

УДК 624.131.551

**О КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЯХ В ГОЛОЦЕНЕ В
БАССЕЙНЕ РЕКИ БОЛЬШАЯ АЛМАТИНКА**

Канд. техн. наук Б.С. Степанов
А.Х. Хайдаров
Р.К. Яфязова

Изложена гипотеза об основных этапах формирования завала, приведшего к образованию Большого Алматинского озера. Дана оценка объемов завальных масс, характеристик селя, возникшего при прорыве проозера.

Современные тектонические движения в Тянь-Шане стали причиной крупных катастроф на северном склоне хребта Заилийский Алатау. В относительно недалеко, по геологическим меркам, прошлом в бассейне реки Б.Алматинка произошел, скорее всего, сейсмогенный обвал блока горных пород, объемом 0,15-0,25 км³. Гигантская масса обломков обрушилась с высоты более 500 м в ущелье, образовав завал высотой около 400 м, шириной по верхней кромке 1000-1200 м. Ущелье оказалось заполненным обвальными массами на протяжении почти 2-2,5 км.

Образование завалов объемами до нескольких кубических километров - типичное явление для горных систем Памиро-Алая и Тянь-Шаня. Наиболее известным по масштабам проявления в последнем столетии является Усойский завал. Обрушение блока горных пород объемом около 2,2 км³ привело к образованию естественной плотины, перегородившей путь р.Мургаб. В результате образовалось одно из самых крупных высокогорных озер - Сарезское. Его объем составляет 16-17 км³, наибольшая глубина - 399,6 м, длина 55,8 км [1].

Подобным образом на северном склоне Заилийского Алатау образовались озера Есик и Б.Алматинское. Произошло это, по различным оценкам, от двух

до десяти тысяч лет тому назад. В последующий период котловины озер заполнялись аллювиально-пролювиальными, в частности, селевыми отложениями. К настоящему времени большая часть котловин занесена, поэтому ресурс этих естественных селехранилищ практически исчерпан. Ярким подтверждением сказанному является частичное разрушение завала, служившего естественной плотиной озера Есик. Прорыв плотины произошел в результате процессов, вызванных входением селя в акваторию озера. Воздействие на плотину образовавшихся на поверхности озера волн и повышение уровня последнего за счет поступившей селевой смеси вызвало столь значительное увеличение расхода воды (к тому же имевшему пульсационный характер) в сформированном ранее в теле завала русле, что самооттопка была сорвана и начался лавинообразный процесс образования прорана, через который и произошло практически полное опорожнение озера.

Более сложно, по нашему мнению, протекало формирование Б.Алматинского озера. Поскольку прямых свидетельств происхождения озера не сохранилось, наше изложение носит гипотетический характер.

Ко времени катастрофы река Б.Алматинка на участке будущего завала протекала в троговой долине, вмещавшей конечные морены среднечетвертичного возраста (Q_2). Массив, обрушение которого сформировало завал, располагался по левому борту ущелья и ограничивался с юга руч.Серкебулак и с запада руч.Правый Аюсай. В результате обрушения практически вся конечная морена в створе, расположенном в 200-250 м ниже северной оконечности современного озера, была перекрыта завальными массами до абсолютных отметок 2650-2700 м. Зародившееся в образовавшейся емкости прaeозеро наполнялось водами р.Озерной. Примерно через 1,5-2 года оно достигло объема 100-150 млн.м³, после чего произошло катастрофическое опорожнение озера и описанные ниже явления.

В отличие от прорыва оз.Есик, где проран не углублялся в озерные отложения, в ходе опорожне-

ния проозера была уничтожена не только перемычка, сложенная материалом завала, но практически вся морена среднечетвертичного возраста, за исключением небольшого фрагмента, расположенного восточнее современной акватории озера. В результате размыва завала и моренных отложений сформировался гигантский селевой поток, объем которого более чем в 50 раз превышал объем селя 1973 г. на реке М.Алматинка и составлял примерно $200 \cdot 10^6$ м³. Углубление дна долины было столь значительным, что нарушение устойчивости бортов, сложенных свежими завальными, а также моренными отложениями, привело к осову крупного блока рыхлообломочных пород, расположенного по правому борту образовавшегося прорана. После чего произошло обрушение значительно меньшего по объему блока пород левого борта прорана.

Тыловой шов сместившихся масс правого борта завала хорошо прослеживается как на аэрофотоснимках и крупномасштабных топографических картах, так и на местности. Он начинается от северо-восточной оконечности озера в направлении на северо-восток, затем направление изменяется на северное и северо-северо-западное. Общая длина шва 2200 м (рис.1).

Тыловой шов осова левого борта завала находится на расстоянии 400 м западнее северо-западной оконечности озера и прослеживается по длине на 500-600 м. Рыхлообломочные массы этого осова и образовали гребневую часть вторичного завала. Это создало условия для образования озера, просуществовавшего до наших дней.

Приведем основные доводы, подтверждающие изложенную выше гипотезу.

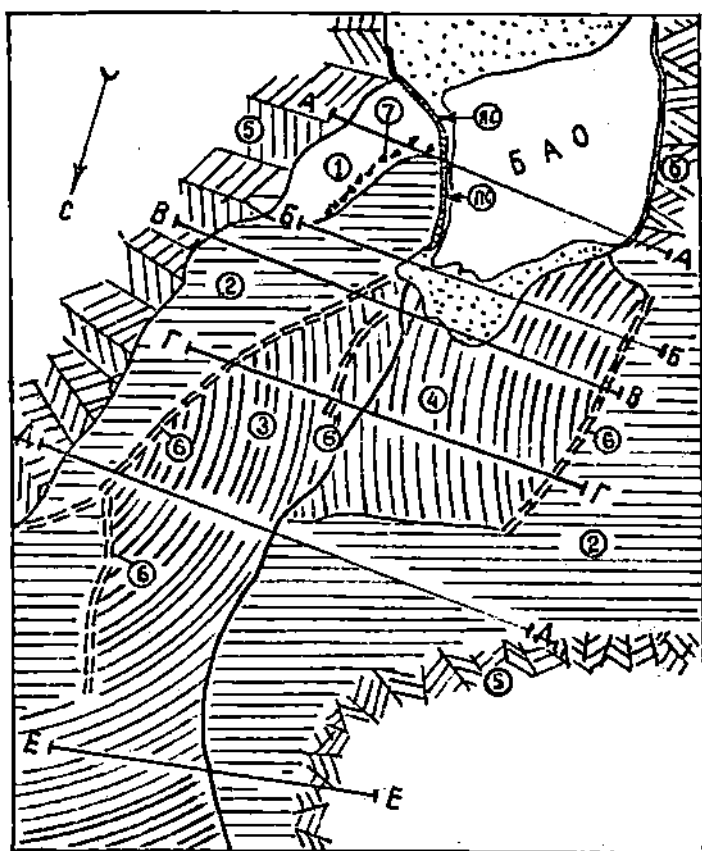


Рис. 1. Схема морфологических особенностей завала Большого Алматинского озера. 1-морена; 2-тело завала, не подвергшееся повторной дислокации; 3-завальные массы правого борта долины, сместившиеся относительно первоначального положения; 4-завальные массы, сместившиеся с левого борта и образовавшие крутую ступень нижнего бьефа; 5-коренные породы склонов; 6-тыловые швы сместившихся масс; 7-зона выброса на поверхность морены отдельных обломков из тела завала; ПС-плоскости сдвига моренных отложений и завальных масс; А-А, Б-Б и т.д.-поперечные профили через тело завала.

Изучение аэрофотоматериалов, топографических карт и непосредственное обследование местности позволяет утверждать, что основная часть завальных масс образовалась в результате разрушения массива, основание которого располагалось на месте существующей ниши, находящейся западнее бывшей обсерватории Государственного астрономического института им. Штернберга. Объем массива оценен в ходе реконструкции рельефа, существовавшего до катастрофы. Реконструкция заключалась в экстраполяции внешних склонов, окружающих нишу (рис. 2), до их пересечения. Результаты реконструкции показали, что максимальная высотная отметка обрушившегося массива составляет 3300-3400 м и согласуется с окружающим рельефом. Объем перемещенной массы близок по величине к $300 \cdot 10^6 \text{ м}^3$. Форма ниши, наличие выхода коренных пород в восточной ее части позволяют предположить, что механизм смещения был близок к таковому оползней вращения [3].

Начальный объем рыхлообломочных пород в завале определялся при следующих допущениях: ущелье было заполнено до высотных отметок, соответствующих восточному краю завала, сохранившегося в настоящее время; ущелье имело форму, определяемую его склонами; фронтальная часть морены была наклонена на север под углом 17° . Объем завала, с учетом вышесказанного, определен в пределах $(200-250) \cdot 10^6 \text{ м}^3$. Нетрудно видеть, что объемы реконструированного массива и тела завала близки по величинам.

Форма поверхности завала позволяет обосновать предысторию ее образования. Продольные профили долины после завала, последующего прорыва озера и существующий ныне приведены на рис. 3. В верхней своей части завал перекрыл упомянутую выше конечную морену ледника, спускавшегося в среднем антропогене до высоты, близкой к 2000 м. Скорее всего этот ледник - результат слияния ледников, формировавшихся в бассейнах современных притоков реки Б.Алматинка: Арчалы, Озерная и Кызылсай в эпоху Днепровского оледенения.

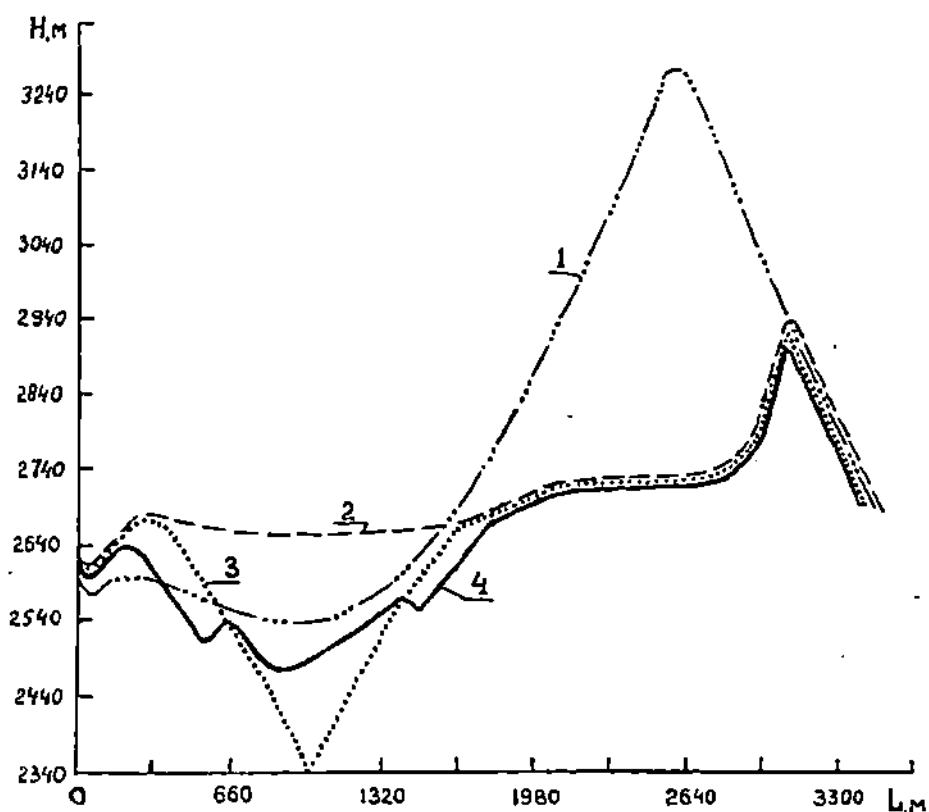


Рис. 2. Реконструкция поперечных профилей, проходящих в 200 м севернее современной перемычки Большого Алмадинского озера. 1-до образования завала; 2-после образования завала; 3-после прорыва прозора; 4-современное состояние.

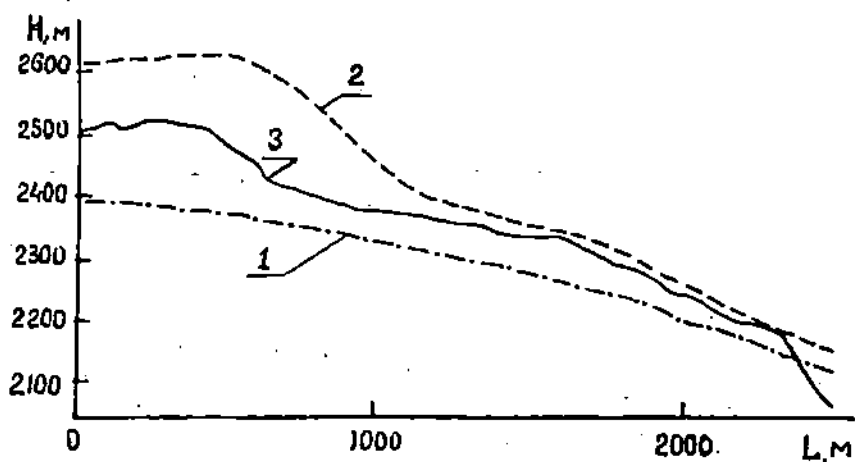


Рис. 3. Реконструкция продольных профилей долины от устья р. Кумбель до озера. 1-до образования завала; 2-после образования завала; 3-современное состояние.

Потепление климата в Q_2 привело к деградации оледенения и распаду мощного ледникового комплекса на отдельные ледники, которые в периоды похолодания в Q_3 и Q_4 откладывали морены на более древние отложения. Поскольку изменение климата в северном полушарии происходит синхронно, можно предположить, что в эпоху Днепровского оледенения средняя температура в Заилийском Алатау была ниже современной на $11-13^{\circ}\text{C}$, а нижняя граница ледников опускалась в те времена до отметок 1700-1800 м. Эти значения, полученные на основе анализа содержания изотопа кислорода O^{18} в керне глубоководных осадков из Тихого океана [2] и при условии неизменности вертикального температурного градиента, хорошо согласуются с высотными отметками нижних границ морен среднечетвертичного возраста в бассейнах рек Малой и Большой Алматинок. Конечные морены Q_3 перекрывают морены Q_2 в интервале высот 2600-2700 м.

Фрагменты мощной морены, образовавшейся в Q_2 в бассейне реки Б.Алматинка, сохранились в высот-

ной зоне 2500-2800 м: от Б.Алматинского озера до слияния рек Озерной и Арчалы. Отличительной особенностью отложений Q_2 является сильная разрушенность валунов, представленных серыми гранитами, и, главное, наличием в составе отложений обломков пород, не встречающихся в окрестностях Б.Алматинского озера. Причем обломки этих пород обнаружены не на поверхности отложений. В морене у южной оконечности озера они добыты с глубины 2,5 м; у слияния рек Арчалы и Озерной - из сурчиной высыпки; в районе селевых врезов Правый и Левый Озерные - из под корней арчи и т.д. На крупных обломках хорошо сохранились зеркала скольжения, покрытые тонкой корочкой хлорита, что свидетельствует о спокойной обстановке транспортировки отложений. Анализ шлифов показал, что это туфоалевролиты, туфы кислого состава, катаклазированная кремнистая порода.

Макроскопически обломки тонко- и мелкозернистые буровато-сиреневого и сиреневого цвета. Выходы этих пород на дневную поверхность характерны для основного водораздельного хребта. Ниже впадения р.Арчалы в р.Озерная фрагменты древней морены хорошо прослеживаются в правобережной части долины. Частично морена перекрывается современными отложениями селей, формирующихся на склоне западного гребня пика Советов, а также глыбами завала, образовавшегося в голоцене.

Как отмечалось выше, на месте озера находилось моренное поле с высотными отметками, близкими к 2550 м. Основанием для такого утверждения может служить наличие сохранившегося фрагмента морены, имеющего общий с завальными массами откос, образующий юго-восточный берег Б.Алматинского озера.

Основная масса обломков во время обрушения перемещалась на северо-восток, а затем на север. Это особенно отчетливо видно на аэрофотоснимках зимних залетов. На юго-восток же попала малая толика обвальных масс, которая практически не имела шансов оказаться на месте их нынешнего залегания,

будь на месте моренного поля значительное углубление.

Сомневающимся в существовании в прошлом упомянутого моренного поля придется искать ответ на вопрос: почему в соседних ущельях, в том числе и со значительно меньшими площадями водосборных поверхностей, имеются моренные отложения на этих же высотных отметках? В частности, в бассейне р. Кумбель, морена спускается практически до впадения в реку Б.Алматинка.

Хотя завальный генезис Б.Алматинского озера (БАО) у большинства исследователей не вызывает сомнений, остаются под вопросом процессы, приведшие к современному облику завала (рис.1). Анализ формы и значений высотных отметок характерных точек на профилях, проведенных через тело завала, показывает, что правый борт завала возвышается над его средней частью на 100-150 м (рис.4). Каньонообразная форма углубления в теле завала может быть объяснена тектоническими движениями, либо эрозионными процессами, имевшими место при опорожнении проозера.

Вероятность тектоники с амплитудой вертикальных движений сотни метров на площадях, не превышающих первые квадратные километры ничтожно мала. Напротив, гипотеза об эрозионном генезисе углубления в теле завала находит качественное и количественное подтверждение при возникновении очагов селеформирования на моренах Заилийского Алатау.

Гипотеза о вторичном генезисе современной озерной перемычки подкрепляется и следующими аргументами. Высотные отметки восточной границы завальных масс, расположенных в южной части завала, отличаются незначительно на протяжении почти 200-300 м. Из сказанного можно сделать вывод, что траектории движения завальных масс вдоль направлений, проходящих через южную оконечность завала и современную озерную перемычку были близки.

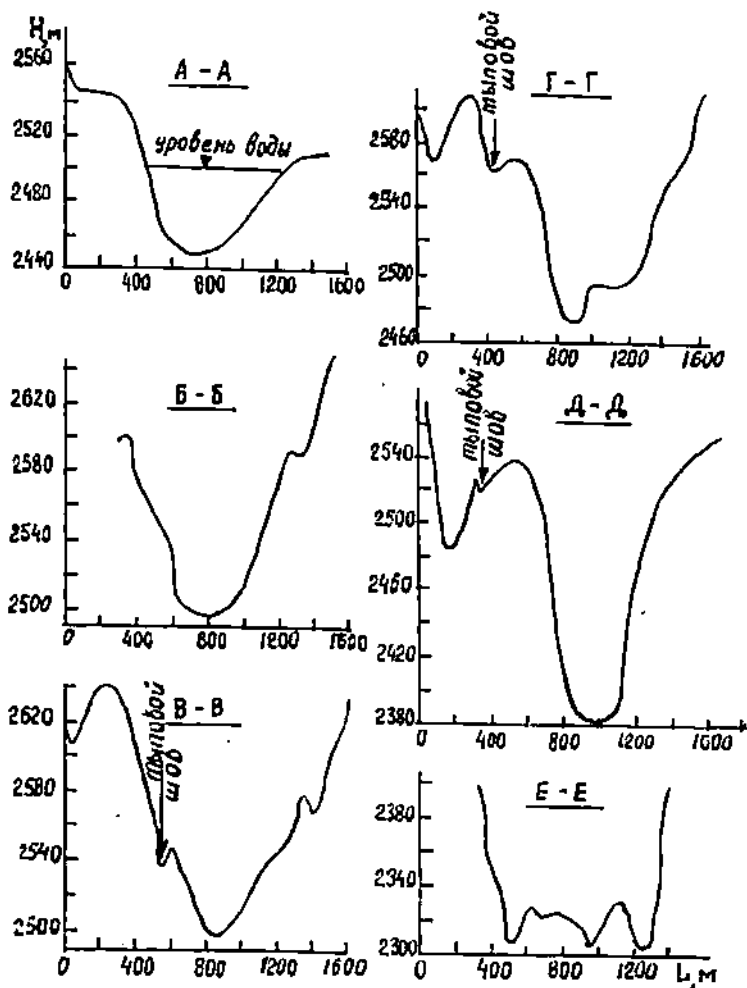


Рис. 4. Поперечные профили через тело завала. Схема расположения поперечных профилей приведена на рис. 1.

Представляется также очевидным, что на месте озера находилась среднечетвертичная морена с высотными отметками 2500–2550 м, фрагмент которой сохранился и образует правый берег озера, либо на месте озера находился участок ущелья, высотные отметки дна которого были на 120–170 м ниже современных. Упомянутое ущелье должно было представлять собой врез, образовавшийся в морене в ре-

зультате селевых явлений до формирования завала.

Однако второе предположение вступает в противоречие с выводом о том, что направления движения завальных масс вдоль упомянутых выше траекторий близки. Следовательно, на месте озера находилась морена, которая была размыта в ходе опорожнения протозера. Этот вывод подтверждается и тем, что откос, образующий юго-восточный берег озера, имеет видимую высоту около 100 м и наклонен под углом, близким к 37° , причем его плоскость проходит как через завальные массы, так и соседствующие с ними моренные отложения. Причина его образования связана с эрозионным углублением в теле завала и моренных отложениях в ходе опорожнения протозера. Следовательно, образование современной перемычки - результат нарушения устойчивости бортов эрозионного углубления в теле завала.

Поскольку особенности геологического и геоморфологического строения Заилийского Алатау, сейсмоактивность и климат в обсуждаемом регионе в течение голоцена изменились незначительно, целесообразны комплексная оценка риска хозяйственной деятельности в условиях возможной реализации природных катастроф, выявление роли антропогенного фактора в провоцировании катастрофических явлений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаханянц О.Е. Срез. - Л.: Гидрометеиздат, 1989. - 112 с.
2. Монин А.С. История Земли. - Л.: Наука, 1977. - 228 с.
3. Цытович Н.А. Механика грунтов. - М.: Высшая школа, 1979. - 272 с.

Казахский научно-исследовательский институт мониторинга окружающей среды и климата

ҮЛКЕН АЛМАТЫ ӨЗЕНІНІҢ АЛҚАБЫҢДА АПАТТЫ ГОЛОЦЕНДІ ҚҰБЫЛЫСТАР ТУРАЛЫ

Техн. ғ. канд. Б.С.Степанов
А.Х.Хайдаров
Р.К.Яфязова

Үлкен Алматы көлі пайда болуына себепті маңызды
этаптардың гипотезасы айтылды. Көлдік жарылу ағыны кезіндегі
селдің масса көлеміне және мінездемелеріне баға берілген.