting провела геотехнические (бурение) и структурно-геологические исследования на участке обвалов с целью определения механизма обрушения и разработки мер по обеспечению устойчивости борта карьера [26]. При анализе обрушения было признано, что этот обвал был вызван повышением порового давления в массиве за счёт подтока талой воды ледника Лысый, места высачивания которой проявились вблизи вершинного оползневого уступа. Следует иметь в виду, что резкие перепады температур воздуха и грунта, характерные для условий Кумтора, сопровождаются фазовыми переходами воды в лёд и обратно.

Одной из причин обвалов и обрушений Северо-Восточного борта, по мнению SRK Consulting, стало оттаивание многолетнемёрзлых пород на самом высоком борту карьера и обводнение зоны тектонического нарушения талыми ледниковыми водами [24,26]. По нашему мнению, талые воды ледника в условиях суточного замерзания-оттаивания оказали расклинивающее воздействие на породы (филлиты) прибортовой зоны по разломам и трещинам. Как известно, при замерзании воды её объём увеличивается на 9.2%. По данным лабораторных исследований давление на стенки трещин в породе при замерзании воды может достигать 1×10^7 Па (10 МПа). Этого вполне достаточно для разрушения некоторых массивных горных пород месторождения, в частности, выветрелых филлитов. Кроме того следует отметить, что не случайно все три обрушения произошли в июле-августе месяцах, т.е. в период наибольшего оттаивания обнажённых пород борта карьера. В дополнение к этому в результате происходящего потепления климата, в частности повышения среднегодовой температуры воздуха, повысилась температура горных пород в прибортовой части массива северо-восточного борта карьера, что, скорее всего, привело к разобщению слоя сезонного промерзания-оттаивания с многолетнемёрзлой толщей пород в глубине массива филлитов. Указанный фактор имеет особое значение для северо-восточного борта в связи с тем, что он обнажился в результате горных работ гораздо раньше других участков борта карьера. По-видимому, стимулирующую роль в обрушении борта сыграли также сезонные деформации прибортовой части откоса за счёт многократного промерзания-оттаивания раздробленных филлитов зоны тектонического нарушения, включая расклинивающее действие талой воды по разломам.

Из-за проблем с обеспечением безопасности на северо-восточном борту Центрального карьера в настоящее время добыча руды из зоны штокверка отложена до 2016 г. По результатам геотехнических исследований был пересмотрен первоначальный проект ЦК. В целях повышения устойчивости было произведено выполаживание угла наклона бортов на обвалоопасных участках с первоначальных 36° до 30° .

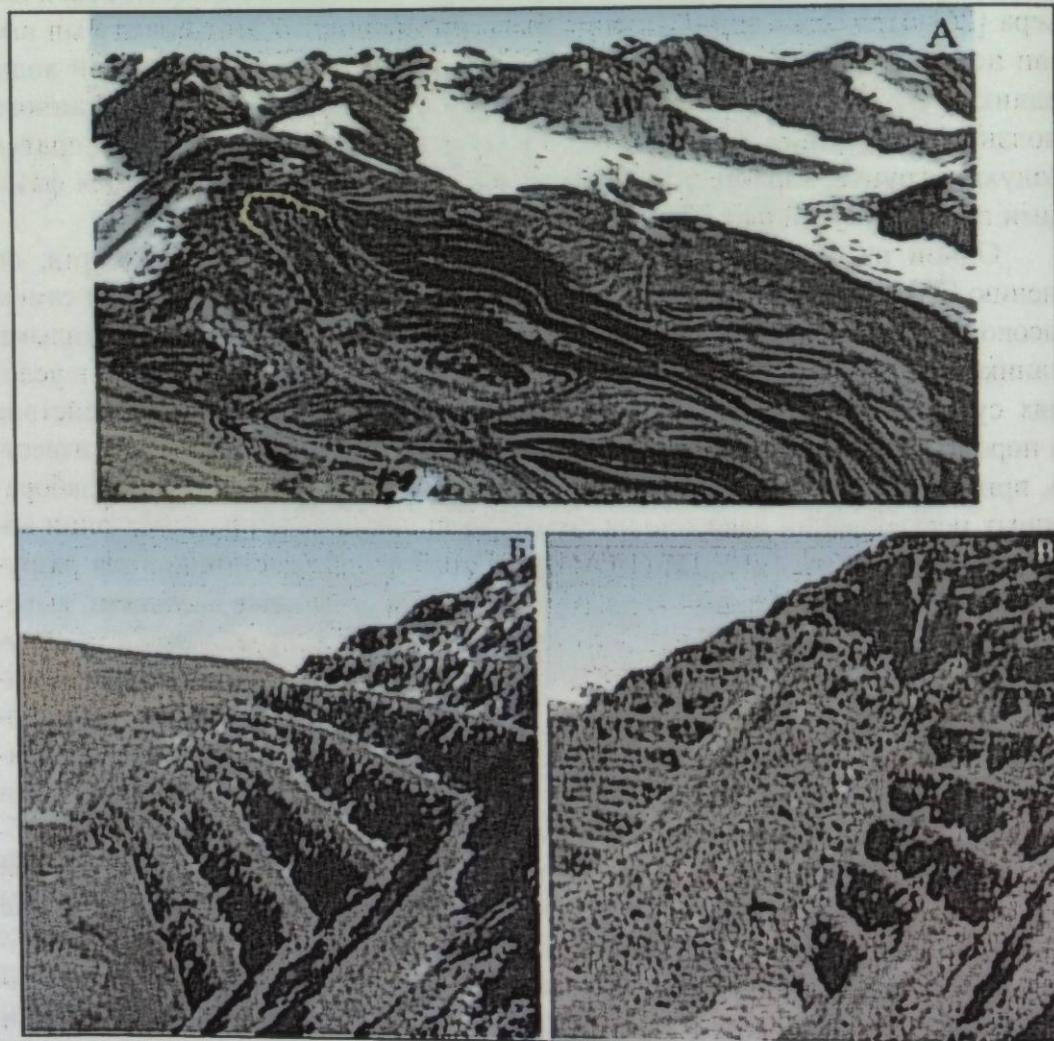


Рис. 61. Неустойчивый Северо-Восточный борт Центрального карьера КОК: А-общий вид ЦК после оползня 8 июля 2002 г.; Б,В - фото участка до и после обрушения 8 июля 2002 г.[24].

8.6. Риск ледяных обвалов

В рассматриваемом районе распространены ледники, приуроченные к верхнему ярусу оледенения, крутым склонам и вершинам гор, в том числе так называемые висячие ледники. Естественное состояние ледника Давыдова, его природный режим были нарушены, во-первых, за счёт складирования на нём гигантского количества отвальных пород. Во-вторых, за счёт подсекающей выемки и удаления льда и горных пород в контурах Центрального карьера, особенно в его юго-западной части. По этим причинам в настоящее время возникла опасность обрушения верхних ледяных частей из юго-восточной и южной областей питания ледника Давыдова (рис. 62), мощность которых по данным радиолокационного зондирования в 2012 г. достигала 170 м. При таком возможном обрушении от края подработанных ледников могут отколоться большие глыбы. Опасность обрушения особенно велика в тёплый период года.

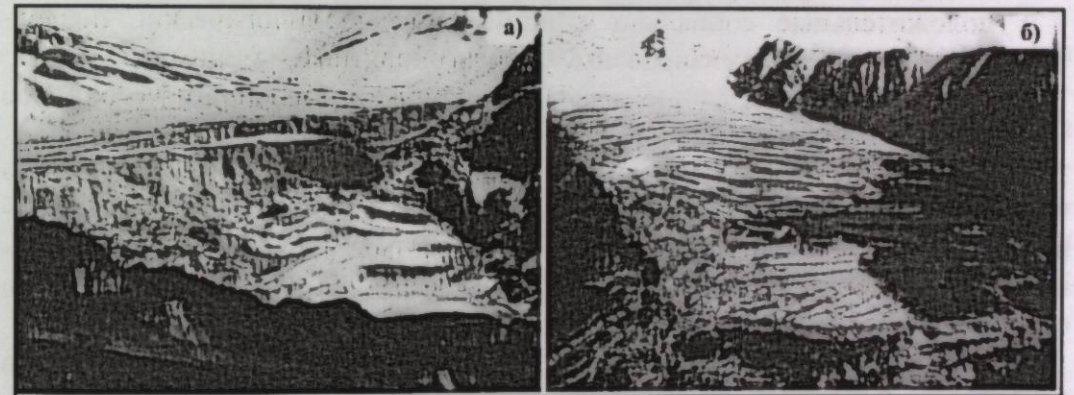


Рис.62. Обвалоопасные участки ледника Давыдова, нависающие над Центральным карьером рудника Кумтор: а) ледопад на юго-восточном рукаве, б) южный рукав ледника, наползающий на упорную призму

После завершения эксплуатации рудника верхняя часть южной ветви ледника Давыдова со временем может вызвать формирование между упорно призмой и склоновым висячим ледником «техногенного глетчера», который будет смещаться в русло р. Кумтор. Верхняя подпруженная часть юго-восточной ветви ледника будет смещаться в виде ледопада по крутому борту в глубокий карьерный водоём, объём которого до начала перелива по расчётам составит около 37 млн. м³. Неизбежный перелив воды из озера ЦК (рис. 63), может вызвать со временем размыв и обрушение отвалов с формированием «техногенных оползней и селей» в притоках реки Кумтор [12], как это имеет место в настоящее время в долине р. Чон Сарытор.

9. Анализ Концептуального плана вывода рудника из эксплуатации и проблема управления водными ресурсами в постэксплуатационный период

В соответствии с общепринятой международной практикой закрытие предприятия и восстановление земель должны рассматриваться при планировании и проектировании горнодобывающих предприятий на максимально раннем этапе. Финансирование мероприятий по закрытию и после закрытия должно входить в анализ осуществимости проекта горнодобывающего предприятия. План закрытия предприятия и рекультивации земель, включая выделенное и устойчивое финансирование для его реализации, должен разрабатываться до начала производства. Он должен учитывать как экологические, так и социально-экономические факторы с гарантиями того, что:

- в будущем не пострадают здоровье и безопасность населения;
- положительные социально-экономические и экологические последствия будут максимизированы, а неблагоприятные – минимизированы;
- после закрытия предприятия будет возможно выгодное и устойчивое использование объекта населением, попавшим в зону его влияния.

В настоящее время у «Центерры» и КГК пока имеется лишь расплывчатая концепция рекультивации основных объектов [30] и абсолютно не ясно, почему полный план рекультивации не был востребован для рассмотрения, одобрения или отклонения до выдачи разрешения на начало работ по освоению Кумторского месторождения.

Во многих штатах США и Канады, включая Британскую Колумбию и территорию Юкона, схожие по природно-климатическим условиям с Кумтором, окончательное утверждение планов рекультивации требуется до выдачи разрешения на освоение месторождений. Более того, разработка, утверждение и реализация полного плана рекультивации должны представлять интерес и для международных финансовых институтов (ВБ, ЕБРД) для того, чтобы определить гарантии выполнения необходимых работ по закрытию рудника и рекультивации участка. Примечательно, что в Плане природоохранных мероприятий КГК (раздел 3.0) отмечала, что *«в течение года с начала производства КГК разработает детальный план рекультивации и реабилитации территории рудника и предоставит его копии кредиторам».*

Рассматриваемый Концептуальный план вывода рудника из эксплуатации (далее КПВРЭ) представляет собой программу вывода из эксплуатации существующих производственных объектов компании «Кумтор голд компа-

нии» (КГК), включая открытые карьеры, отвалы пустой породы, территорию хвостохранилища и водоочистные сооружения, золотоизвлекательную фабрику и соответствующую инфраструктуру рудника.

По заявлению руководства Центерры и КГК процесс вывода рудника из эксплуатации является поэтапным и предусматривал первоначальную разработку КПВРЭ, его регулярное (раз в 3 года) обновление и корректировку с учетом обновлённых экономических показателей, изменения условий на объекте и результатов многочисленных исследований и мониторинга. В соответствии с «Соглашением о новых условиях по проекту Кумтор от 24.04.1999 г. за два года до окончания срока эксплуатации рудника КГК обязана разработать окончательный, детальный, инженерный Проект вывода рудника из эксплуатации.

9.1. Концептуальный план вывода рудника из эксплуатации в редакции 2014 г

Концептуальный план вывода рудника из эксплуатации пересмотрен и обновлен в 2013 г., а сопутствующий отчет издан в начале 2014 г. [30]. Согласно последнему плану, работы в карьерах будут завершены в 2023 г., а переработка остатков руды – в 2026-м г. В 2013 и 2014 гг. КПВРЭ был представлен международному консультанту Правительства по техническим вопросам - компании АМЕС, привлеченной для участия в продолжающихся переговорах по реструктуризации доли ЗАО «Кыргызалтын» в компаниях «Центерра» и «Кумтор голд компани».

Основополагающими задачами плана являются:

- Максимальное соблюдение нормативных требований;
- Минимизация остаточного воздействия на окружающую среду;
- Обеспечение геотехнической стабильности объектов рудника;
- Обеспечение охраны здоровья населения и безопасности;
- Возврат земель в пользование на подходящие нужды после закрытия рудника.

Наиболее значимые изменения в версии КПВРЭ-2014 включают в себя прогнозы по качеству воды в Центральном карьере (глава 4), вопросы использования детальной геотехнической модели, а также пересмотренные подходы к обращению с отходами и рекультивации. При этом учитывается, что отвалы пустых пород, вероятно, будут вести себя динамично в период производственной деятельности на руднике (глава 6). Кроме того, обновленный КПВРЭ впервые рассматривает такие аспекты, как биоразнообразие

(глава 3) и социально-экономическое воздействие в постэксплуатационный период (глава 8).

По окончании горнорудных работ материалы и оборудование будут утилизированы и по возможности вывезены. Фундаменты сооружений по возможности будут засыпаны и выровнены. Территория рудника и лагеря будет выровнена и адаптирована под окружающий ландшафт. Предполагается, что карьеры наполнятся грунтовыми водами, стоками и талой водой и образуют подобие высокогорного озера (рис.63) Будут проводиться мониторинг и управление стоками воды с контролем их качества для того, чтобы быть уверенными в их безопасности.

Первоначальное землепользование было ограничено вследствие удаленности места расположения рудника. КПВРЭ предусматривает более разнообразное использование земли после закрытия предприятия, использование некоторой существующей инфраструктуры, в частности, технологической дороги и высоковольтных линий электропередачи. Все это будет поддерживать весь цикл работ, включая текущий мониторинг по охране окружающей среды, мониторинг диких животных, а также обслуживание Сарычат-Эрташского заповедника. Окончательный вариант использования этих земель должен быть обсужден и согласован с основными заинтересованными сторонами. С учетом всего этого КГК в 2013 г. начала снятие и складирование почвенно-растительного слоя на участках под отвалы, от предвскрышных работ и аллювиальных материалов, которых в конечном счете потребуется до 1 450 000 м³.

Также в 2013 г. КГК запустила на испытательных участках научную программу для разработки наилучших методик по рекультивации земли. Работа включает сбор местных растений и семян и их испытательный посев на различных участках с разными видами почв, с применением удобрений или без этого. Исследования проводятся Кыргызским национальным аграрным университетом имени Скрябина.

Рассматриваемый план закрытия (КПВРЭ-2014) основывается на имеющейся, на сегодняшний день информации об условиях на руднике, полученной в результате последних исследований и данных мониторинга. План также охватывает аспекты восстановительных работ с расчетными расходами на рекультивацию и вывод из эксплуатации производства на момент закрытия.

9.2. План рекультивации Кумторского хвостохранилища

Основные проблемы при выводе из эксплуатации объектов хвостового хозяйства рудника Кумтор будут связаны с:

- физической и геохимической стабильностью твердой фазы хвостов (потенциалом кислотообразования);
- долгосрочной устойчивостью удерживающей дамбы хвостохранилища;
- управлением водными ресурсами в районе размещения хвостохранилища после закрытия рудника.

Полное закрытие объектов хвостового хозяйства предполагает объединение различных стратегий по выводу и мероприятий, включающих в первую очередь покрытие поверхности хвостохранилища, обеспечение долговременной устойчивости хвостохранилища и в первую очередь его удерживающей дамбы, адекватное управление водными ресурсами района в постликвидационный период и вывод из эксплуатации вспомогательных объектов, связанных с эксплуатацией хвостохранилища (например, ОСПС и пруды очистки, пруд-отстойник, система пульпопровода и свалка промышленных отходов).

Система покрытия хвостохранилища. По окончании эксплуатации месторождения, территория хвостохранилища будет покрыта инертным материалом мощностью до 0,5 м. На данной концептуальной стадии, предполагается, что материал покрытия должен быть с максимальной крупностью частиц до 5 мм. Данный материал будет получен из незначительного количества серы в пустой породе, которая будет складироваться в последние годы производственной деятельности рудника [30].

Перед тем, как покрыть территорию, избыточная вода, оставшаяся в пруду хвостохранилища после прекращения производственной деятельности, будет удалена, очищена и сброшена в окружающую среду, согласно производственным работам. Предполагается, что ОСПС должна будет работать два сезона, и будет очищать примерно 5 млн. м³, каждый год. Таким образом, около 10 млн. м³ сточных вод потребуют очистки перед сбросом в окружающую среду - реку Кумтор. Водоочистные сооружения будут выведены из эксплуатации только после того, как результаты мониторинга качества воды из прудов будут соответствовать экологическим нормативам природоохранного законодательства Кыргызстана.

После завершения размещения инертного покрытия, сверху будет размещен слой почвы/аллювиальных отложений мощностью в 0,2 м, который

послужит основанием питательной среды при revegetации. Так как этот материал необходимо доставить и укладывать, окончательное покрытие территории будет производиться в течение зимних месяцев, когда пляж хвостохранилища становится мерзлым и по нему возможно движение транспорта.

В свете изложенных выше геотехнических (смещение удерживающей дамбы), гидрологических (риск воздействия селевого потока при прорыве оз. Петрова,) проблем и рисков на хвостохранилище последнее решение КГК о покрытии хвостохранилища после его закрытия противозрозионным слоем мощностью всего в 0,5 м представляется в условиях происходящего изменения климата (повышения температуры, увеличения количества атмосферных осадков и экстремальных гидрометеорологических явлений) и сейсмических событий абсолютно не приемлемым с точки зрения обеспечения долговременной экологической безопасности хвостохранилища с огромной массой токсичных хвостов (134 млн. тонн к моменту закрытия рудника).

В современных международно признанных технологиях рекультивации хвостохранилищ, в частности при покрытии их поверхности, применяют так называемые геомембраны (геотекстиль), которые гарантируют долговременную противозрозионную защиту токсичных хвостов. Необходимость обустройства именно подобного покрытия Кумторского хвостохранилища обусловлена спецификой климатических условий района, происходящим потеплением климата с увеличением количества атмосферных осадков в рассматриваемом районе.

По-видимому, решение КОК о покрытии хвостохранилища всего лишь полуметровым грунтовым слоем, как и решение о складировании отвалов на ледниках, совместное складирование в отвалах льда и отвальных пород, отказ от оборотного водоснабжения продиктованы чисто сиюминутными экономическими соображениями менеджеров «Центерры».

Проблема управления водными ресурсами в период после закрытия рудника занимает важное место при разработке плана закрытия объектов хвостового хозяйства. Основными целями и компонентами в управлении водными ресурсами в районе размещения хвостохранилища КОК в период закрытия по мнению КОК являются:

- ограничение накопления воды на поверхности покрывающего слоя хвостохранилища;
- сведение к минимуму просачивания (инфильтрации) воды из хвостохранилища в долгосрочном аспекте;

- обустройство (строительство) водослива в западной части бассейна хвостохранилища;
- обеспечение целостности и устойчивости восточного крыла дамбы на случай катастрофического прорыва озера Петрова.

Решение самых главных задач рекультивации хвостового хозяйства, а именно, ограничения накопления воды на поверхности покрытого (рекультивированного) хвостохранилища и сведения к минимуму последующего за накоплением воды образования инфильтрата из хвостохранилища в долгосрочном периоде после закрытия рудника не представляло бы особой сложности, если бы не одна искусственно созданная КОК проблема. Суть в том, что по КПРВЭ предусматривается в постэксплуатационный период перенаправить р. Арабель в р. Кумтор по водосливному каналу, который предлагается проложить либо по западной периферии хвостохранилища (вариант №1), либо непосредственно по поверхности чаши рекультивированного хвостохранилища с севера на юг (вариант №2) или с запада на восток (вариант №3). По замыслу разработчиков КПРВЭ-2014 Верхний и Нижний отводные каналы хвостового хозяйства (рис.53) будут обслуживаться как можно дольше, хотя их обслуживание не предусматривается после закрытия рудника, то есть в конечном итоге эти водоотводные каналы не будут функционировать, как это имеет место в настоящее время. По этой причине, вода р. Арабель, вытекающая из неглубокого озера Джукучак будет направлена по водосбросному каналу, который будет проложен на теле хвостохранилища.

Как бы то не было, все три перечисленных варианта переброски реки Арабель в реку Кумтор по территории хвостохранилища представляются абсолютно не приемлемыми из-за мощного отепляющего воздействия вод р. Арабель на подстилающие сезонно-мёрзлые грунты и/или мелкодисперсные неконсолидированные (рыхлые) хвосты. Известно, что под влиянием отепляющего природного и/или техногенного воздействия в условиях вечной мерзлоты происходит коренное изменение теплового состояния грунтов и пород, а именно их многолетнее протаивание (оттаивание) с сильным изменением физико-механических и геотехнических (прочностных, деформационных, теплофизических, и фильтрационных) свойств, что может отрицательно сказаться на целостности и долговременной устойчивости техногенных объектов, особенно гидротехнических сооружений хвостового хозяйства, то есть в данном случае отводных каналов.

Следует отметить, что отепляющее воздействие воды в ВОК усугубляется тем, что р. Арабель берёт начало из мелководных озёр урочища Джукучак, рас-

положенных на абсолютной отметке 3766 м. Вода в этих озерах в летнее время прогревается за счет интенсивной солнечной радиации до 17-20 °С [15].

Эффект гидрогенного оттаивания приповерхностных сезонно-мёрзлых грунтов и хвостов, а также лежащих под ними многолетнемёрзлых пород (грунтов) вдоль трассы каналов может вызвать неравномерную осадку днища и деформации бортов водосливных каналов, чреватых весьма быстрой деградацией и разрушением их конструктивных элементов и последующим частичным или полным разрушением каналов и затоплением хвостохранилища.

По мнению КОК после закрытия рудника, поддержание долговременного функционирования каналов ВОК и НОК не представляется возможным. Однако, независимо от того, поддерживаются ли каналы после закрытия в работоспособном состоянии или нет, это не должно влиять на долговременную стабильность хвостохранилища. Исходя из имеющегося опыта эксплуатации ВОК и КОК [15], а также с учётом передовой практики, КГК не должна полагаться на отводные каналы для отвода поверхностных вод по территории хвостохранилища, но должна обеспечить контролируемый водосброс реки Арабель иным способом, например, её отведением в русло реки Кашкасуу (Тарагай), как это предусматривалось в ТЭО, либо в русло реки Сарычат, относящейся к бассейну р. Сары-Джаз.

9.3. План рекультивации отвалов

В настоящее время движущиеся отвалы пустых пород рудника Кумтор занимают часть водосборной территории водотоков Лысый, Чон-Сарытор и Кичи-Сарытор, которые впадают в реку Кумтор (рис.15). Согласно КПВРЭ-2014, после закрытия рудника площадь занимаемая отвалами значительно увеличится, во-первых, за счёт нарастания их объёмов, во-вторых, за счёт постепенного смещения отвалов на нижние гипсометрические уровни. Соответственно к моменту закрытия рудника изменится и конфигурация отвалов. В силу указанных причин внешние контуры (границы) достигнут долины р. Кумтор, причём отвалы в бассейнах рек Чон-Сарытор и Кичи-Сарытор сольются (рис.63).

КПВРЭ-2014 обращает особое внимание на мониторинг отвалов пустой породы, на оценку их физической стабильности, и уточнение прогнозов конечной конфигурации отвалов. Эти меры предполагают кроме прочего оценку того, когда их движение будет остановлено. При рекультивации предусматриваются работы по оконтуриванию отвалов, которые будут включать меры по уменьшению (выполаживанию) внешних откосов и слия-

нию отвалов с окружающим природным ландшафтом. Искусственная revegetация поверхности отвалов в КПВРЭ признана нецелесообразной из-за суровости климатических условий в районе рудника.

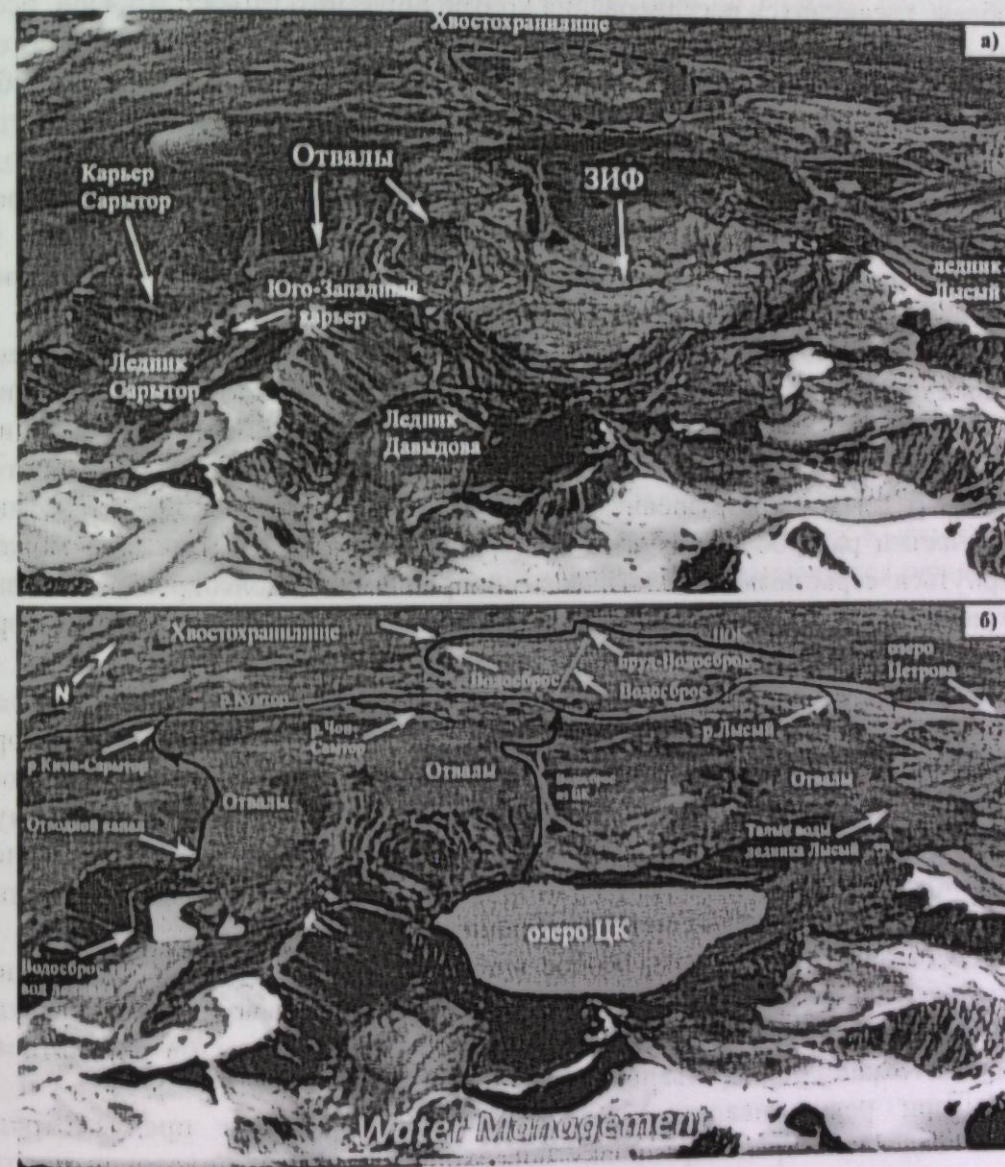


Рис. 63. Ситуация на руднике Кумтор: а) по состоянию на конец 2013 г.; б) после закрытия рудника и наполнения карьерных водоёмов.

В КПВРЭ-2014 предлагается регулирование вод, протекающих через отвалы для каждой из трех долин, где размещены отвалы пустых пород и глетчерного льда. В плане рекультивации отвалов, а именно при решении проблем, касающихся регулирования контролируемого стока с отвалов, особую озабоченность вызывают отводные каналы, которые предполагается проложить либо по телу каменно-ледовой массы отвалов (р. Лысый), либо по их периферии (рис.63). И в том и в другом случае из-за неустойчивости отвалов или склонов, отепляющего и размывающего действия текучих вод, также как и для отводного канала на хвостохранилище весьма высока вероятность деградации и разрушения конструктивных элементов каналов. В этой связи адекватное поддержание долговременного функционирования отводных каналов на отвалах может вылиться в серьёзную проблему.

Неизбежные просадки днища и деформации бортов каналов, проложенных на неустойчивых (движущихся) отвалах и/или склонах, в сочетании с их неизбежной усадкой во времени могут вызвать формирование глубоких термоэрозийных промоин с последующим сильным обводнением и постепенным размывом (разрушением) отвалов с транспортировкой мелкоземистых частиц раздробленных пустых пород в русло р. Кумтор. Это может обернуться серьёзными экологическими проблемами долговременного загрязнения поверхностных вод и донных отложений в бассейне рек Кумтор-Тарагай-Нарын, подробно рассмотренными выше [20].

Стоки с отвалов и карьерных водоёмов представляют собой наиболее серьёзную угрозу загрязнения поверхностных вод в бассейне рек Кумтор-Нарын и могут быть экологически вредными даже в сильно разбавленном виде, особенно если учитывать гигантские объёмы отвальных пород и кумулятивные эффекты долговременного (несколько десятков – сотни лет) их систематического сброса в реку Кумтор и аккумуляции в донных отложениях, в особенности тяжёлых металлов (свинец, цинк, ртуть).

В связи с изложенным, особое внимание в дальнейшем следует уделить тщательной проработке Концептуального плана вывода объектов рудника из эксплуатации и особенно, соответствующих проектов рекультивации хвостохранилища и отвалов. В частности, рекомендуется:

- при рекультивации хвостохранилища и отвалов предусмотреть надёжную транспортировку поверхностных вод и водотоков по отводным каналам с учётом предотвращения обводнения и размыва хвостохранилища и отвалов. Для обеспечения надёжной рекультивации хвостохранилища необходимо обеспечить пропуск ливневых, та-

лых и селевых потоков, а также р. Арабель без разрушения массива уложенных хвостов в долговременном аспекте;

- в постэксплуатационный период обеспечить строительство и эксплуатацию высокотехнологичного предприятия по очистке промстоков из карьеров и отвалов;
- при закрытии рудника предусмотреть рекультивацию отвалов с обустройством, многослойного покрытия в виде водонепроницаемого экрана, чтобы уменьшить поток воды через отвалы и тем самым предотвратить выщелачивание и возможность загрязнения поверхностных вод кислотными водами, стекающими с этих отвалов;
- в случае неустойчивости отвалов предусмотреть строительство защитных сооружений на участках отвалов, приближающихся к р. Кумтор для предотвращения их продвижения и блокирования русла реки.

Уполномоченным Государственным органам страны необходимо обеспечить надлежащую экспертизу всех новых проектов отвалообразования, планов горных работ и рекультивации объектов на руднике Кумтор и других аналогичных месторождениях в высокогорных районах Кыргызстана с привлечением ведущих учёных и специалистов, занимающихся решением проблем гляциологии, криологии, гидрологии, геоэкологии.

10. Рекомендации по экологически безопасному освоению недр в ледниковых районах

Стремление к экологически более осознанной эксплуатации минеральных ресурсов гор зависит от достижения баланса интересов между экономическими целями (получением прибыли) разработчиков недр с одной стороны, населения и государства с другой стороны, и интересами окружающей природной среды с третьей стороны. Если раньше решение о разработке недр вовлекало только две стороны – горнодобывающую промышленность и потребителя, в настоящее время должны учитываться и интересы третьей стороны – окружающей среды. В особенности это касается освоения недр в уязвимых горных регионах, от состояния которых зависит жизнедеятельность не только жителей гор, но и населения, проживающего в густонаселённых низовьях (долинах). Оптимальная деятельность по разработке полезных ископаемых должна осуществляться так, чтобы удовлетворять разумные потребности при минимальном ущербе для окружающей среды.

В современных условиях, когда разработка месторождений полезных ископаемых перемещается во все более высокогорные районы, игнорирование специфических особенностей уязвимых, слабоустойчивых горных районов, а также игнорирование предшествующего опыта и практики освоения минеральных ресурсов в Кыргызстане, небрежное отношение к окружающей среде высокогорья может привести к непоправимым экологическим последствиям.

Разработка недр в горно-ледниковых районах требует особой осторожности из-за хрупкой природы и ранимости высокогорных экосистем. На основе учета экологических последствий, существующего опыта деятельности «Кумтор оперейтинг компани» и других горнодобывающих компаний можно рекомендовать на будущее три основных подхода к ограничению неблагоприятного экологического воздействия на ледники и вечную мерзлоту при разработке месторождений полезных ископаемых.

Первый подход состоит в применении «зелёных» технологий добычи и извлечения полезных ископаемых, щадящих ледники и водные ресурсы гор.

Второй подход реализуется путём совершенствования и соблюдения природоохранного законодательства и законодательства в области недропользования. Речь идёт о разработке научно обоснованной системы экологического законодательства, нормативно-правовых актов, а также о формировании эффективного механизма его реализации.

Третий подход подразумевает улучшение административных структур и менеджмента, проявляющих большую заинтересованность в сохранении окружающей среды.

Ниже даётся более подробная интерпретация (расшифровка) этих подходов.

10.1. Щадящая или «зелёная» технология.

Классификация промышленных производств по степени экологической опасности для окружающей природной среды основывается на экологической оценке *землеёмкости, ресурсоёмкости и отходности*.

Землеёмкость представляет собой размер территории, занятой собственным предприятием (рудником) и зоной его влияния на ландшафт и окружающую среду. Выше отмечалось, что площадь, охваченная влиянием рудника Кумтор, без учёта технологической автодороги Барскоон–Кумтор и перевал-базы в г. Балыкчи составляет свыше 100 км².

Ресурсоёмкость оценивается как количество изымаемых природных ресурсов, необходимых для производства валовой продукции. К числу природных ресурсов, потребляемых при производстве золота на руднике Кумтор, в первую очередь относятся вода и лёд. На Кумторском руднике перерабатывается до 6 млн. тонн руды в год, что требует использования больших объёмов воды. Забор воды для производственных и хозяйственно-бытовых нужд рудника осуществляется из оз. Петрова в объёме порядка 6 млн. м³ в год. Ежегодно на золотоизвлекательной фабрике используется до 5,4 млн. м³ воды, которая в виде пульпы, содержащей цианиды, сбрасывается в хвостохранилище. Выше отмечалось, что общий объём ледникового льда, так или иначе подвергнувшегося техногенному воздействию на руднике Кумтор по состоянию на конец 2012 г. составлял 470 млн. м³, что в пересчёте на воду составляет 470 млрд. литров талой воды, которая при естественном таянии льда могла быть использована для питья, орошения, гидроэнергетики. По сведениям КОК из этих 470 млн. м³ ледникового льда свыше 140 млн. м³ подвергнулось прямому разрушению в процессах изъятия льда над карьерами, складирования на ледниках отвальных пород, повторного перемещения старых отвалов и формирования каменно-ледовых отвалов. Очевидно, что эти 170 млн. м³ разрушенного льда, перемешанного с пустыми породами в случае их дальнейшего таяния и неизбежного загрязнения талых вод (стоки с отвалов) без очистки совершенно не пригодны ни для питья, ни для орошения.

Отходность характеризуется как материальные потоки техногенных веществ, поступающие в окружающую природную среду (выбросы пыли в атмосферу, твёрдые отходы, сточные воды, мусор и т.п.).

Отходность, как правило, оценивают количеством выбрасываемых веществ на единицу полученной продукции. Например, отходность рудников при открытой разработке месторождений оценивается так называемым «коэффициентом вскрыши», который характеризует соотношение «руда-отходы». В последние годы коэффициент вскрыши на руднике Кумтор достиг рекордного во всём мире значения 1:34. Это означает, что на 1 тонну добытой руды приходится 34 тонны твёрдых отходов в виде пустых пород. Здесь уместно подчеркнуть, что согласно общепринятому подходу при повышении коэффициента вскрыши соотношения 1:17 рекомендуется подземная разработка месторождения.

Выше уже отмечалось, что рудник характеризуется непомерно большим количеством цианидов, используемых для извлечения золота и поступающих вместе с жидкими отходами в хвостохранилище. Для извлечения драгоценного металла в 1996-2011 гг. было израсходовано свыше 90 тыс. тонн цианистого натрия или в среднем 346 кг на один килограмм золота, что в два раза превышает аналогичный усреднённый показатель по всем золото-добывающим предприятиям Мира.

Для отбойки руды и породы на руднике Кумтор используется взрывчатое вещество (ВВ) – игданит, представляющее собой смесь нитрата аммония с дизельным топливом. По сведениям компании-оператора за 1996-2011 гг. при проведении взрывных работ использовано 280 тыс. тонн нитрата аммония (аммиачной селитры) или 1100 тонн ВВ на 1 тонну золота. Не случайно, сточные воды с отвалов и карьеров содержат повышенные концентрации нитрата аммония, а также нефтепродуктов за счёт солянки, добавляемой в скважины перед взрыванием [12].

С учётом землеёмкости, ресурсоёмкости и отходности Кумторский рудник характеризуется самой высокой степенью экологической опасности среди всех горно-добывающих предприятий не только Кыргызстана, но и всей Центральной Азии.

В этой связи стремление к более «зелёной» и более чистой технологии добычи и извлечения минеральных ресурсов должно преследовать следующие цели: сокращение количества отходов и химического загрязнения. С точки зрения сокращения количества отходов к числу предпочтительных технологий добычи руды в горно-ледниковых районах относятся либо тра-

диционный подземный способ, либо геотехнологический (скважинный) способ разработки месторождений.

Ясно одно, что использование в горно-ледниковых районах мира открытого способа разработки месторождений твёрдых полезных ископаемых, несмотря на его экономические преимущества (меньшие удельные затраты, большие объёмы добычи, более высокие темпы строительства и эксплуатации) по сравнению с подземным (шахтным) способом не приемлемо с точки зрения экологических последствий: большее количество твёрдых отходов, выше землеёмкость, интенсивное воздействие на гидросферу, атмосферу, почвенный покров, биосферу в целом.

Открытая разработка месторождения в гляциально-нивальных условиях высокогорья приводит к деструкции (нарушению структуры) высокогорного ландшафта. В частности, резко изменяется рельеф, разрушается почвенный слой, образуются огромные котлованы (карьеры). В связи с водопритокотом талых ледниковых вод они заполняются водой с образованием техногенных озёр. В образовавшихся карьерах интенсифицируются процессы окисления сульфидов, что может вызвать образование сернокислотных вод с выносом на ландшафт токсичных металлов и загрязнением почв. Особую опасность представляет вынос мышьяка и бериллия. В условиях криолитозоны в результате деградации мерзлоты происходит усиление процессов окисления сульфидов меди, свинца, цинка, серебра и вынос их на ландшафт и концентрирование на геохимических барьерах.

Возрастающая экологическая напряженность в горнодобывающих районах является сдерживающим фактором развития крупномасштабных открытых горных работ в ледниковых районах.

Стремление передовых горно-рудных компаний к использованию «зелёной» технологии переработки рудного сырья нашло своё воплощение в так называемых технологиях с «нулевыми выбросами» загрязняющих веществ. К числу подобных технологий в горнорудной промышленности относится технология извлечения полезных компонентов с использованием оборотного водоснабжения.

Как известно, сточные воды рудников и шахт - это самый большой по объёму фактор, постоянно влияющий на ухудшение качества окружающей среды. Поэтому сегодня перед горно-рудными предприятиями стоит задача использования новых технологий очистки воды и современного инновационного оборудования, позволяющего организовать оборотное водоснабжение и сделать реки, озера чистыми и пригодными для здоровой жизни. Ис-

пользование сточных вод рудников для получения технической воды позволяет значительно сократить потребность предприятий в свежей пресной воде и наиболее надежно и экономично решить задачу защиты водного бассейна от загрязнения.

В ТЭО, разработанном компанией «Килборн Инк.», изначально на руднике Кумтор предусматривалась система оборотного водоснабжения: «Компания Килборн подтверждает, что...большая часть производственной воды будет повторно выработана из хвостового хозяйства». Однако впоследствии под предлогом якобы низкого извлечения золота при использовании оборотной воды от неё отказались, поставив под угрозу долговременногокумулятивного загрязнения поверхностные воды в верховьях р. Нарын.

Известно, что экологическая опасность воздействия рудников на окружающую среду усиливается, если руды перерабатываются непосредственно в месте их добычи, так как в этом случае происходит поступление техногенных выбросов в ландшафты, сформировавшиеся в ореолах рассеивания рудных месторождений, в которых воды, почвы и растения и без того обогащённые тяжёлыми и редкими металлами, быстро достигают критических пределов (ПДК, ПДВ, ПДУ) для нормальной жизнедеятельности человека и биоты [15].

В этой связи в последние годы большинство рудных компаний мирового класса при разработке месторождений в уязвимых с экологической точки зрения районах стараются разнести в пространстве добычу и переработку руды. Выше приводился пример с рудником Granduc в Канаде, на котором медная неконцентрированная руда, добытая подземным способом в шахте, вначале транспортировалась по 17-и километровому подземному туннелю под ледниками к дробильно-сортировочному комплексу, расположенному вдали от ледников. Затем рудный концентрат транспортировался грузовыми самосвалами по автодороге длиной около 50 км через границу Канады-США в доки порта Стюарт, откуда он по морю доставлялся на перерабатывающую фабрику. Таким образом, во-первых, осуществлялась подземная добыча руды, которая практически не влияла на состояние окружающих ледников. Во-вторых, что не менее важно, были разнесены место добычи и место переработки руды. На золото-серебряном руднике Паскуа-Лама по требованию общественности и экологов Чили и Аргентины всемирно известная компания «Barrick Gold Corp» была вынуждена перенести золотоизвлекающую фабрику и хвостохранилище этого рудника подальше

от карьера и окружающих его небольших ледников. Для этого ей пришлось проложить туннель длиной 8 км в крепких скальных породах (рис. 9-11).

Если бы компании «Cameco» и «Centerra Gold Inc.» столь же ответственно подошли к выбору экологичного способа разработки Кумторского месторождения, выбору площадок для отвалов и хвостохранилища с учётом рекомендаций специалистов (гляциологов, мерзловедов, экологов), тогда бы Кыргызстан не столкнулся с множеством геоэкологических проблем, вызванных небрежным отношением канадцев к окружающей среде, в первую очередь ледникам. Более того, при разумном подходе не отвлекались бы значительные финансовые ресурсы на решение геотехнических проблем связанных с реакцией ледников и вечной мерзлоты на агрессивный техногенный прессинг золотодобытчиков (скупой платит дважды).

Пренебрежительное отношение «Центерры» к ледникам и вечной мерзлоте Кумтора, её упрямое нежелание учитывать хотя бы собственный двадцатилетний опыт, геотехнические ошибки и риски отработки месторождения, вызванные единственной целью скорейшего получения прибыли в совокупности с несовершенством законодательства о недрах и охраны природы, коррумпированностью высших эшелонов власти страны, обусловили весьма низкий коэффициент прибыли нашей стране, зависимой от добычи полезных ископаемых. Цена такой упущенной прибыли в большей мере легла на плечи населения Кыргызстана, нежели на акционеров «Центерры».

10.2. Законодательство в области охраны ледников и водных ресурсов

Вторым условием ограничения неблагоприятного воздействия горнодобывающей промышленности на окружающую среду в целом и на ледники в частности является разработка научно обоснованной системы экологического природоохранного законодательства и формирование эффективного механизма его реализации.

Не секрет, что бедные и развивающиеся страны с богатыми природными ресурсами имеют менее строгие экологические стандарты и не подготовлены к переговорам на оформление выгодного соглашения на разработку недр без серьёзных экологических издержек. Это утверждение находит своё наглядное подтверждение на примере проекта «Кумторзолото».

Разрушительные экологические воздействия, производимые при разработке минеральных ресурсов, были известны давно и воспринимались как неизбежное зло, творимое для удовлетворения возрастающего спроса на по-

лезные ископаемые. Однако на рубеже XX-XXI веков неразрывная связь между разработкой недр и неминуемым разрушением ландшафта и окружающей среды была отвергнута в развитых странах. Отчасти это выразилось в том, что в промышленно развитых странах были приняты специальные национальные законодательные природоохранные акты в области освоения недр с целью снижения ущерба, наносимого окружающей среде.

Значение, придаваемое в индустриально развитом мире вопросам охраны окружающей среды, породило изобилие законов об окружающей среде. В период между 1985 и 1995 гг. свыше 75 государств или приняли новый закон о разработке недр на основе ревизии существовавших законов, или работают в настоящее время над новыми проектами таких законов. Становится нормой включение в законы предписаний, предусматривающих такую разработку недр, чтобы «люди и сообщества моли бы обеспечивать своё собственное благосостояние внутри устойчивой окружающей среды». Общие заявления о благих намерениях начали сопровождаться чёткими юридическими документами, ограничивающими действия, которые наносят ущерб окружающей среде. К числу подобных документов относится аргентинский Закон о защите ледников и перигляциальной среды, в котором ясно указано какие действия не допустимы при освоении минеральных ресурсов в ледниковых районах.

В этом отношении и в Кыргызстане был принят ряд законов (Закон «О Воде», Закон «О стратегических объектах Кыргызской Республики», Закон «О гидрометеорологической деятельности в Кыргызской Республике», Водный кодекс, Земельный кодекс), касающихся охраны водных ресурсов и водных объектов, к числу которых отнесены ледники и снежники.

Так, в соответствии с Законом Кыргызской Республики «О воде» от 14.01.1994. № 1422-ХII ледники отнесены к водным объектам:

Статья 4. ... к водным объектам КР относятся находящиеся на территории реки, озера, ледники, снежники, болота другие поверхностные источники, а также зоны сосредоточения подземных, в том числе лечебно-минеральных и термальных вод.

Статья 47 «водопользователи обязаны не допускать загрязнения водосборов, русел рек, ледяного покрова водоемов и поверхности ледников и снежников производственными и другими отходами, отбросами и выбросами, смыв которых повлечет ухудшение качества поверхностных и подземных вод».

В 2005 г. был принят Водный Кодекс Кыргызской Республики, в котором имеются следующие статьи, регулирующие деятельность на ледниках:

Согласно статье 62 этого кодекса, *запрещается деятельность, влияющая на ускорение таяния ледников, которая может повлиять на состояние ледников или качество вод, содержащихся в них, и деятельность, связанная с заготовкой льда.*

Согласно статье 67 – *территория, где формируются реки, являются зоной формирования стока. При этом в зоне формирования стока запрещается:*

- размещать хвостохранилища, свалки и другие хозяйственные объекты, которые могут оказать вредное влияние на качество водных ресурсов.

- засорение ледяного покрова водных объектов, ледников и снежников производственными и иными отходами, а также загрязнение их другими вредными веществами.

Стоит обратить внимание на то, что в соответствии со статьей 2 Закона «О стратегических объектах Кыргызской Республики», принятого 23 мая 2008 г. ледники отнесены к стратегическим объектам. В статье 3 этого же Закона записано, что Правительство КР устанавливает специальные требования к режиму функционирования и эксплуатации стратегических объектов, направленные на обеспечение национальной безопасности.

Однако, несмотря на наличие перечисленных законов из-за преступной халатности коррумпированных чиновников различных рангов было фактически санкционировано разрушение ледников при отработке Кумторского месторождения. Следовательно, одной из главных причин нынешних экологических проблем на руднике Кумтор, в том числе, связанных с разрушением ледников и загрязнением поверхностных вод, является игнорирование и несоблюдение природоохранного законодательства и нормативных правовых актов в области охраны водных ресурсов при оформлении соответствующих разрешений, экспертизе различных общих и локальных проектов и планов КОК, приёмке в эксплуатацию основных объектов рудника.

Как известно, в декабре 1994 г. компания КОК в нарушение действующего закона «О воде» получает разрешение на размещение отвалов льда и пустых пород на ледниках Лысый и Давыдова от Госкомприроды [12]. Затем в 1995, 2001, 2003, 2007 гг. и феврале 2010 г. на уровне министерств и уполномоченных государственных агентств принимается еще восемь решений, подтверждающих продолжение работ с отвалообразованием на ледниках и разгрузкой льда.

В результате такой неправомерной практики огромные массы разрыхленного льда, отбитые в контурах карьеров, при их складировании на отвалах засоряются горными породами, обладающими потенциалом кислотообразования, то есть тем самым создаются условия для загрязнения вод, содержащихся в изъятном и перемещаемом льде.

Совершенно не случайно группа депутатов ЖК (Э. Иманкожоева, Ч. Султанбекова и К. Иманалиев) в 2013 г. разработали закон «О ледниках Кыргызстана», который после общественного обсуждения и дискуссий был принят Жогорку Кенешем 19 июня 2014 г. Одной из главных целей закона является создание прочной законодательной основы для защиты ледников. Закон определяет политику и регулирует правовые отношения в области использования ледников и их охраны в Кыргызской Республике. Законом устанавливаются минимальные стандарты (требования) для охраны (защиты) горных ледников, снежников и приледниковой среды с целью сохранения их в первую очередь как стратегических запасов пресной воды, используемой для питья, орошения, производства экологически чистой гидроэнергии, сохранения биоразнообразия. Согласно этому закону, вблизи ледников запрещаются все виды деятельности, которые могут повлиять на естественное состояние ледников и привести к их разрушению и деградации. Вблизи ледников запрещаются сбросы загрязняющих веществ, разработка месторождений полезных ископаемых открытым способом и добыча углеводородов.

Как известно, Президент Кыргызстана А.Ш. Атамбаев наложил вето на этот закон на том основании, что с принятием Закона о ледниках придётся запретить горно-добычные работы на руднике Кумтор, что в свою очередь непременно приведет к снижению темпов роста экономики страны. Точно таким же предлогом воспользовалась Экс-Президент Аргентины К. Киршнер, когда в 2008 г. наложил вето на Закон о защите ледников и прилегающих территорий Аргентины. Однако, в конечном итоге под давлением общественности (рис.12) Аргентинский закон о защите ледников был всё-таки принят в 2010 г.

Политический футбол с законом о ледниках в Кыргызстане (рис. 64) не закончился отклонением этого закона в виде Президентского вето. Президент А. Ш. Атамбаев поручил чиновникам выработать компромиссный вариант, который бы и ледники защищал, и экономику разрушать не позволял. Документ принял вид поправок в действующий Водный кодекс, который направили на обсуждение законодателей.

В итоге получилось, как в известной поговорке Черномырдина: «Хотели как лучше, а получилось как всегда...». Во исполнение благих намерений Президента и по заданию Правительства КР уполномоченные государственные органы под предлогом «смягчения и оптимизации действующего законодательства, положения которого направлены на запрет деятельности, отрицательно влияющей на состояние ледников», внесли проект Закона «О внесении изменений и дополнений Водный кодекс КР».

Мотивация действий Правительства и его уполномоченных органов напрямую объяснялась тем, что если не внести «смягчающие» изменения в Водный кодекс, придётся остановить работы на руднике Кумтор. Закрытие рудника приведёт к следующим отрицательным последствиям:

- снижению объемов экспорта и поступления в бюджет, что в свою очередь отрицательно скажется на внешнеторговом балансе и социально-экономическом положении в республике
- сокращению занятости. Останутся без работы свыше 3000 человек, а с учётом их семей, для которых эти люди являются основными кормильцами, количество граждан, потерявших основной источник дохода, увеличится в несколько раз. Кроме этого без работы останутся около 950 местных подрядных организаций и ЧП, в которых работают местные жители.
- прекращению финансирования социально-экономических проектов развития Иссык-Кульского региона.

По мнению Правительства, совокупность этих факторов может привести к социальному взрыву в Кыргызстане.

Всё это вызвало бурную полемику в стране (рис. 64), средствах массовой информации и Жогорку Кенеше. В конце концов, у депутатов ЖК достало мудрости не поддаваться шантажу «Центерры», давлению со стороны Правительства и проект Закона КР «О внесении изменений и дополнений в Водный кодекс КР», одобренный Постановлением Правительства КР 16.06.2014г, за № 329 в последний момент (после двух чтений) был отклонён.

10.3. Эффективное управление окружающей средой

В законах об окружающей среде начинает признаваться потребность в эффективном управлении (менеджменте) окружающей средой. Эффективное управление подразумевает кроме прочего формулирование адекватной политики, устанавливающей экологические объекты и цели, а также периодический контроль (мониторинг), осуществляемый квалифицированным персона-

лом. Законодательное регулирование управления окружающей средой, являясь инструментом (орудием) Правительства, должно дополняться рыночными механизмами и экономическими стимулами. Усовершенствование экологической политики должно включать взыскание в денежной форме полной стоимости ущерба, нанесённого окружающей среде, в том числе ледникам.

Как известно, Кыргызстан присоединился к Орхусской конвенции «О доступе к информации, участию общественности в принятии решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды». Орхусская конвенция ратифицирована Кыргызской Республикой в январе 2001 г. В Преамбуле к Конвенции отмечено, что адекватная охрана окружающей среды необходима для осуществления основных прав человека, что каждый человек имеет право жить в здоровой окружающей среде и обязан охранять ее. Орхусская Конвенция относится к международным договорам, которые имеют обязательную силу для государства, она налагает на Правительства и государственные органы четкие обязательства перед общественностью в части обеспечения ей доступа к информации, участия в процессе принятия решений и доступа к правосудию.

Согласно Орхусской конвенции доступ к правосудию кроме прочего охватывает случаи, когда лицо или организация считает, что было нарушено природоохранное законодательство. В соответствии с Орхусской конвенцией (статья 9, п.3) каждая Страна обеспечивает, чтобы представители общественности, отвечающие предусмотренным в ее национальном законодательстве критериям, если таковые существуют, обладали доступом к административным или судебным процедурам для оспаривания действий или бездействия частных лиц и государственных органов, которые нарушают положения национального законодательства, относящегося к окружающей среде.

Таким образом, из-за того, что при выдаче в декабре 1994 г. уполномоченными государственными органами Кыргызстана и коррумпированными чиновниками разрешения КОК на складирование отвалов на ледниках, был нарушен «Закон о воде» любой житель, либо любая организация Кыргызстана правомочны обратиться в судебные органы, в том числе по искам о взыскании в доход государства средств в возмещение ущерба, причиненного государству нарушением природоохранного законодательства Кыргызской Республики, в частности «Закона о воде»

Можно предложить два следующих подхода для укрупнённой оценки экологического ущерба, причиняемого ледникам в процессе отработки Кумторского месторождения. Под экологическим ущербом от загрязнения по-

нимают оценку в денежной форме отрицательных последствий для водных ресурсов (объектов). Он включает в себя материальные и финансовые потери (убытки), обусловленные ухудшением потребительских свойств воды как природного ресурса, несением дополнительных затрат на ликвидацию последствий загрязнения вод и восстановление их качества [12].

Обоснованность предъявляемых в настоящее время претензий по ущербу, нанесённому КОК ледникам, обусловлен, во-первых, многократным превышением разрешённого объёма льда, изъятых из ледников и перемещённого на породные отвалы. Во-вторых, основанием для предъявления иска о возмещении ущерба, являются вышеупомянутые нарушения статей 4 и 47 Закона КР «О воде», статей 62 и 67 «Водного кодекса КР».

В результате совместного складирования разрыхленного льда и отвальных пород по состоянию на конец 2014 г. по данным КОК подвергнулось уничтожению и загрязнению горными породами свыше 140 млн. м³ (табл. 2) чистого льда ледников Лысый и Давыдова. Необходимо также учесть неизбежное загрязнение талых вод, содержащихся в перемещённых и перемешанных объёмах льда за счёт кислотообразования, выщелачивания других загрязняющих веществ, характерных для отвальных пород Кумторского месторождения. Очевидно, что загрязнение ледникового льда равнозначно загрязнению источника чистой питьевой воды, необходимой для жизнедеятельности населения Кыргызстана и Центральной Азии. С этой точки зрения ущерб, нанесённый загрязнением, а фактически нарушением целостности ледника Давыдова, уничтожением льда при совместном складировании льда и горных пород, выражается в загрязнении потенциального источника чистой (питьевой) воды общим объёмом в 140 млрд. литров, эквивалентного объёму уничтоженного и загрязнённого льда в 140 млн. м³.

В этой связи необходимо отметить, что на стадии рассмотрения и обсуждения законопроекта «О ледниках Кыргызстана» Правительство страны выступало против его принятия, ссылаясь на то, что не сможет реализовать закон в условиях отсутствия утверждённой в установленном порядке Методики исчисления ущерба ледникам, о котором речь идёт в Законе о ледниках.

Несмотря на то, что разработка и утверждение подобных нормативно-правовых актов является прерогативой Правительства и его уполномоченных органов, по инициативе депутатов в кратчайшие сроки группой специалистов и экспертов была разработана «Методика (инструкция) по определению экологического ущерба нанесённого ледникам на территории Кыргызской Республики».



Рис. 64. Вверху - плакат, демонстрирующий несправедливость распределения золота и отходов между Канадой и Кыргызстаном; внизу - протесты общественности и экологов против пересмотра Водного кодекса Кыргызстана

С помощью этой Методики исчисляется в стоимостной форме размер ущерба, причинённого ледникам и приледниковой среде, в результате:

- захламления, загрязнения ледников и приледниковой среды отходами, остатками любого характера или объёма, ядохимикатами, нефтепродуктами, солями тяжёлых металлов, пестицидами, сульфатами, нитратами, хлоридами, токсичными и радиоактивными веществами;
- несанкционированного размещения на поверхности ледников и приледниковой среды отходов производства, скотомогильников и других хозяйственных объектов, которые могут оказать вредное влияние на качество талых ледниковых вод;
- изъятия и заготовки ледникового льда в хозяйственных и/или иных целях;
- деятельности, влияющей на ускорение таяния ледников и приледниковой среды, с использованием угля, золы, масел или других веществ или материалов;
- невыполнения рекультивации нарушенных земель в приледниковых районах.

Подобная методика необходима в качестве экономического стимула (норматива), предотвращающего и/или ограничивающего агрессивное, крупномасштабное воздействие на ледники при любой хозяйственной деятельности. Методика была направлена на рассмотрение уполномоченным государственным органам (министерствам, ведомствам и агентствам) в марте 2014 г. Парадокс состоит в том, что после полутора лет волокиты правительственные органы так и не удосужились рассмотреть эту методику и дать заключение о целесообразности её внедрения в интересах защиты ледников и окружающей среды высокогорья. Несомненно, что в случае узаконивания этой методики та же компания КГК значительно умерила бы свои притязания на ледники.

Очевидно, что важнейшей заботой Правительства Кыргызстана должно быть достижение справедливого решения проблемы восстановления ущерба, нанесённого ледникам разработкой недр на Кумторе [12], включая рекультивацию потенциально опасных объектов рудника, в первую очередь неустойчивых и движущихся отвалов и хвостохранилища.

Практически и в более бедных, и в более богатых странах Государство, обычно обременённое ответственностью за необходимость восстановления территорий горнопромышленных разработок, должно финансировать его, изыскивая средства путём выбора среди других более или менее срочных

нужд, так как собственных бюджетных средств часто оказывается недостаточно. В этом отношении наглядный пример является проблема реабилитации территорий бывших урановых рудников в Майлуу-Суу, Каджисае, Мин-Куше, Шекафтаре [15], доставшихся в наследство Кыргызстану от военно-промышленного комплекса бывшего СССР. Проблема реабилитации объектов уранового наследия в указанных «горячих точках» Кыргызстана постепенно решается благодаря поддержке международных организаций (ПРООН, ОБСЭ, Европейской Комиссии) и финансовых институтов (Всемирного Банка и др.). В этом отношении из-за огромных затрат, необходимых для восстановления территории и рекультивации объектов рудника Кумтор, вряд ли стоит надеяться и рассчитывать на помощь со стороны указанных выше международных организаций.

Признание сложности природы гор обуславливают необходимость проявлять гибкость и адаптируемость к специфическим условиям освоения недр в условиях активных ледников, вечной мерзлоты и применять консервативные экологические меры, ибо всеохватывающие предписания слишком не избирательны к абсолютному большинству видов ущерба, причиняемого разработкой недр в высокогорных регионах.

В качестве эпиграфа к настоящей книге были предпосланы слова, приписываемые американским индейцам, смысл которых состоит в том, что природа – это не то, что мы получили в наследство от предков, а то, что мы взяли займы у потомков с тем, чтобы оставить им в наследство нормальную среду обитания и не ущемлять потребности будущих поколений.

Заключение

Ледники повсеместно находятся под угрозой деградации и разрушения из-за происходящего глобального потепления климата и антропогенного воздействия. В результате беспрецедентно мощного техногенного прессинга на ледники и вечную мерзлоту в районе Кумторского золоторудного месторождения, санкционированного уполномоченными государственными органами Кыргызстана, сложилась парадоксальная ситуация. Ещё недавно этот практически незаселённый и заповедный район Тянь-Шаня был районом с чистой природной средой, с искрящимися на солнце реками и вершинами, покрытыми кристально чистым льдом.

С началом разработки уникального по многим параметрам Кумторского месторождения этот ледниковый район Ак-Шыйракского горного массива, защищённый от человека суровым климатом, отдалённостью и труднодоступностью, оказался полностью беззащитным перед вторжением золотодобытчиков, вооружённых супермощной современной техникой, для получения прибыли любой ценой.

Причём именно ледники, которые природа создавала многие сотни и тысячи лет, оказались тем наиболее уязвимым звеном, из-за которого неразумное освоение богатых минеральных ресурсов может вызвать разрушение уникальной экосистемы высокогорья с неблагоприятными экологическими последствиями в ближайшем и отдалённом будущем. В настоящее время приходит понимание того, что техногенное воздействие на ледники и криолитозону рассматриваемого водосборного района Тянь-Шаня в условиях происходящего потепления климата, несовершенства природоохранного законодательства и недропользования может быть разрушительным для жизненно важных водно-ледниковых ресурсов бассейна р. Нарын (Сыдарья). Агрессивное техногенное воздействие на ледники в районе рудника Кумтор стало уникальным экспериментом в истории добычи полезных ископаемых в ледниковых районах мира, и представляет собой весьма поучительный опыт. Очевидно, что в будущем самые большие экологические проблемы будут связаны с ледово-каменными отвалами и хвостохранилищем рудника Кумтор. Во-первых, это связано с грандиозным количеством извлечённых на поверхность горных пород и изъятых льда (к моменту закрытия рудника ожидается, что общая масса горных пород в отвалах превысит 2 млрд. тонн), которые будут вовлечены в процессы влаго- и массообмена. Во-вторых, как минимум 20-30% пустых пород обладают потенциалом кислотообразования.

В-третьих, совместное складирование разрыхленного льда и раздробленных пород, чревато постепенным таянием льда, при котором талые воды будут просачиваться через отвалы, подвергаясь загрязнению за счёт процессов выщелачивания и кислотообразования.

Главными причинами возникновения геотехнических проблем на каменно-ледовых отвалах стали пренебрежительное отношение «Центерры» к ледникам, ошибки и просчёты при выборе мест размещения отвалов и способов отвалообразования на активных ледниках, недостаточно полный учёт гляциологических и геокриологических особенностей геологической среды в рассматриваемом гляциально-нивальном поясе Тянь-Шаня. Криогенно-гравитационные процессы, наблюдающиеся на руднике в виде оползающих отвалов и льда, оказывают ощутимое влияние на геозкологию района и обусловили значительные экономические издержки. Они являются основным фактором, осложняющим геотехническую ситуацию в районе рудника Кумтор и представляющим наибольшую угрозу для различных его сооружений.

В этой связи дальнейшая корректировка Концептуального плана вывода рудника из эксплуатации и разработка конкретных проектов рекультивации хвостохранилища и отвалов должны основываться на управлении известными и потенциальными рисками, которые имеют место на территории Кумторского рудника и прилегающих к нему ледниках.

Литература

1. *Kronenberg J.* Linking Ecological Economics and Political Ecology to Study Mining, Glaciers and Global Warming // *Env. Pol. Gov.* 23, 75–90 (2013)
2. Оледенение Тянь-Шаня. Под ред. *М.Б. Дюргерова*. – Москва, 1995. – 237 с.
3. *Торгоев И., Алёшин Ю., Ерохин С.* Эволюция ледниково-озёрного комплекса Петрова (Тянь-Шань) и оценка риска его прорывоопасности // *Лёд и снег*. – 2012, №2 (том 122), – с. 137-144.
4. *Кузьмичёнок В.А.* Ретроспективный анализ имеющихся данных, связанных с изменениями ледников в районе месторождения Кумтор. Рукопись Научно-техн. отчёта, Бишкек, 2002, 96 с. (фонды Кумтор оперейтинг компании)
5. *Кузьмичёнок В.А.* Колебания ледников Давыдова и Сары-Тор по данным топографических съёмок // *Материалы гляциологических исследований*, вып.62. М., 1988, – с. 193-196.
6. *Диких А.Н., Баков Е.К., Кошоев М.К. и др.* Ледовые ресурсы Центрального Тянь-Шаня. Бишкек: Илим, 1991. – 168 с.
7. *Василенко Е.В., Громыко А.Н., Дмитриев Д.Н., Мачерет Ю.Я.* Строение ледника Давыдова по данным радиозондирования и термобурения // *Материалы гляциологических исследований*, вып.64. М., 1988. – с.208-215.
8. Годовой отчёт «Кумтор оперейтинг компании» по охране окружающей среды и устойчивому развитию за 2012 г. // www.kumtor.kg/environment-protection/kumtor-environmental-reports/
9. Годовой отчёт «Кумтор оперейтинг компании» по охране окружающей среды и устойчивому развитию за 2006г. // www.kumtor.kg/environment-protection/kumtor-environmental-reports/
10. *Черноморец С.С., Тутубалина О.В., Петраков Д.А. и др.* «Геофизическая съёмка, картографирование и гляциологическая оценка ледника Давыдова для оптимизации перемещения льда при горнодобывающей деятельности». Научно-технический отчёт по контракту №С-3221. Москва: УЦИГМ, 2012. – (фонды Кумтор оперейтинг компании)
11. *Кузьмичёнок В.А.* Отвалы горной породы на леднике Давыдова (хр. Ак-Шыйрак, Тянь-Шань). // *Лёд и снег*. 2012, №1 (117). – с.95-104.
12. Отчёт Государственной комиссии по проверке и изучению соблюдения ЗАО «Кумтор оперейтинг компании» норм и требований по рациональному использованию природных ресурсов, охране окружающей среды,

- безопасности производственных процессов и социальной защите населения. Бишкек: «Учкун», 2013. – с. 258-308.
13. *Петраков Д.А., Коваленко Н.В., Лаврентьев И.И., Усубалиев Р.А.* Толщина, объём и последние изменения ледника Сары-Тор (массив Ак-Шыйрак, Внутренний Тянь-Шань) // Криосфера Земли, том XVIII, №3, 2014. – с.91-100
 14. *Aizen V.B., Kuzmichenok V.A., Surazakov A.B., Aizen E.M.* Glacier changes in the Tien Shan determined from topographic and remotely sensed data // Global and Planet Change, 2007, vol. 56. – pp 328-340
 15. *Торгоев И.А., Алёшин Ю.Г.*, Геоэкология и отходы горнопромышленного комплекса Кыргызстана / Под ред. И.Т. Айтматова. – Бишкек: Илим, 2009. – с.120-152.
 16. *Усубалиев Р.А.* Оледенение Тянь-Шаня, его современное состояние, эволюция и геохимия. // Автореф. на соискание уч. степ. канд.географ. наук. – Бишкек, 2005. – 22 с.
 17. *Кузьмичёнок В.А.* Оценка экологических последствий отвалообразования на леднике Давыдова //Научно-технический отчёт.- Бишкек, 2009, - 101 с. (фонды Кумтор опрейтинг компании).
 18. *Кузьмичёнок, В.А.:* Оценка уровня пыли на ледниках в районе рудника Кумтор // Научно-технический отчет Института водных проблем и гидроэнергетики.- Бишкек, 2009 г.
 19. *Лаврентьев И.И., Петраков Д.А., Коваленко Н.В. и др.* Российско-Кыргызские радиолокационные исследования ледников Тянь-Шаня последних лет. // Материалы международной конференции «Дистанционные и наземные исследования Земли в Центральной Азии» - Бишкек: 2014. С. 330-336.
 20. *Торгоев И.А., Стегнар П., Нордманн Т.* Мониторинг и анализ качества поверхностных вод в районе высокогорного золоторудного месторождения «Кумтор» // Материалы III Международной конференции «Современные проблемы геохимической экологии и сохранения биоразнообразия» 17-21 сентября 2013, г. Бишкек, Иссык-Куль. – с. 90-99. www.caresd.net/site.htm
 21. *Торгоев И.А., Алёшин Ю.Г., Айтматов И.Т.* Оценка рисков и прогноз развития гляциальных процессов на высокогорном руднике Кумтор (Кыргызстан) // Проблемы снижения природных опасностей и рисков: Материалы Международной научно-практической конференции «ГЕОРИСК-2012». –Москва: РУДН, 2012, т.2. – с.72-77.
 22. *Торгоев И.А.* Геотехнические проблемы на высокогорном руднике Кумтор и их экономические и экологические последствия // Современные проблемы механики сплошных сред: Вып. 17, Институт геомеханики и освоения недр НАН КР. – Бишкек: 2013. – с. 151-176.
 23. *Торгоев И.А., Оморов Б.* Гравитационные смещения отвалов на высокогорном руднике Кумтор // Современные проблемы механики сплошных сред: Вып. 18, Институт геомеханики и освоения недр НАН КР. – Бишкек: 2013. – с. 82-104.
 24. *Torgoev I., Torgoev A.* Rockslides in the open pit of Kumtor goldmine (Kyrgyzstan) // Landslide Science for a safer Geoenvironment, Tageted Landslides, vol. 3, 2014, edit by K. Sassa et al.- pp. 511-516, Springer, London.
 25. *Torgoev I., Omorov B.* Mass movement in the waste dump of high-altitude Kumtor goldmine (Kyrgyzstan) // Landslide Science for a safer Geoenvironment, Tageted Landslides, vol. 3, 2014, edit by K. Sassa et al.- pp. 517-522, Springer, London.
 26. *Thalenhurst H., Redmond D., Raponi T.R., Vdovin V.*, Technical Report on the Kumtor GoldProject Kyrgyz Republic for Centerra Gold Inc. December 20th, 2012. – 179 pp.
 27. *Рафаилович М.С.,Шевчук С.И.* Крупнообъемные мезотермальные золото-вольфрамовые месторождения Центральной Азии. // Вестник ВКТГУ, 2012, №1. – с. 25-28.
 28. *Моран Р.* Золотой рудник Кумтор, Кыргызстан: Комментарии по водным ресурсам, окружающей среде и связанным с ними аспектами: сентябрь 2011. Доступен в интернете: www.anticorruption.kg/.../Kyrgyz-Kumtor-REM-Rept-FINAL-2011
 29. *Martin, J.C., B. E. Halbert, M.E. Anderson,* 1999, Acid Rock Drainage Assessment Programs at the Kumtor Gold Mine, Kyrgyzstan, and the Bogoso Gold Mine, Ghana: Sudbury '99; Mining and the environment II; conference proceedings, Volume1: pdf.library.laurentian.ca/medb/conf/Sudbury99/AcidicDrainage/AD30.PDF
 30. Проект Кумтор Голд: Концептуальный план вывода рудника из эксплуатации. -Logax Environmental, август 2011. – 227 с.
 31. Кумтор оперейтинг компани. Годовые отчёты по охране окружающей среды. 1998-2011 гг. (www.kumtor.kg)
 32. *Кустарёва Л.А., Чернявская М.Б., Кожомкулов Э.* Фауна водоёмов на территории месторождения «Кумтор» (Кыргызстан) // Вестник Казах-

- ского Национального университета. Серия биологическая, 2011, №5(51). – с. 65-68
33. *Непамящая Т.А.* Состояние макрозообентоса реки Кумтор в условиях антропогенного воздействия // Вестник КРСУ. 2007. Том 7. №1. – с. 111-113.
 34. *Кунце К., Роджерс Ф., Бакстон Д. и др.* Экологический и технический аудит проекта золотодобычи «Кумтор Голд» // Отчёт АМЕС, ноябрь 2014.
 35. *Стегнар П.* Заключительный отчёт Института Йожефа Штефана «Анализ донных отложений рек и ручьёв в районе золоторудного месторождения Кумтор, Кыргызская Республика». Любляна, декабрь 2012. - 14 с.
 36. *Bolch, T., Vieli, A., Leysinger-Vieli, G.* Report of modeling work on dynamic response of Davidov Glacier to terminus removal. // University of Zurich, 2014.- 22 p.
 37. *Colgan, W. and L. Arenson.* Open-Pit Glacier Ice Excavation // Brief Review. Journal of Cold Regions Engineering. 2013. 27
 38. *Koji F.* Impact of Dust on Glacier Mass Balance of the Tibetan Plateau. Journal of Arid Land Studies. 2002: 11-4, pp. 355-360.
 39. *Боконбаев К.Дж., Диких А.Н., Детьменко Л.А.* Примеси в снежном покрове ледников Внутреннего Тянь-Шаня. // География и природные ресурсы, №2, Новосибирск. 1995, с. 181-183.
 40. *Головин А.В., Ивлев К.А., Кондратьев К.Я., Кудряшов В.И.* Исследования запыленности ледников Памира и Тянь-Шаня. // Изв. РГО, т.125, вып.4. 1993, М.- с.54-61.
 41. *Jansky M., Cherny M., Sobr et al.* The Petrov lake dynamic evolution with regard to risk of moraine dam rupture // Mitigation of Natural Hazards in Mountain Areas Materials of Intern. Confer Bishkek 15-18 Sept. 2009. – pp 48-52
 42. *Brenning A.,* The impact of mining on rock glaciers and glaciers: examples from Central Chile. In: Orlove B.S., Wiegandt E., & Luckman (eds.) Darkening peaks: glacier retreat, science and society. University of California Press, Berkely. 2008, Chapter 14, p. 196-205
 43. *Clarke G.K.C., Holdsworth G.* Glaciers of North America - Glaciers of Canada – Glaciers of the Coast Mountains. USGS Professional Paper 1386-J-1
 44. *Jamieson S.R., Ewertowski M.W. and Evans D.J.* Rapid advance of two glaciers un response to mine-related debris loading // Journal of Geophysical Research: Earth Surface, 2015. Pp.1418-1435
 45. *Galdini F.* IRIN NEWS report on Kumtor. COP21: How glacial melt and toxic waste could spell disaster in Kyrgyzstan // <http://www.irinnews.org/report/102260/cop21-how-glacial-melt-and-toxic-waste-could-spell-disaster-in-kyrgyzstan>.
 46. Независимая оценка отчёта парламентской комиссии. Заключительный отчёт, 23 сентября 2012 г. ОсОО «Призма» // <http://www.kumtor.kg/wp-content/uploads/2012/Prizma>.
 47. *Reid G.D., Wong J., Raponi T.R. et al.* Technical Report on the Kumtor Mine, Kyrgyz Republic, Report NI 43- 101 for Centerra Gold Inc., March 20, 2015. – 273 pp.
 48. *Айтматов И.Т., Торгоев И.А.* Меморандум «Возможные геозекологические последствия золотодобычи в условиях высокогорья», 1997 // Избранные научно-организационные материалы НАН КР и научные публикации по геомеханическим исследованиям Института физики и механики горных пород. 1970-2012 гг., том 1. Бишкек: Илим, 2015.- с. 265-279.
 49. *Горбунов А.П.* Мерзлотные явления Тянь-Шаня. // Труды КазНИГМИ, вып.39, М.: Гидрометеониздат, 1970, 264 с. *Атаканов У.А., Ермолин Е.Д.* Температура и мощность многолетнемёрзлых пород горного массива Ак-Шыйрак // Известия АН Кирг. ССР. Серия: физ-техн. науки, 1986, №5. – с.34-36.
 50. *Tadzhibaev, K. T., and Tadzhibaev D. K.* Deformation criterion of stability for dumps located on a glacier (by an example of the Kumtor deposit) // Journal Mining Sciences, 2005, 41/ - pp 134–137.
 51. *Торгоев И.А., Алёшин Ю.Г.* Геотехнические проблемы предполагаемой разработки Кумторского золоторудного месторождения подземным способом // Современные проблемы механики сплошных сред: Вып. 20, Институт геомеханики и освоения недр НАН КР. – Бишкек: 2014. – с. 119-131

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Горные ледники: основные понятия и физические характеристики	8
2. Значение горных ледников и подземных льдов для жизнедеятельности людей в Центральной Азии.....	12
3. Опыт освоения минеральных ресурсов в ледниковых районах	26
4. Уникальность и уязвимость условий разработки высокогорного золоторудного месторождения Кумтор	41
5. Состояние ледников и вечной мерзлоты до начала строительства и эксплуатации рудника Кумтор	47
5.1. Узел горного оледенения Ак-Шыйрак	47
5.2. Ледник Петрова	51
5.3. Ледник Лысый.	54
5.4. Ледник Давыдова.	54
5.5. Ледник Сары-Тор.	61
5.6. Геокриологические условия и опасные криогенные процессы	63
5.7. Природные факторы деградации горных ледников и вечной мерзлоты	69
5.7.1. Климатический фактор.	70
5.7.2. Фактор естественного пылевого загрязнения ледников.....	77
6. Техногенные факторы деградации и современное состояние ледников в районе Кумтора	80
6.1. Изъятие и удаление льда – фактор агрессивного воздействия	80
6.2. Формирование отвалов на леднике Давыдова и угроза их разрушения	89
6.3. Формирование отвалов в бассейнах ледников Лысый и Сары-Тор	94
6.3.1. Бассейн ледника Лысый.	94
6.3.2. Бассейн ледника Сары-Тор.	97
6.4. Воздействие на ледники Кумтора техногенной пыли	99
6.5. Общая оценка нынешнего состояния ледников в районе Кумтора....	102
6.6. Дальнейшие перспективы золотодобычи в ледниковом районе Ак-Шыйрак	107


7. Неблагоприятные последствия техногенного прессинга на ледники Кумтора	112
7.1. Геотехнические проблемы и риски, связанные с реакцией ледников Кумтора на техногенный прессинг.	115
7.2. Экологические проблемы, связанные с техногенным прессингом на ледники	119
7.3. Экономические издержки геотехнических проблем	129
8. Риски опасных процессов гляциального и криогенного генезиса....	133
8.1. Деформация дамбы хвостохранилища ЗИФ.....	137
8.2. Риск прорыва ледникового озера Петрова	144
8.3. Техногенный оползень на отвалах в бассейне ледника Давыдова....	151
8.4. Риск возникновения опасных природно-техногенных процессов на отвалах в бассейнах ледников Лысый и Сары-Тор	154
8.5. Массовые обрушения бортов Центрального карьера.....	157
8.6. Риск ледяных обвалов.....	161
9. Анализ Концептуального плана вывода рудника из эксплуатации и проблема управления водными ресурсами в постэксплуатационный период	162
9.1. Концептуальный плана вывода рудника из эксплуатации в редакции 2014 г.....	163
9.2. План рекультивации Кумторского хвостохранилища.....	165
9.3. План рекультивации отвалов	168
10. Рекомендации по экологически безопасному освоению недр в ледниковых районах.....	172
10.1. Щадящая или «зелёная» технология.....	173
10.2. Законодательство в области охраны ледников и водных ресурсов	177
10.3. Эффективное управление окружающей средой.....	181
Заключение	187
Литература	189

ИСАКБЕК ТОРГОЕВ

**ЛЕДНИКИ,
ЗОЛОТО И ГЕОЭКОЛОГИЯ
КУМТОРА**

Формат 72x90 1/16. Объем 12,25 п. л.
Бумага офсет. Печать офсет. Тираж 400 экз. Заказ №0002-16.

ЧП «Сарыбаев Т.Т.»
г. Бишкек, ул. Раззакова, 49. Тел.: 0 (708) 058-368



Оценивая возможные результаты хозяйственного использования природы человеком Ф.Энгельс писал: *«Не будем однако слишком обольщаться нашими победами над природой. За каждую такую победу она нам мстит. Каждая из этих побед имеет, правда, в первую очередь, те последствия, на которых мы рассчитывали, но, во вторую и третью очередь совсем другие, непредвиденные последствия, которые очень часто уничтожали значения первых».*



ТОРГОЕВ Исакбек Асангалиевич, кандидат технических наук, директор Научно-Инженерного Центра «ГЕОПРИБОР» и одновременно заведующий Лабораторией Геозкологического Мониторинга Института геомеханики и освоения недр Национальной Академии наук Кыргызстана. Автор более 150 печатных работ и 7 научных монографий в области геозкологии, оценки риска, мониторинга и прогнозирования природно-техногенных катастроф в горных регионах. В 2008 году за цикл научных работ «Мониторинг, прогнозирование радиационной опасности урановых хвостохранилищ» ему присуждена Государственная премия Кыргызской Республики в области науки и техники. В 2015 году признан Лауреатом премии «Top Springer Author», учреждённой международным издательством Springer для поощрения ведущих авторов Центральной Азии, опубликовавших наибольшее количество статей, и имеющих наибольшее количество цитирований в рейтинговых журналах академического издательства Springer, получивших признание мирового научного сообщества.