

ОБ ОДНОЙ КАТАСТРОФЕ НА ПАМИРЕ

(История Сарезского озера)

Академик Пославский В.В.

Гидротехника и мелиорация. № 3. Москва. 1968.

«В ночь с 6 на 7 февраля (с 19 на 20 по н. с. В.П.) 1911 г. часов в 11^{3/4} ночи люди Памирского поста (ныне г. Мургаб) были разбужены сильными подземными толчками; казалось, весь пост на какой-то тряской телеге повезли куда-то; одинаковое впечатление испытал Орошорский волостной правитель Кокан-бек, кочевавший тогда на восточном берегу озера Кара-Куля».

Так писал в своей книге «Памирское землетрясение 1911 г.» член ВИГО полковник М.И. Чейкин. В это самое время в 120 км от Памирского поста в долине Мургаба, у таджикского кишлака Усой, в результате сильного девятибалльного землетрясения произошел грандиозный по своим масштабам обвал склона горы, возвышавшейся над долиной на 2-2.5 км.

На Мургабе в эту ночь была создана естественная плотина высотой до 800 м, длиной поперек долины до 3.2 км и объемом тела около 2.2 млрд. км³. Кишлак Усой со всеми жителями (54 человека) был полностью погребен завалом*. Случайно в живых остались три жителя Усоя - Миршалиб Гургалиев, Намшит Карамшаев и Суламат Карамхудоев, отправившиеся на праздник в кишлак Сарез, пережившие здесь землетрясение, слышавшие грохот обвала и видевшие плотную завесу пыли, стоявшую над кишлаком Усоем несколько дней. Через три дня им удалось добраться до места завала и увидеть нагромождение обломков скал на месте своего родного кишлака.

**По сведениям, полученным капитаном Г.А. Шпилько, в результате этого землетрясения погибло 835 человек, из них на Памире - 133, в том числе 54 жителя Усоя, и 702 человека - в Афганистане.*

Какова же была общая продолжительность землетрясения, сильно ощущавшегося на Памирском посту? По свидетельству того же полковника М.И. Чейкина, «время надо считать минутами, т.к. один из офицеров поста, читавший в кровати книгу, успел встать, одеться, выйти распорядиться выводить лошадей из конюшни, затем вернуться опять к себе в комнату и сделать, на всякий случай, две папиросы, после чего колебания почвы прекратились. Нечего говорить, что висящие предметы качались, даже такие, как охотничьи ружья, висящие на широких ремнях, давали сильный размах».

От момента, когда произошел обвал, нас отделяет 56 лет. За это время на Усойском завале и Сарезском озере, несмотря на большие трудности пути, особенно в период до постройки Памирского тракта, побывало немало смелых исследователей. Собранные ими данные являются единственным источником для суждения о происшедшей катастрофе, жизни Усойского завала и Сарезского озера. Ниже нами дается краткий обзор этих исследований.

В горах Памира и Тянь-Шаня много озер, образовавшихся от обрушения горных масс; большинство из них расположено высоко в горах, в труднодоступных для человека местах. За последние три года прорвались завальные плотины озера Иссык, расположенного недалеко от г. Алма-Аты, и озера в верховьях р. Исфайрамсай в районе г. Ферганы. В результате в обоих случаях произошли наводнения, повлекшие человеческие жертвы и причинившие значительный ущерб хозяйствам. 24 апреля 1964 г. на р. Зеравшане, в месте слияния ее с Фандарьей в 1 км. выше селения Айни, произошел оползень левого берега с объемом горной массы 20 млн.м³, что привело к образованию озера объемом до 90 млн.м³. Угроза прорыва с тяжелыми последствиями была

предотвращена благодаря большим усилиям водных работников, местного населения и воинских частей, боровшихся со стихией под общим руководством зам. председателя Совета Министров СССР И.Т. Новикова.

Рис. 1. Гидрографическая схема бассейна Сарезского озера [29-а]

Таблица 1

В связи с обвалом в долине р. Зеравшана (24 апреля 1964 г.) и прорывами двух озер: Иссык - недалеко от Алма-Аты и озера в верховьях Исфайрамсай в районе г. Ферганы, в настоящее время начато систематическое обследование горных озер на территории Узбекистана, и вновь возникла тревога за устойчивость Усойского завала, удерживающего массу воды объемом до 18 км³. Поэтому по предложению правительств Узбекской и Таджикской советских республик была создана Межведомственная комиссия

по Сарезскому озеру в составе: Л.В. Дунин-Барковского (председатель), В.В. Пославского, С.А. Боровца, М.П. Кузьмина, Т.М. Мухамедова, В.Н. Рейзвих, Ю.А. Дьякова, М.В. Чуринова, Т.Г. Раутиан. В задачу этой комиссии входило: оценить современное состояние завала и наметить программу исследований и наблюдений. Комиссия изучила материалы прежних лет и рекогносцировочного инженерно-геологического обследования завала и зоны озера, выполненного Управлением геологии Совета Министров Таджикской ССР и ВСЕГИНГЕО в июле 1967 г., и в период с 23 по 26 августа 1967 г. посетила место завала и участок озера между завалом и Ирхтским заливом.

Следует отметить, что экипаж вертолета (командир Ю.И. Сачко) и врачи санитарной авиации - П.Я. Жуков и А. Саушкин - отлично справились с порученной им задачей и тем самым обеспечили успешную работу Комиссии.

Историческая справка. В 1883 г. геолог Д.Л. Иванов прошел по дну той части долины Мургаба, где спустя 28 лет образовалось Сарезское озеро, и дал геологическую характеристику района. В 1889 г. путешественник Б.Л. Громбчевский посетил кишлак Сарез и определил некоторые высотные отметки местности. В 1900 г. магнитолог Б. В. Станкевич прошел по тем же местам и дал описание маршрута.

Из записей этих авторов следует, что участок Мургаба от устья р. Лянгар и далее вниз по реке труднопроходим. Река Мургаб течет в глубоком ущелье, прижимаясь то к одному, то к другому берегу. Кишлак Усой приютился на правом берегу реки, на высокой террасе. Тропы шли в обход этого участка по левому берегу Мургаба, в стороне от него, и спускались к Мургабу несколько ниже кишлака Усой. Спуск представлял три ската, разделенные двумя плато; верхний скат - самый крутой. «Спустившись к Мургабу, мы очутились как бы на дне глубокого колодца: небольшая площадь на левом берегу Мургаба окружена с трех сторон очень высокими и почти отвесными утесами, на противоположном берегу высятся почти такие же отвесные кручи» (2-а, 35). В этом месте и произошел в 1911 г. обвал, засыпавший кишлак Усой. Два плато на левом берегу, упоминаемые Б.В. Станкевичем, показаны на плане этого района, составленном И.А. Преображенским в 1915 г.

Начиная с 1911 г. завал и озеро привлекали к себе внимание многих исследователей, среди которых были крупные геологи и ученые нашей страны.

В 1911 г. топограф-геодезист, член ВИГО полковник М.И. Чейкин, работавший в то время на Памире, по-видимому, одним из первых пролил свет на происшедшую катастрофу. В том же году эти места посетил немецкий путешественник Арвед Шульц, который дал краткое описание завала. В декабре около кишлака Сарез по краям озера из воды еще торчали верхушки деревьев.

В 1913 г. инженер Д.Д. Букинич сделал тахеометрическую съемку завала и высказал первые предположения о возможности его прорыва.

В 1913 и 1914 гг. начальник Памирского отряда подполковник генштаба Г.А. Шпилько сделал съемку озера и завала, дал продольный профиль по дну долины, обнаружил (в 1914 г.) родники на теле завала. Он пригласил местного таджика Нияза Кабулова вести наблюдения за уровнем озера по 58 пирамидам, сложенным из камня на расстоянии одной сажени по вертикали. По мнению Г.А. Шпилько, «Сарезское озеро не в состоянии ни прорвать, ни опрокинуть завал. Спуск озера начнется с просачивания воды, которая путем медленного размыва своего ложа превратится в более или менее спокойный сток сквозь завал» (39, 40). Этот прогноз Г.А. Шпилько оправдался.

В 1915 г. И.А. Преображенский (27) за 20 дней пребывания на завале произвел геологическую съемку, исследовал состав завала, подготовил два топографических плана района до завала и после, определил объем и объяснил причины обвала, подготовленного водной эрозией. Он считал, что достаточно было небольшого толчка, чтобы вся масса соскользнула по наклонной поверхности. Глубина озера достигала в то время 353 м. Общий дебит родников И. А. Преображенский оценил в 2 м³/сек. Относительно опасности прорыва завала он поддержал мнение Г.А. Шпилько.

В 1923 г. Н.Л. Корженевский посетил озеро, отметил повышение уровня и считал р. Мургаб ниже завала почти восстановленной.

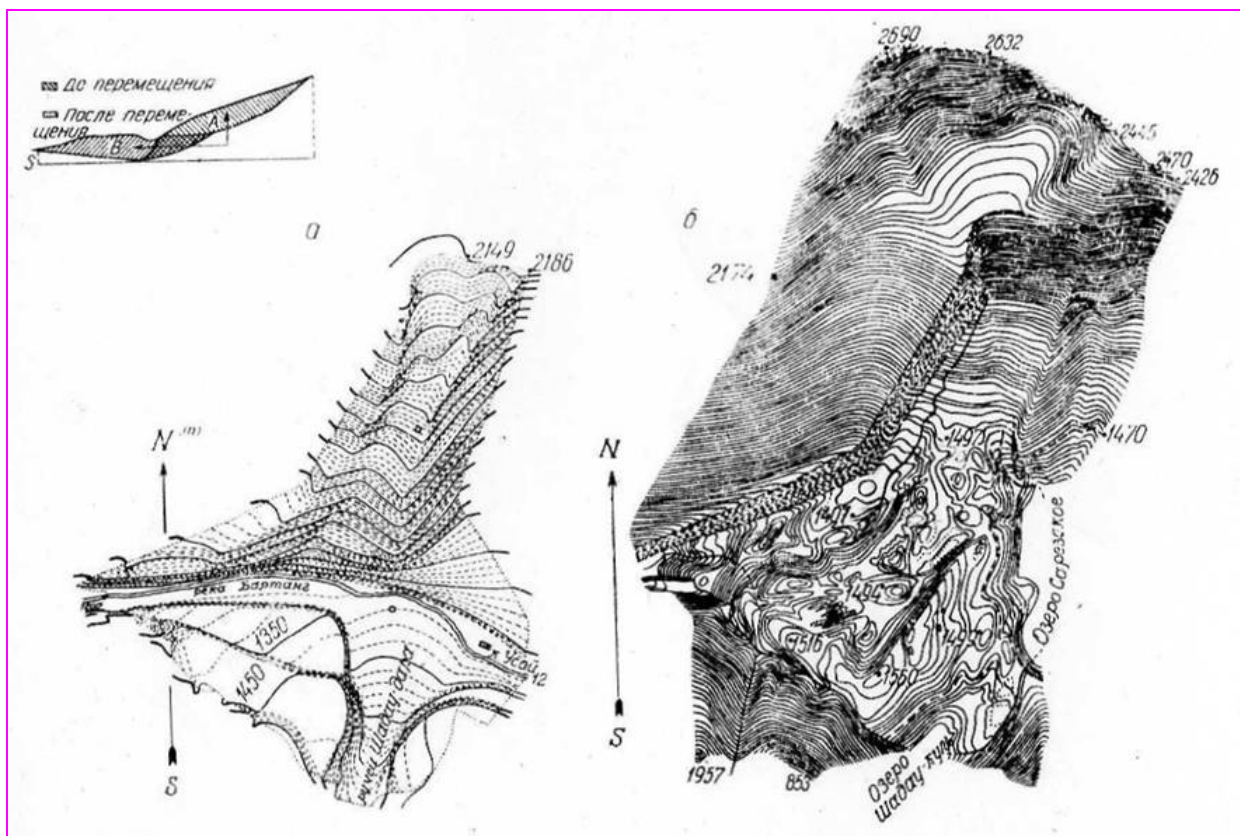


Рис. 2. Планы местности у кишлака Усой [27]: а - до катастрофы 1911 г.: горизонталы пунктирные - через 10 саж., сплошные - через 50 саж.; контур обрушения показан точечным пунктиром, кружками обозначены центры тяжести переместившихся масс; б - после катастрофы (по Преображенскому И.А. [27])

В 1925 г. топограф В.С. Колесников впервые обнаружил овраг (каньон), по которому текла уже река с расходом, близким по величине к расходу Мургаба.

В 1926 г. проф. О.К. Ланге возглавил экспедицию в составе А.Н. Волкова, Н.Ф. Тейхмана и Т.М. Щеулова, которая сделала фототеодолитную съемку завала и выполнила ряд работ на озере и впадающих в него речках. Сложилось мнение, что фильтрация в форме потоков карстового типа повлечет за собою деформацию завала и продвижение головы каньона в сторону озера. Далее подчеркивалось, что для окончательных решений имеющихся данных недостаточно и требуется организовать систематические исследования.

В 1929-1934 гг. Сарезское озеро и завал посетили члены Таджикско-Памирской экспедиции геологи Г.Л. Юдин, Циммерман и П.П. Чуенко. Ими составлены схематические геологические карты бассейна и берегов Сарезского озера. В 1932 г. инж. Н.А. Караулов исследовал вопрос энергетического использования Сарезского озера. Он считал, что непосредственной угрозы для нижерасположенных долин завал не представляет, и рекомендовал вести за ним систематические наблюдения.

В 1934 г. В.А. Афанасьев (3), по инициативе НК РКК СССР, организовал экспедицию, в состав которой входили Т.М. Щеулов, Л.В. Дунин-Барковский, А.И. Тихомиров и другие. Экспедиция обработала фототеодолитную съемку завала, сделанную в 1926 г., и произвела новую такую же съемку озера, определила скорости движения потока через завал (они были до 2,7 м/сек). При этом было установлено, что продвижение головы каньона в тело завала почти прекратилось, дно его несколько заглубилось и появились два новых каньона, соединяющихся с основным несколько ниже

его головы. Расход р. Мургаба увеличился до 80 м³/сек, а уровень озера повысился над максимальным (1926 г.) на 7,7 м. Участники экспедиции согласились с мнением Г.А. Шпилько и И.А. Преображенского об устойчивости завала.

В 1938 г. была открыта гидрометеорологическая станция в Ирхтском заливе Сарезского озера; гидрологом И.Е. Горшениным в 1943 г. проведена съемка озера. В 1939 г. гидролог А.А. Солдатов измерял скорость фильтрации воды и нашел ее равной 1.73 м/сек - меньшей, чем по измерениям в 1934 г.

В 1946 г. начальником гидрометеостанции Ирхт В.В. Акуловым было произведено геологическое и геоморфологическое картирование берегов озер Сарезского и Шадаукуль, а также обобщены все материалы, имевшиеся к тому времени по завалу и озеру. В том же году озеро посетил В.И. Рацек, который на основании материалов аэрофотосъемки и собственных фотоснимков полагал, что обвал встретил на своем пути хребет, служивший левым берегом р. Шадаудара, и обрушил его в реку, в результате чего и образовалось озеро Шадаукуль. В.И. Рацек считал завал прочным и не допускал возможности его катастрофического прорыва водами озера (2-а, 28).

В 1956 г. экспедиция МИСИ им. Куйбышева под руководством О.Ф. Васильева с участием инженеров А.Н. Марчук, Е.Н. Елизарова, П.М. Виссинг и других обследовала завал и истоки Мургаба. С помощью тахеометрического хода с нивелировкой от уреза Сарезского озера (2/VIII) до головы каньона экспедиция установила кратчайшее расстояние между озером и выходом первых родников - около 1,5 км. и разность их уровней - 146 м. О.Ф. Васильев считал, что опасность могут представлять лишь новые крупные обвалы в этом же месте или в озере. Фильтрационные расходы стабилизировались и их колебания следуют колебаниям уровня озера.

В 1957 г. гидрологи Р.И. Селиванов и В.И. Андреев выполнили нивелировочный ход через пониженную часть завала. Процесс образования сквозной долины, по их мнению, растянется на многие сотни лет, развитие озера в проточное будет протекать спокойно, эволюционным путем.

В.Н. Рейзвих, неоднократно посещавший Усойский завал и изучавший элементы водного баланса Сарезского озера, в 1959 г. разработал этот баланс, используя 20-летний цикл наблюдений.

В обсуждении вопросов, возникавших вокруг Усойского завала и Сарезского озера, принимали участие многие крупные ученые и исследователи - В.Н. Вебер, Л.С. Берг, К.И. Богданович, Д.И. Мушкетов, Д.Д. Букинич, Д.В. Наливкин, И.Л. Корженевский, О.К. Ланге, Н.Г. Малицкий, Б.Б. Голицын, Н.А. Караулов, Л.А. Молчанов.

Об Усойском завале и Сарезском озере написано немало статей в трудах Географического общества и институтов, в трудах Памиро-Таджикской экспедиции 1929 - 1934 гг., в таких книгах, как «Путешествие по Памиру» И. Лукницкого (1955 г.), «Оледенение Памира» Р.Д. Забирова (1955). Описывается катастрофа, обсуждаются причины, вызвавшие ее. По этому поводу высказываются соображения, делаются прогнозы о дальнейшем развитии фильтрации и деформации тела завала, о возможности новых обвалов, об опасности прорыва завала и катастрофических последствиях. При этом сообщается много интересных деталей и неизменно на протяжении уже более 50 лет все авторы говорят о крайней недостаточности сведений для достоверных прогнозов и подчеркивают необходимость постановки систематических работ по изучению озера и завала, организации стационарных наблюдений за ними.

Природные условия. Истоки рек Пянджа и Вахша, слияние которых образует Амударью, находятся на Памире, самой высокогорной части Советского Союза: «Горные поднятия Памира представляют собой систему мощных параллельных хребтов широтного направления, восточная половина которых как бы спаяна между собою на высоте 4 тыс. м., днищами широких пологих долин и бессточных котловин, образует Восточный Памир, а западные отделены друг от друга узкими глубокими долинами рек, впадающих в

Пяндж на уровне 1600-1800 м. Система параллельных широтных хребтов в ряде случаев осложнена хребтами меридионального направления» (9-а).

Геологи различают на Памире два типа хребтов: орографические, образовавшиеся в результате эрозии, и тектонические. Первые вытянуты в меридиональном направлении (Зулумарт, Академии наук, Сарыкол), вторые - в широтном направлении (Заалайский, Рушанский, Язгулемский) и Западный Памир расчленен глубокими речными долинами, над которыми хребты и пики возвышаются на 3-4 тыс. м. при абсолютной отметке над уровнем моря 5-6 тыс. м. Высочайшие вершины (Пик Коммунизма - 7495, Гармо - 6595. Патхор - 6080 и Карла Маркса - 6726 м.) располагаются примерно вдоль границы Западного и Восточного Памира.

Река Пяндж, начинаясь от слияния рек Памир и Вахандарья, до выхода в долину у Чубека, проложила себе путь через высочайшие горные хребты (Ваханский, Шугнанский, Рушанский, Язгулемский, Ванчский, Дарвазский). На этом участке в Пяндж вливаются его главные правые притоки: Гунт с Шахдарой (у г. Хорога), Бартанг (у г. Рушана), Язгулем и Ванч; самый многоводный из них - Бартанг. Это название раньше он получал после слияния рек Мургаб и Кудары, теперь же Бартангом называют реку, вытекающую из Сарезского озера через Усойский завал.

Река Мургаб вытекает из Чокмоктикульских озер на территории Афганистана и до поста Памирского течет под названием Аксу, далее, до слияния с Кударой, носит таджикское название Мургаб. Кудара образуется слиянием двух рек - Танымас и Кукуйбель, питающихся ледниками хребтов Академии наук, Музкол и их отрогов.

Бартанг течет в глубоком узком ущелье, образованном с севера хребтами Язгулем и Музкол (после впадения р. Кудары) и их отрогами, с юга - хребтом Рушан, его продолжением Базардара и их отрогами. Ущелье Бартанга извилистое, с крутыми склонами, скалистыми в верхних своих частях, а ниже - покрытыми каменными осыпями. Местами, при впадении речек, ущелье незначительно расширяется. Здесь располагаются небольшие таджикские селения, посевы, сады.

Выше впадения Кудары по Мургабу располагались последние таджикские селения - Усой, Сарез и Ирхт, исчезнувшие при катастрофе в 1911 г. Это район крайних пределов земледелия. Выше долина Мургаба, подобно всем долинам Восточного Памира, пустынна, камениста, со скудной растительностью.

Вдоль южного склона западной части Музкольского хребта вытянулось Сарезское озеро. Этот склон имеет небольшую ширину - 5-6 км и довольно круто спускается к озеру. Максимальные высоты хребта достигают 5800-5900 м. К Сарезскому озеру с Музкольского хребта спускается шесть крупных ледников, сходных с ледниками Сарезского хребта, расположенного с южной стороны озера. Эти ледники, отличные от ледников Западного и Восточного Памира, имеют сравнительно небольшие области питания, ширину 200-300 м, длину 2-3 км, уходя затем под толщу сплошного щебня. Щебневые потоки с погребенными концами ледников тянутся еще 3-4 км вниз, имеют достаточно большую крутизну и уходят под уровень Сарезского озера. Найти действительное положение конца ледника почти не удастся. Такие ледники нигде не образуют поверхностных водотоков. Во время крупного землетрясения 1911 г. ледники хребтов, окаймляющих современное Сарезское озеро, были, по всей вероятности, погребены мощной толщей щебня, предохранившего лед от дальнейшего таяния. Нередко погребенные участки таких ледников в 2-3 раза превышают открытые. Возможно, лед под мощной толщей щебня обладает самостоятельным движением, не имея достаточной энергии для переноса щебневого покрова. Открытые поверхности этих ледников имеют длину от 2 до 3 км, а вместе с погребенными концами - от 6 до 7 км. Общая площадь открытых частей шести ледников южного склона Музкольского хребта вдоль Сарезского озера 7.62 км². Снеговая граница проходит на высотах от 5000 до 5100 м (9-а).

С южной стороны Сарезского озера расположен Базардаринский хребет, отметки наивысших точек которого достигают более 5500 м (гора Лянгар). На северном склоне

хребта тянутся отроги Сарезский с пиком Черный шпиль (5800 м), Караджилга с пиком Базар-Тепе (5880 м).

На Рушанском и Базардаринском хребтах зарегистрировано 245 ледников общей площадью 975 км², из которых на северный склон (бассейн Бартанга) приходится 193 ледника с площадью 736 км². Из 7273 км² ледников, питающих Амударью, на долю Бартанга падает 1745 км², а на долю Вахша - 3716 км².

Река Бартанг при впадении в Пяндж (пост у кишлака Шуджан) имеет среднегодовые расходы от 103 (1947 г.) до 154 м³/сек (1944 г.) и сток в те же годы от 3,25 до 5,4 км³. Максимальные расходы достигают 624 м³/сек (VIII/ 1950 г.), а минимальные падают до 42 м³/сек (IV/1947 г.).

Краткая климатическая характеристика. Единственная гидрометеостанция «Ирхт», организованная в 1938 г., ведет наблюдения за основными элементами климата (2-а, 29-а). Станция расположена на правом берегу р. Лянгар при впадении ее в Ирхтский залив, в 6 км от Сарезского озера. Поэтому ее данные не вполне характеризуют метеорологические условия главной долины между хребтами Музкол и Базардара, месторасположение Сарезского озера.

Количество осадков невелико, в среднем за 20 лет 137 мм в год. Наибольшее количество осадков (100 мм) выпадает с декабря по май, а в остальные месяцы (июнь - ноябрь) выпадает всего лишь 31 мм. Годовая сумма осадков колеблется от 176 мм (1942 г.) до 89,6 мм (1940). Сильные колебания осадков наблюдаются и по месяцам: так, за март 1945 г. выпало 78,5 мм, а в марте 1940 г. - только 2 мм. Снежный покров держится 4-5 месяцев, достигая высоты 60 см. Для района Сарезского озера характерны продолжительная холодная зима и короткое прохладное лето. Морозы зимой достигают -32,4° (набл. минимум), на озере Каракуль -40,5° и в г. Мургабе -42,5°. Летние температуры достигают 27° (набл. максимум). Среднемноголетняя температура самого теплого месяца - июля +15,8°, а самого холодного - января -13,5°. Среднемноголетняя температура воздуха +1,0°. Число дней, с морозом 242 (1943 г.) и 205 (1942 г.); дней без оттепели насчитывается 114.

Озеро простирается с запада на восток, и ветры дуют в этом направлении. По долинам рек, впадающих в озеро, преобладают ветры южного направления. Волнение на озере порядка 1-2 баллов, но иногда и больше, что не только затрудняет, но и делает опасным плавание по озеру в лодках.

Испарение - наиболее трудно учитываемый элемент водного баланса, так как ни одной из существующих формул не учитываются особенности испарения с водоемов, расположенных на высоте свыше 3000 м. Расчеты по формулам Зайкова и Давыдова дали величину испарения 891 и 1133 мм в год.

Усойский завал. Динамику Усойского завала в общих чертах можно представить следующим образом.

На крутом склоне правого берега реки, подрезанном снизу, по тектонической зоне дробления, значительно ослабленной действием воды, произошло отчленение и оползание массива пород на фронте около 4.5 км. в объеме до 2,2 млрд.м³. Сползший массив, перекрыв узкую в этом месте долину, уперся в ее противоположный борт. Здесь наблюдается обратный уклон сместившихся пород, достигающий 30% и более (рис. 2, 3 и 4). Дальше всего продвинулась восточная часть оползня, засыпавшая кишлак Усой.

В результате глубокого смещения по криволинейной поверхности в тыловой части образовалась депрессия, а тело завала с наиболее приподнятой центральной частью испытало деформации, в результате которых на поверхности образовались цирки, воронки и ступенчатость массива породы, часто с обратным уклоном поверхности.

Тело завала сложено в основном кремнистыми и глинисто-кремнистыми сланцами темно-серого и черного цвета. Узкую полосу в северной части завала занимают мраморы светло- и темно-серые и доломиты розоватого цвета с примесью гипсов. Среди сланцев вдоль южного края завала, в нижней его части, имеются речные гранитные валуны;

брекчии из обломков кремнистых сланцев и другие породы имеются в низовой части завала. В настоящее время на теле завала наблюдаются следы оползней в виде трещин, вытянутых понижений, стенок и бортов срыва. Значительная часть депрессии впоследствии была заполнена селевыми отложениями, поступившими с восточной стороны стенки отрыва (рис. 4).

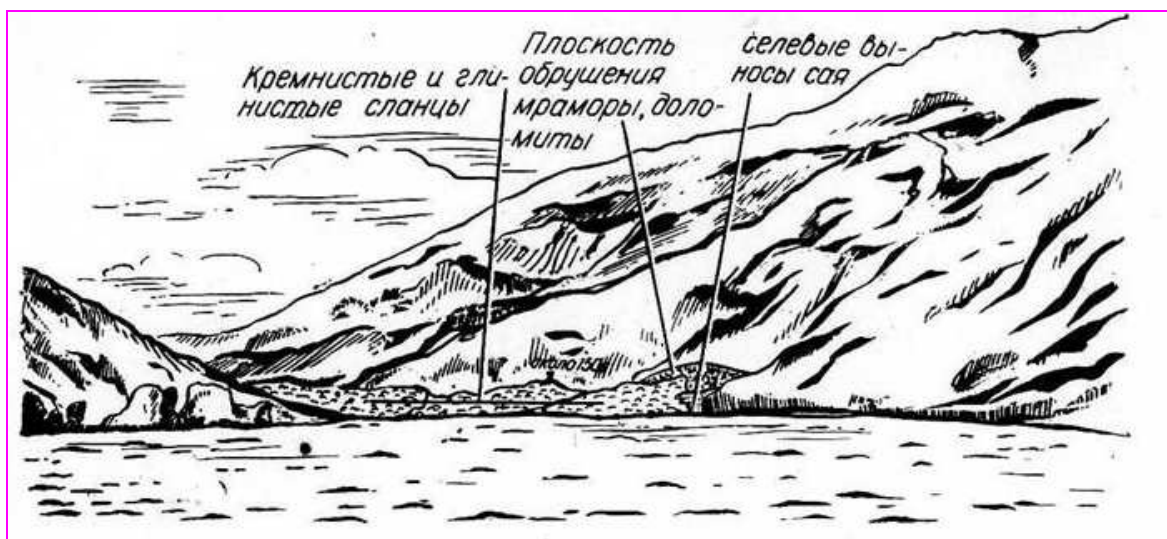


Рис. 3. Вид на завал со стороны Сарезского озера, с расстояния около 4 км

Подробное описание завала было дано в 1915 г. И.А. Преображенским (27). Виды на завал со стороны озера (рис. 3) и низовой стороны (рис. 4, 5, 6) дают наглядное представление о завале в целом. Наиболее пониженной частью завала является его северная часть с отметками поверхности порядка 3272 м., всего на 50-60 м. выше современного уровня озера. Часть завала над озером и руслом Бартанга представляет собою нагромождение глыб темно-серых кремнистых и глинистых сланцев. Эта гряда, вытянутая примерно на 3.5 км. с СВ на ЮЗ, имеет наивысшую отметку 3464 м. (на 244 м. выше уровня озера) и южной частью примыкает к коренному левому берегу долины.

Вдоль северного края нагромождены (шириной около-500 м.) обломки доломитов, мраморов и гипса, выделяющихся своим белым цветом. Эти породы сравнительно легко выветриваются и рассыпаются в порошок на поверхности. Западная, низовая часть завала сложена более мелким, чем основная гряда, обломочным материалом.

Горный склон правого берега долины, на котором произошел оползень, очень крутой. Пласты, наклоненные к юго-востоку, изогнуты вторичными складками с наклоном по оси в ту же сторону. Прямо против завала в этом склоне имеется глубокая западина. По мнению К.К. Щеткина (42-а), в этом месте произошел вывал ядра синклинали, образовавшего завал, и главной причиной огромных размеров завала является синклинальная структура области питания.

Эта часть правого склона сложена, как пишет И.А. Преображенский, из доломитизированных мраморов и гипсов светло-желтого и светло-серого цвета мощностью до 1500 м., покрытых сверху желто-красным пластом. Выше над этой толщей, в темных кремнистых сланцах и известняках высотой более 5000 м., расположены рядом два глубоко вдающихся в склон кара, на дне которых под обломочным материалом лежат ледники (языки их обнажены в виде отвесной стены). Талыми водами снега и этих ледников выработаны узкие и глубокие отвесные щели, которые ниже соединяются в одну большую щель. Обломочный материал, покрывающий ледники, с шумом падает вниз, вызывая облака пыли и производя впечатление обвалов. Из обломочного материала на завале образовался конус выноса, прорезанный по краям оврагами. Основным овраг в то время имел ширину 80 м., а глубину - до 30 м. По границе завала с правой стороны, начиная от западины, стоит крутая стена сланцев, понижающихся к концу завала.



Рис. 4. Вид на главный хребет со стороны нижнего бьефа правого берега каньона, прорезанного потоком в селевых отложениях. На переднем плане справа видна голова каньона и бурные потоки из откоса, сложенного крупнообломочным материалом скальных пород (преимущественно кремнистые и глинистые сланцы. Слева хорошо видна плоскость скольжения в сланцах, мраморах и доломитизированных известняках. Объем сползшей породы свыше 2.2 млрд. м³. Высота завала 600-800 м., длина по главному хребту около 4.5 км. и по основанию вдоль долины около 5-6 км. (24/VIII/1967 г.)

На фотоснимке (рис. 4) хорошо видны описанный выше склон и овраги, по которым талые воды стекают в озеро и в сторону нижнего бьефа, конус выноса, изрезанный руслами.

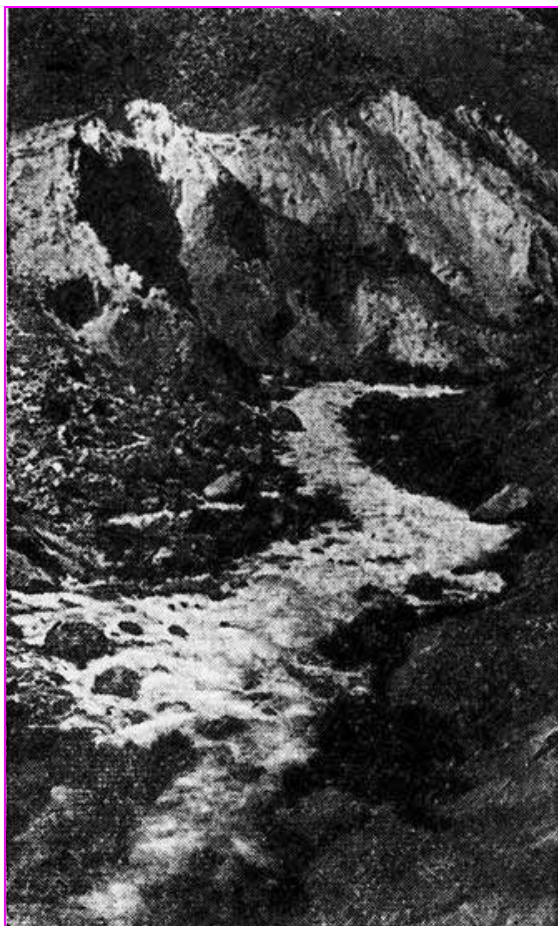


Рис. 5. Вид с головы каньона на первые 250-300 м. р. Мургаб (24/VIII/1967 г.)



Рис. 6. Вид на каньон вниз по течению (24/VIII/1967 г.)

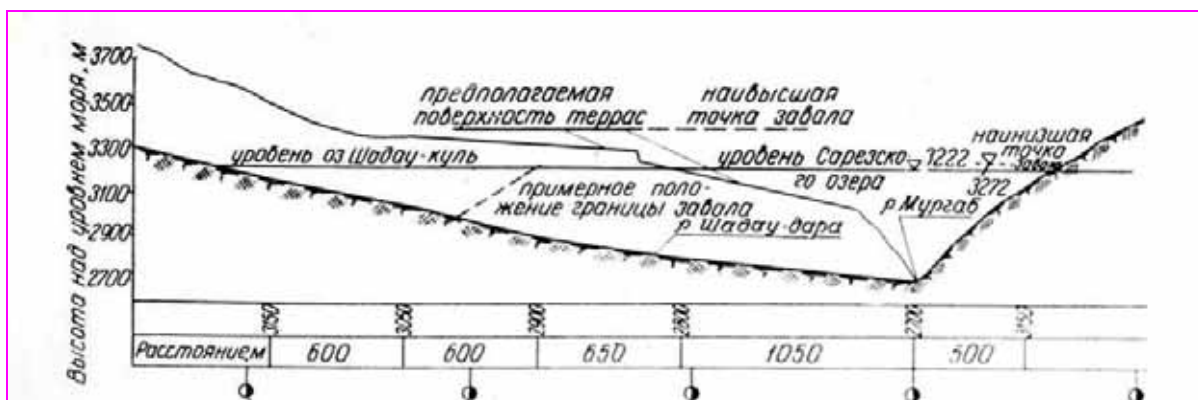


Рис. 7. Совмещенные поперечные профили на левом берегу. Значительная масса обвала легла на конус выноса р. Шатаудара впереди террас

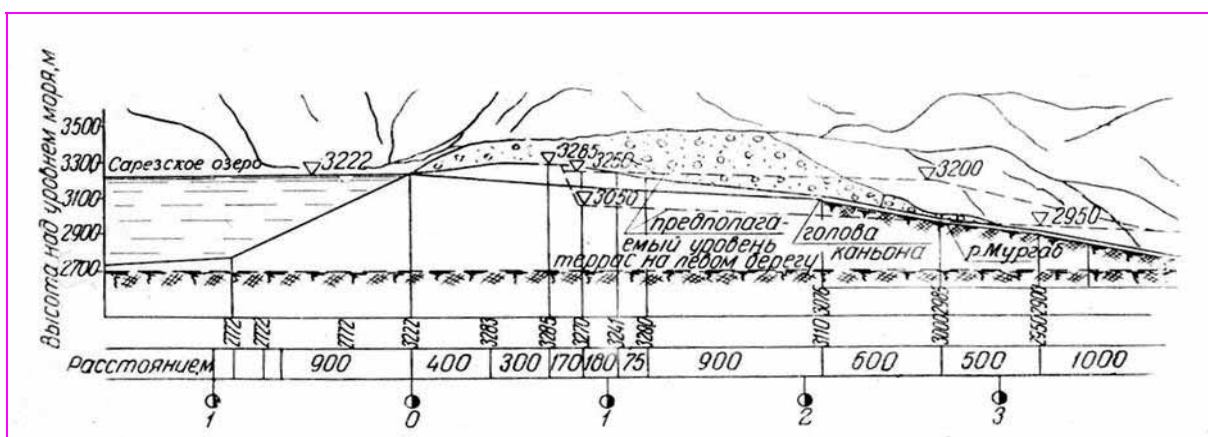


Рис. 8. Поперечный профиль через пониженную часть завала, далее вдоль подошвы главного хребта завала и по руслу р. Мургаб (Бартанг)

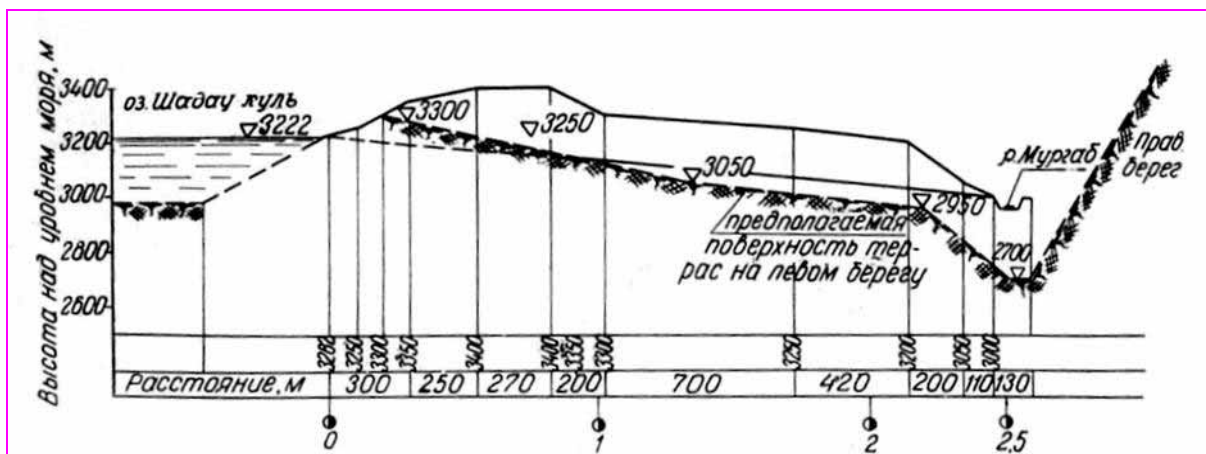


Рис. 9. Поперечный профиль через завал от озера Шатаукуль до р. Мургаб

Используя данные И.А. Преображенского, О.Ф. Васильева и других исследователей, мы составили схематические поперечные профили, приведенные на рис. 7 и 8. Значительная часть обвала заполнила конус выноса р. Шатаудара и легла на высокие террасы левого берега Мургаба. Эти террасы на левом берегу р. Шатаудара служат, по-видимому, надежным упором для расположенной перед ними части завала (рис. 9). Завал в целом как бы заклинен в узком ущелье Мургаба. Только этим можно объяснить высокое положение на теле завала многочисленных выходов воды. Нижняя половина завала, заполнившая узкое и глубокое ущелье-Мургаба, по-видимому, сильно уплотнена и заилена и поэтому маловодопроницаема.

Сарезское озеро. Отметка уровня Сарезского озера (название его принято от затопленного кишлака) 3222 м. (август 1946 г.). Такую же отметку имеет озеро Шадаукуль. Это объясняется тем, что озера сообщаются между собой водами, фильтрующимся через разделяющую их каменную перемычку. Длина озера по оси 61 км., ширина в заливе Марджанай 3.38 км. и немногим меньше у завала, в других местах - 1-2 км. Наибольшая глубина его у завала 505 м.. Площадь озера 88 км²., общая длина береговой линии 175 км. На озере имеется только один остров (против залива Марджанай), в 200 м. от северного берега, размером 400х150 м. Объем воды в озере 17 км³ (рис. 10).

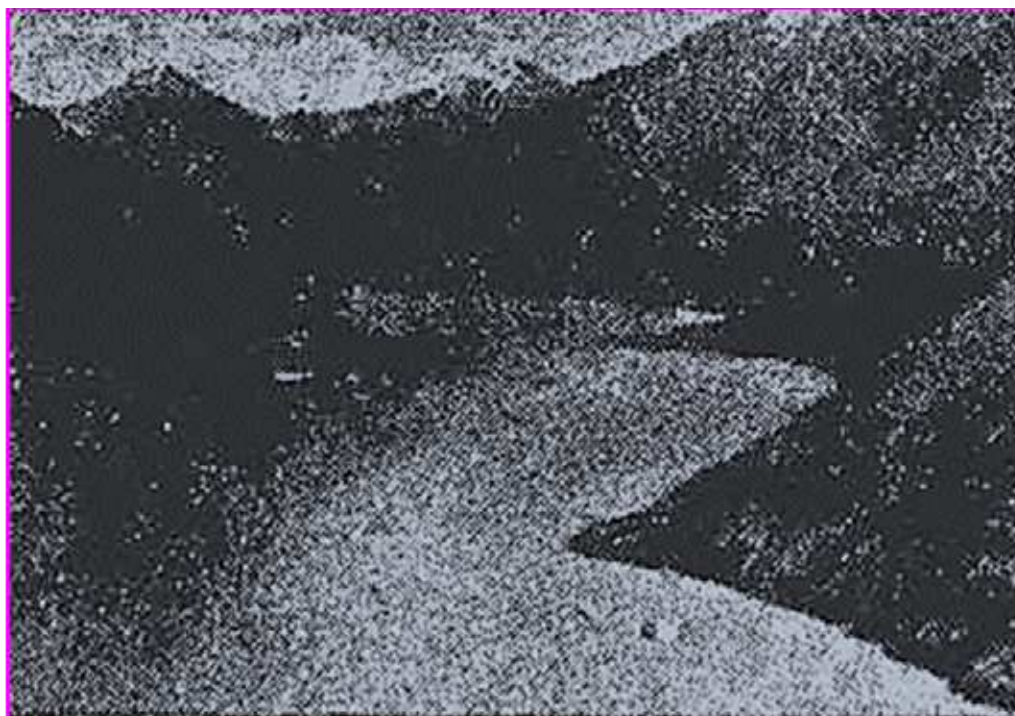


Рис. 10. Вид на Сарезское озеро в 10 км. от завала

Озеро Шадаукуль имеет длину 3 км., наибольшую ширину 0.8 км., площадь 2.2 км², наибольшую глубину 240 м. (рис.11).



Рис. 11. Озеро Шадаукуль, образованное Усойским завалом при впадении р. Шадаудара в р. Мургаб

Средний уклон дна Сарезского озера 0.082. За 50 лет существования озера его воды еще не оказали сколь-либо заметного влияния на морфологию берегов, склонов долины, поднимающихся над уровнем озера на высоту более 2000 м. Берега озера скалистые, обрывисты или представляют собою громадные осыпи, уходящие своими вершинами к подножью обнаженных скалистых хребтов. Осыпи, подрезаемые волной, медленно сползают в озеро. Этому способствуют и талые воды, стекающие в озеро внутри осыпей. Особенно это относится к южному склону Музкольского хребта, по склонам которого геологами обнаружены зоны с крупными цирками и карами на участке от залива Марджанай до завала

Термический режим Сарезского озера в литературе освещен слабо. За температурой поверхностного слоя ведутся наблюдения только в Ирхтском заливе (рис. 12).

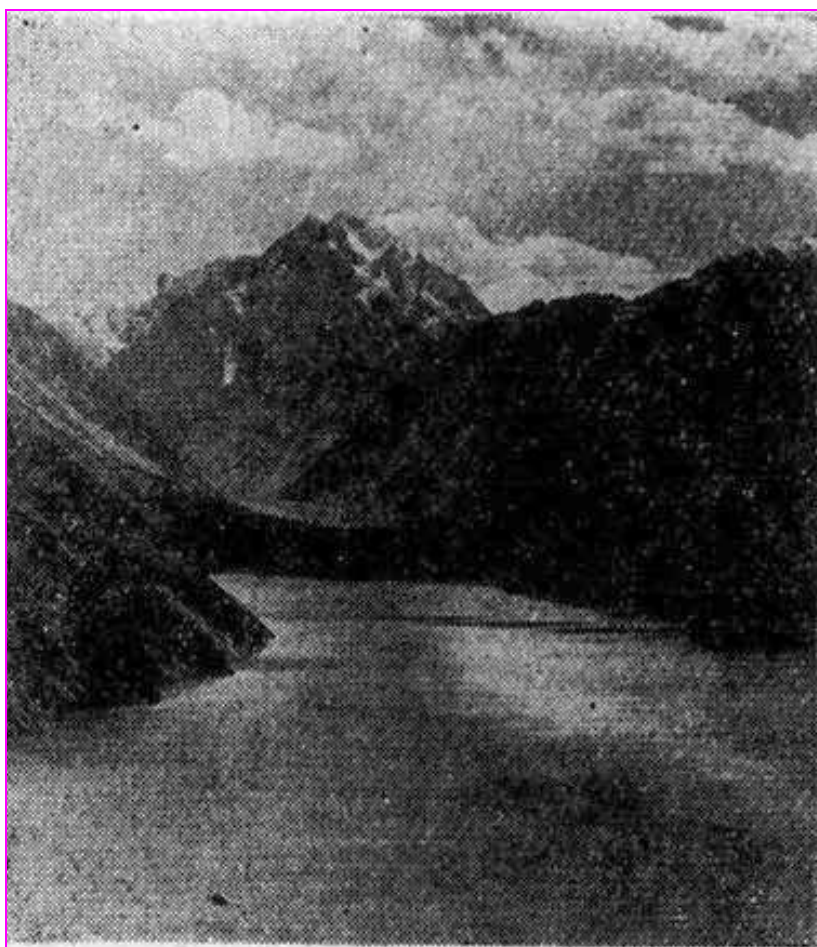


Рис. 12. Ирхтский залив. Вблизи расположена гидрометеостанция

Исследования распределения температур по глубине проведены на озере и в 1943 г. И. Е. Горшениным и в 1946 г. В. В. Акуловым (2-а) в 600 м. к западу от Ирхтского залива. Минимальная температура на поверхности воды наблюдается в феврале под льдом – 1.45° , максимальная в августе – 15.45° , абсолютный максимум 18.8° зарегистрирован 22/VIII 1950 г. Суточные колебания температуры имеют место на глубине до 20 м., сезонные - на глубине до 120 м., на большей глубине наблюдается постепенное повышение температуры, достигающее на глубине 440 м. 7.8° . Объяснения такому изменению температуры с глубиной пока не найдено. Отдельными исследователями высказываются различные предположения о причинах этого: влияние мутных вод притоков (В.В. Акулов), содержание в воде озера химических веществ, имеющих в своем составе серу, и содержание в глубинных частях озера тяжелой воды (В.Н. Рейзвих) и т.д. Этот вопрос требует, очевидно, специального изучения.

В начале декабря в заливах появляются забереги, сало, блинчатый лед. К концу месяца заливы замерзают, кроме мест впадения речек, а в середине января все озеро покрывается сплошным льдом. Толщина ледяного покрова к концу марта достигает 50-65 см. На открытой поверхности озера снеговой покров не держится. Под действием сильных ветров лед трескается, и образуются труднопроходимые торосы.

В марте, когда уровень озера понижается на 7-8 м., лед прогибается, трескается и часто затопливается водою. К концу апреля озеро освобождается от льда.

Геологическая характеристика и возможность новых обвалов. Сложное геологическое строение района Сарезского озера является результатом его бурного развития. Крупный Пшартский региональный тектонический разлом, от которого отходит большое число более мелких оперяющих разломов, проходит вдоль озера по его правому берегу и пересекает озеро между завалом и р. Лянгар. Породы смяты в сложные складки и разбиты многочисленными тектоническими трещинами. В районе озера развиты преимущественно песчаники, сланцы, реже - известняки, а также изверженные породы (гранитоиды), которые широко распространены на левом берегу, в некотором удалении от него, между реками Лянгар и Буздетырсай. Возраст пород - от нижнекаменноугольного до среднетриасового.

Район Сарезского озера находится в наиболее сейсмоактивной зоне Памира. С ним связаны все сильные из известные землетрясения с очагами в земной коре. Землетрясение 19 февраля 1911 г. имело магнитуду $M = 7.75$. Повторяемость подобных землетрясений в этой зоне относительно высока (1 раз в 250 лет). Поэтому вероятность повторного землетрясения в районе самого озера не исключается.

Межведомственная комиссия, посетившая завал 23-26 августа 1967 г., на основании ознакомления с материалами прошлых исследований и рекогносцировочных инженерно-геологических обследований долины Сарезского озера и тела завала, выполненных организациями Министерства геологии СССР (Таджикское геологическое управление, ВСЕГИНГЕО), так оценивает состояние склонов и возможность новых обвалов:

«В верхнем бьефе берега Сарезского озера, непосредственно примыкающие к завалу, имеют асимметричное строение. Северный склон, крутизной до 40° , с небольшими перегибами, поднимается до высоты 5500 м. и более. Относительная высота склона 1500-2000 м. Верхняя часть склона почти отвесная, скалистая. На отдельных участках в понижениях имеются древние и современные морены. В средней части склона коренные породы прикрыты древними осыпями и делювиальными образованиями. Падение пород - от озера. По южному склону наблюдаются древние речные террасы, выровненные поверхности древних морен и трог. Максимальная относительная высота склонов, непосредственно примыкающих к озеру, 700-750 м. Падение пород - в сторону склона.

На северном склоне к западу от р. Биром-Банд, на абсолютных высотах 3800-4300 м. на расстоянии 3-4 км. прослеживается серия зияющих трещин почти меридионального простирания. Ряд трещин на этом склоне прослеживается и ближе к завалу в загипсованных известняках. Северный склон озера на описываемом участке ослаблен и здесь возможны обрушения породы в виде оползней и обвалов, общим объемом сравнимые с Усойским завалом. Наиболее опасный участок непосредственно примыкает к реке Биром-Банд.

На участке левого примыкания, непосредственно у завала, наблюдается оползень-обвал протяженностью 3.5-4 км. Рядом с этим оползнем в настоящее время проходит трещина в 200-300 метров от бровки склона, она прослеживается на расстоянии 2.5 км.»

Приведенная выше характеристика состояния склонов говорит о том, что развивающийся естественный процесс нарушения целостности, прочности и устойчивости склонов, особенно северного, протекает в условиях постоянного участия воды от тающих ледников и снегов, причем, как уже отмечалось, ледники на большей части своей длины уходят под мощные осыпи, ныне круто спускающиеся в озеро. И.А. Преображенский,

обследовавший район завала в 1915 г., совершенно правильно считал, что обвал был подготовлен водами, которые, просачиваясь сверху через доломиты, известняки и гипсы, частично растворяя и ослабляя контакт с другими, более плотными и прочными породами (кремнистые сланцы), создали гигантскую поверхность, по которой при землетрясении и произошло смещение горных пород на большом фронте (3-4 км.), приведшее в результате к грандиозному обвалу.

То, что геологи обнаружили новые очаги возможных обвалов, по своим объемам близких к Усойскому, говорит о серьезности обстановки в этом районе и требует неотложного проведения глубоких исследований и организации соответствующей службы наблюдений.

Что случится, если произойдет новый обвал?

На этот вопрос можно дать различные ответы, так как все будет зависеть от того, на каком участке долины произойдет обвал (широком или узком, глубоком или мелком), от объема обвала, его состава и геометрических размеров, от типа перекрытия долины (полное или частичное), от объема вытесненной воды и т. д.

Однако следует сказать, что любой крупный обвал, подобный Усойскому, серьезно осложнит всю обстановку. В результате нового обвала озеро может быть разделено на два, переполнено нижнее озеро, и волна выплеснется на пониженную часть Усойского завала и даже разрушит его верхнюю часть. Если новый обвал произойдет в озеро в непосредственной близости от Усойского, то будут полностью нарушены условия оттока через него, и весь процесс формирования выходов воды через толщу нового и старого завалов начнется сначала.

Кроме того, следует иметь в виду, что сильное землетрясение может не только значительно уплотнить тело Усойского завала, но и распластать его, что приведет к уменьшению имеющихся в настоящее время запасов воды над уровнем озера. Поэтому снижение уровня Сарезского озера может исключить какую-либо опасность для нижерасположенных районов в случае повторных обвалов и землетрясений. Это мероприятие надо считать, пожалуй, наиболее реальным.

Уровни Сарезского озера и отток воды из него. Период с 1911 по 1938 г. можно охарактеризовать только по измерениям, проводившимся отдельными исследователями, которые посещали озеро в летние месяцы. Начальник Памирского поста Г.А. Шпилько пробрался к завалу в 1913 г. и не обнаружил выходов воды с низовой стороны завала, хотя глубина озера достигала уже 279 м., а длина - 28 км. В апреле 1914 г. Г.А. Шпилько вторично посетил завал и нашел на его теле маленькие озера.

В 1915 г. И.А. Преображенский зафиксировал расход воды через завал в 2 м³/сек у западного конца завала, на расстоянии 3.8 км. от уреза озера. Уровень, воды в озере к этому времени повысился на 73 м., а глубина его увеличилась до 352 м. С 1914 г. интенсивность повышения уровня в озере замедлилась, в течение последующих 12 лет уровень воды в нем повышался в среднем на 10.5 м. в год. В 1926 г. глубина озера достигла 477 м.

В последующие 20 лет среднее ежегодное повышение уровня озера уже не превышало 1.2 м., и в 1946 г. глубина озера достигла 500 м.. Максимальный уровень Сарезского озера был отмечен 13.IX.1945 г. и 24.IX.1941 г., минимальный уровень наблюдался в мае 1941 г. Разность между средними многолетними максимумами и минимумами составляет 7,5 при абсолютной амплитуде колебаний уровня 11.4 м.

Наибольшее суточное повышение уровня было 26 см. Относительная стабилизация уровня озера произошла уже в период между 1934-1946 гг., то есть спустя 25-35 лет после образования завала. Стационарные наблюдения за уровнем озера на посту «Ирхт» пока не позволяют еще окончательно высказаться о закономерностях в колебаниях уровня в многолетнем разрезе. Надо учесть, что и сам завал претерпевает деформацию под влиянием фильтрующих через толщу завала вод при продолжающемся уплотнении обломочного материала тела завала от собственного веса. Поэтому и расходы воды,

выходящей из завала, еще не стабилизировались и претерпевают изменения, сказывающиеся на колебаниях уровня озера. В.Н. Рейзвих указывает на общий подъем уровня озера с августа 1942 г., вызванный уплотнением завала.

Н. Л. Корженевский в 1923 г. Отметил, что ниже завала уже текла река, расход которой был такой же, как у р. Мургаб до катастрофы. В августе 1926 г. был замерен расход — 70 м³/сек (Ланге), в сентябре 1930 г. - 50 м³/сек (Родионов), в октябре 1932 г. - 50 м³/сек (Караулов), в сентябре 1934 г. - 80 м³/сек (Средазводпроиз). Наблюдения гидрометеостанции «Ирхт» показали, что августовские и сентябрьские расходы за многолетний период (1940-1954 гг.) изменялись от 50 до 75 м³/сек, а в период апрель - июнь - от 32 до 45 м³/сек.

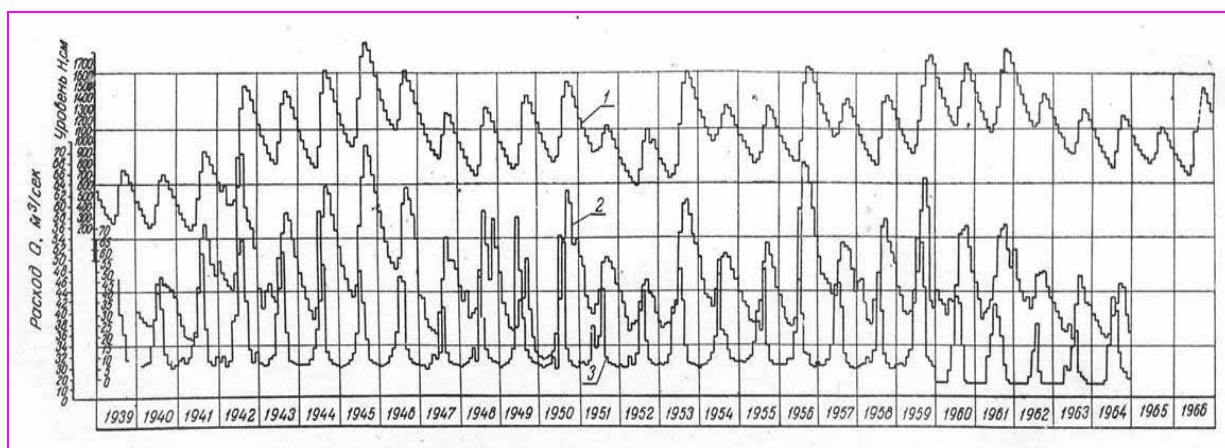


Рис. 13. Совмещенный график хода уровней воды Сарезского озера, стока через завал и расходов воды реки Мургаб у г. Мургаб: 1 - уровни Сарезского озера; 2 - расходы воды в р. Бартаг у к. Барчадив; 3 - расходы воды в р. Мургаб у г. Мургаб (29-а)

На рис. 13 показан ход среднемесячных уровней воды в Сарезском озере и расходов р. Мургаб непосредственно ниже завала (пост. Барчадив) и выше озера, у г. Мургаба.

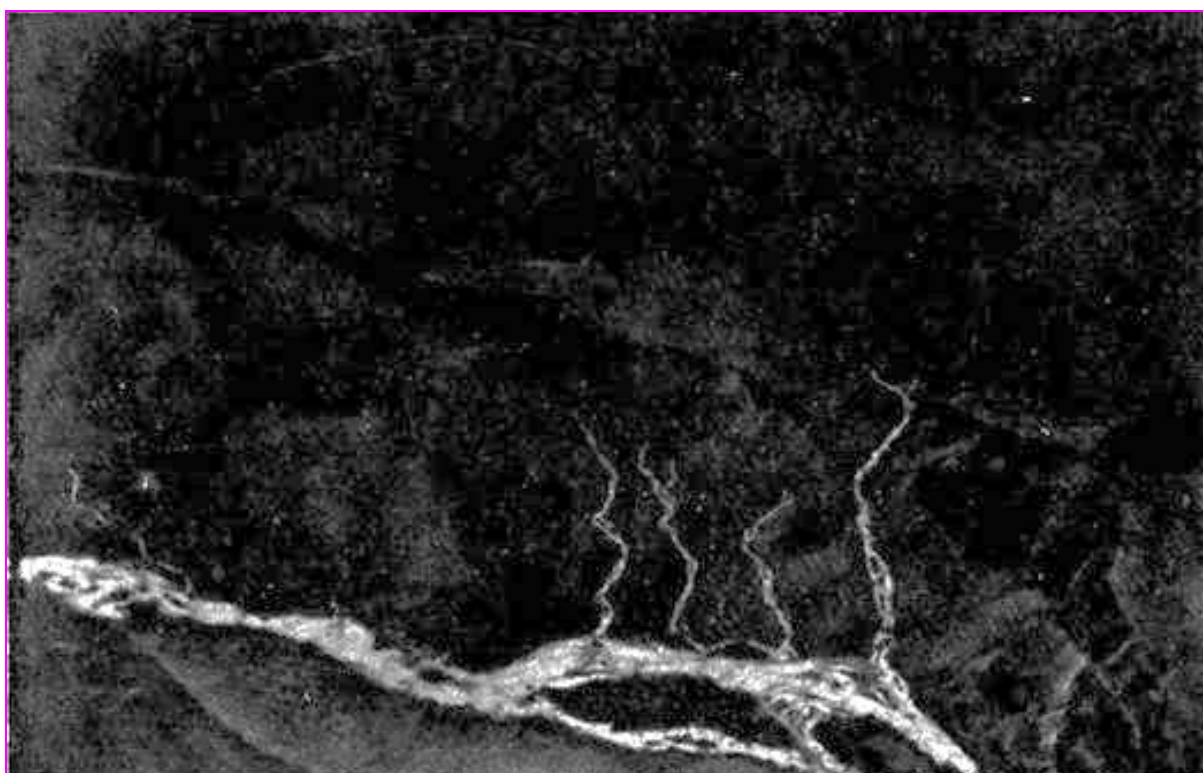


Рис. 14. р. Мургаб и ручьи, выходящие из откосов (24/VIII 1967 г.)

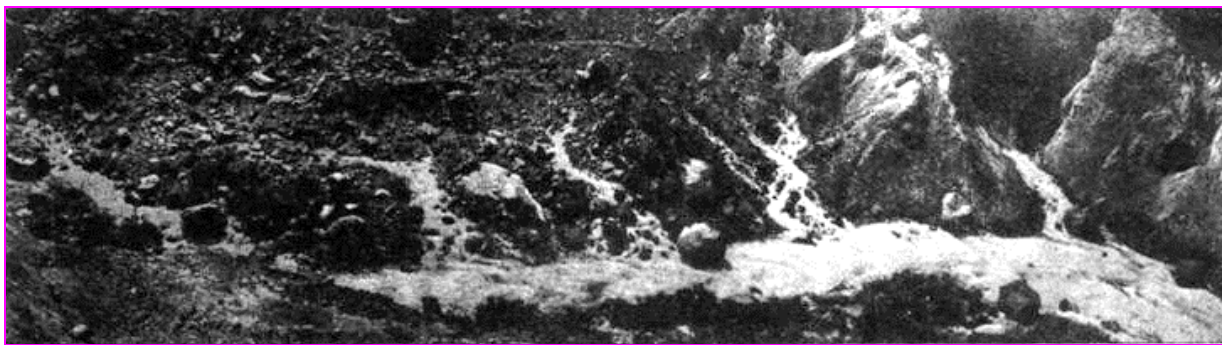


Рис. 15. Вид с правого берега каньона на выходящие из откоса завала ручьи, образующие р. Мургаб (24/VIII/1967 г.)



Рис. 16. Вид с правого берега на откос завала и выходы ручьев (24/VIII/1967 г.)

Водный баланс. Общая водосборная площадь, отнесенная к створу Усойского завала на р. Мургабе, составляет 15775 км². Измерения притока воды в озеро производились только на р. Мургабе в створе г. Мургаба (площадь водосбора 10300 км²) и на р. Лянгар на гидрометеостанции «Ирхт». Сток этих рек составил соответственно 14,8 м³/сек и 3,28 м³/сек. Сток в озеро, не учтенный постами с площади водосбора 5475 км², установлен по карте изолиний стока для Западного Памира (В.Л. Шульц) в размере 30 м³/сек. Необходимо учесть, что р. Мургаб, берущая начало из Чокмактикульских озер в Афганистане, протекает около 180 км по высокогорным пустыням Восточного Памира, где теряет до 50% объема своего стока. Отток из озера происходит через Усойский завал и учитывается гидropостом у кишлака Барчидив, расположенным в 15 км. ниже завала.

Боковая приточность на этом участке незначительна, и сток наиболее крупного из саев - Вавзидсая - определен в 0,96 м³/сек. Эта величина и учтена в расчетах.

Водный баланс Сарезского озера (29-а) за период 1943-1964 гг., определенный В.Н. Рейзвихом на основе имеющихся весьма ограниченных исходных данных, все же, по-видимому, достаточно близок к действительности.

Ниже, в таблице 2, приводятся результаты расчетов водного баланса Сарезского озера (в млн. м³).

Таблица 2

Приход	1530.17
из них: осадки	10.56
приток воды в озеро	519.62
в том числе р. Мургаб	471.20
не замеренный	944.24
Расход	1541.17
из них: испарение	86.49
сток из озера	1454.68
Уменьшение запасов воды	11.00

Запас воды в озере за период 1943-1964 гг. уменьшился на 11 млн. м³. Запасы воды в озере увеличиваются в период июнь-август; в остальное время года происходит расходование водных запасов. В многоводном 1959 г. в озере аккумулировалось 220 млн. м³, в маловодном 1963 г., наоборот, сработалось 50 млн. м³ воды.

Родники на низовом откосе и продвижение головы каньона. При объезде завала в лодке в отдельных местах можно наблюдать, как вода с заметной для глаза скоростью - порядка 0.2-0.4 м/сек - уходит между крупных камней вглубь тела завала. Воды поступают в тело завала по всему фронту, но с разной интенсивностью на его участках. О.Ф. Васильев, обследовавший завал в 1956 г., установил три участка с интенсивным поступлением воды: в бухте Соединения (вблизи правого берега), южнее ее на 500 м. и южнее первого участка на 1100-1200 м. Каждый участок был протяженностью в несколько десятков метров.

Средняя скорость течения воды через завал определялась с помощью анилиновой краски. Экспедицией Средазводпроиза в 1934 г. установлена скорость 2.68 м/сек, гидрологом А.А. Солдатовым - 1.73 м/сек. Фактические скорости воды в теле завала должны быть большими, так как путь потока (вернее, большого числа струй) в теле завала, не является прямой линией, как это считалось при определении скорости.

Число родников, образующих ниже завала р. Бартанг, с каждым годом возрастало (от 2 в 1915 г. до 57 в 1939 г.). По-видимому, и места их выхода на завале менялись. Об этом, однако, не имеется точных данных: расходы отдельных родников и число их до настоящего времени никто не измерял. Не так просто измерить расходы родников, так как все они и формирующаяся река имеют громадные уклоны, представляют собою бурлящие потоки, с шумом падающие среди камней и обломков скал по низовому откосу завала к его подошве. Важно заметить, что выходы крупных родников на левом берегу находятся примерно на одних и тех же отметках на протяжении около 1 км. по реке, считая от головы каньона. Это хорошо видно на фотоснимках, сделанных в конце августа 1967 г.

Выход родников, по нивелировке, произведенной экспедицией МИСИ под руководством О.Ф. Васильева в 1956 г., имеет место на 146 м. ниже уровня озера (2.VIII.1956 г.), а по нивелировке, выполненной экспедицией Таджикской ССР по самой пониженной (северной) части Усойского завала, разность уровней озера и выхода родников определена (23.VIII.1957 г.) в 161 м. Расхождение в 15 м. может быть объяснено разницей уровней озера в начале и конце августа 1956 и 1957 гг. (в это время всегда происходит повышение уровня воды), а также вследствие различных мест взятия отметок воды в каньоне. Расстояние (по прямой) от уреза воды озера в бухте Соединения до родников в голове каньона составляет около 1500 м. по материалам О.Ф. Васильева. Примерно такое же расстояние показывают Р.И. Селиванов и В.И. Андреев (профиль нижней части Усойского завала 1957 г.).

Из всего сказанного выше о завале и выходах воды следует, что отток воды из озера в настоящее время происходит двумя путями: 1) в виде отдельных потоков, формирующихся внутри тела завала и движущихся в нем с большими скоростями - до 2.68

м/сек, - в основном в толще верхней части завала, сложенной из крупного обломочного материала, мощностью, по-видимому, не менее 200 м., считая от уровня озера; 2) в форме фильтрационных токов через нижнюю уплотненную часть завала и отдельные уплотненные, а также заиленные участки верхней части завала.

Осмотр потоков воды, выходящих из откоса, создает впечатление, что именно они играют главную роль в оттоке воды из озера, а не фильтрация, дающая, по-видимому, лишь небольшую часть общего расхода. Какое соотношение между этими двумя путями оттока воды и как оно изменяется с годами, сказать нельзя, так как расход реки замерялся в 15 км. ниже завала, у кишлака Барчадив, а расходы составляющих его потоков — выше поста и в пределах завала вовсе не замеряются. Поэтому прогнозировать, приведет ли все это спустя много десятков или сотен лет к спокойному поверхностному сливу озера, трудно. Нужно учесть, что наиболее пониженная часть завала еще возвышается над уровнем озера на 50-60 м. Это очень благоприятный фактор, но он может легко отпасть, так как вероятность повторных обвалов в озеро не исключается.

И.А. Преображенский обнаружил первые выходы воды в 1915 г. на расстоянии 3800 м. от уреза озера. В дальнейшем с увеличением напора появлялись все новые и новые выходы воды, повышался, общий ее расход, формировалось русло возрожденной реки за счет разрушения, размыва и выноса наиболее слабых грунтов пониженной части низового откоса завала (мелкозем, мелкие камни, селевые выносы). Голова первоначального каньона, находившаяся на расстоянии 3.8 км. от уреза озера, к 1950 г. переместилась вверх на 1.3 км., образовав на дне глубокого каньона, в каменистой части завала, современное русло реки с небольшой поймой, местами поросшей кустарником.

Нужно сказать, что в разработке русла реки немаловажную роль играли весенние воды, стекавшие с крутых склонов правого берега и сносившие со склонов много мелкого материала, который заполнил пониженные места со стороны низового откоса. Современная (1967 г.) голова каньона врезалась в 35-метровую толщу отложений. Все выходы родников в самой голове каньона и ниже находятся в каменной части завала. Голова каньона, как свидетельствуют работники гидрометеостанции «Ирхт», уже 11 лет практически не перемещается, так как селевое русло в своей верхней части перепружено обвалившейся массой грунта, и вся вода попадает в такой же селевой овраг, впадающий в озеро, непосредственно у завала. Голова каньона могла бы интенсивно перемещаться вверх только за счет поверхностных вод, которые проникали бы в толщу селевых отложений и разрушали их, а воды родников уносили бы продукты разрушения.

Но селевой сай не действует, поэтому и движение головы каньона на какое-то время приостановилось. Голова каньона, если она будет снова перемещаться, то параллельно гребню завала, вдоль его низового откоса и только за счет размыва преимущественно селевых отложений. В.В. Акулов, пробывший около года на Ирхтской станции, высказывает, впрочем, соображения о том, что «голова каньона находится в 400 м. от пород, легко поддающихся волной эрозии. Это белая полоса гипсов и доломитизированных известняков, слагающих северную часть завала, и когда голова каньона врежется в эти легко разрушающиеся породы, скорость роста каньона может увеличиться». Как легли обрушившиеся массы в тело завала, особенно в северной его части, сказать трудно. По внешнему осмотру и по фотоснимкам с вертолета, с озера и со стороны нижнего бьефа эта белая полоса гипса и доломитизированных известняков лежит на отметках значительно выше основной массы завала, образует на стыке с ним седловину (пониженную часть завала на севере) и налегает на откос части завала, сложенной из обломков кремнистых сланцев. По-видимому, при обвале они и легли на место раньше доломитов, мраморов и гипсов. Поэтому наиболее вероятно, что при продвижении головы каньона вверх его дно по-прежнему будет оставаться в прочной каменистой части завала. По плану О.Ф. Васильева расстояние от головы до этой пониженной части завала составляет около 900 м. При уклоне 0.13 дно оврага окажется на 117 м. выше, чем дно у места современного положения головы, то есть на отметке 3193 м. Разница между

наивысшим уровнем озера и дном предполагаемого нового местоположения головы каньона будет 29 м. при расстоянии между урезом озера (залив Соединения) и головой оврага 1000 м.

Постепенное продвижение оврага вверх вдоль завала будет также постепенно усиливать фильтрацию в этой части завала, которая в настоящее время слаба из-за мощной толщи селевых отложений, и тем самым увеличивать общий расход из озера за счет частичной сработки его запасов, пока опять не наступит равновесие между приходом и расходом воды. При прочих одинаковых условиях наличие каньона как глубокого коллектора вдоль всего низового откоса завала, начиная от северной, наиболее узкой, и кончая южной, широкой частью завала, может только привести к общему понижению уровня озера и уменьшению его объема. Величину того и другого трудно сегодня рассчитать.

Ориентировочный подсчет показал, что можно ожидать понижения уровня на 35 м. и уменьшения объема воды в нем на 3 км³. Таким образом, продвижение головы каньона вверх на 900 м. опасности для северной части завала не представляет, и если оно когда-либо произойдет, то уровень воды в озере понизится.

В дальнейшем при движении каньона фильтрационные воды озера участвовать в нем не будут и формирование каньона полностью будет зависеть только от селевых вод.

Заключение. На протяжении более 50 лет отдельными лицами, экспедициями и организациями проводились исследования Усойского завала и Сарезского озера, его берегов и склонов гор. Несмотря на неполноту и некомплектность этих исследований, они все же дают представление об общей картине катастрофы 1911 г., позволяют охарактеризовать, главным образом по внешним признакам, современное состояние завала и горных склонов, обращенных к озеру, судить о стабилизации режима уровней озера и режима р. Мургаб ниже завала и высказать соображения об устойчивости завала.

Межведомственная комиссия, изучившая имеющиеся материалы по завалу и озеру и посетившая в конце августа 1967 г. этот район, так ответила на волнующий всех вопрос о вероятности прорыва завала с катастрофическими последствиями для долин Бартанга, Пянджа и Амударьи:

1. Колебания уровня озера и расходов фильтрационных потоков, выходящих из завала, за последние годы стабилизировались, а продвижение головы каньона в сторону озера через тело завала практически прекратилось. Поэтому при сложившейся в настоящее время природной обстановке нет оснований опасаться непосредственного прорыва озера через завал из-за разрушения его фильтрационным потоком. Однако для того, чтобы можно было на длительный срок прогнозировать устойчивость завала в зависимости от развития фильтрации через его тело, необходимо провести исследования, указанные ниже.

2. Обследование берегов озера показало, что возможны обвалы склонов в объемах, превышающих объем Усойского завала (2.2 км³). В результате такого обвала горизонт воды в озере может повыситься примерно на 50-60 м. до уровня отметок гребня завала. Кроме того, при этом образуются волны (сейши) значительной высоты, которые выплеснутся на поверхность завала, имеющего ширину по верху более 1 км.

3. Для полной гарантии устойчивости завала при повторных обвалах в озеро в результате сильных землетрясений должны быть выполнены большие работы по дополнительному выпуску воды из озера, обеспечивающему снижение горизонтов воды в нем по крайней мере на 100-150 м. Подобные мероприятия целесообразно осуществить при одновременном использовании гидравлической энергии реки Бартанг в районе Сарезского озера, где, по оценке Н.А. Караулова (1933 г.), может быть построена ГЭС мощностью до 800 тыс. квт.

Таким образом, главная опасность заключается в возможности новых обвалов, вероятность которых высока в силу большой сейсмичности этой зоны Памира. Уровень

воды в озере на 100-150 м. необходимо снизить. Нельзя быть спокойным за судьбу долин, лежащих ниже завала.

Накопленных данных далеко не достаточно для того, чтобы можно было с достоверностью прогнозировать дальнейшее развитие процессов фильтрации и деформации тела завала, продвижение головы каньона, повторение разрушительных землетрясений, устойчивость берегов озера и горных склонов и возможность новых обвалов и многие другие вопросы.

Необходимо перейти от спорадических рекогносцировок к систематическим всесторонним исследованиям завала и зоны озера. Это чрезвычайно важно не только для того, чтобы правильно оценить вероятность возникновения катастрофических явления на завале, губительных для нижерасположенных речных долин, но и для того, чтобы найти такое инженерное решение, которое позволило бы навсегда исключить возможность какой бы то ни было аварии на завале и использовать потенциальную энергию озера. В зависимости от протяженности тоннеля мощность ГЭС еще в 1933 г. была оценена Н.А. Карауловым в 800 тыс. квт. Энергоемкий потребитель в этой зоне в недалеком будущем может быть подготовлен.

Необходимо организовать и выполнить следующие работы:

- изучить структуру тела завала, уделив особое внимание его северной части, наиболее слабой по мнению многих специалистов;
- организовать наблюдения за деформацией завала под воздействием фильтрующих и текущих через него вод, установить постоянные створы для наблюдения за деформацией;
- наблюдать за динамикой ручьев и родников, выходящих из завала, и формирующейся вдоль подошвы главного хребта завала реки Мургаб (Бартанг). С этой целью организовать систематические, не менее 5 раз в год, замеры расходов р. Мургаба в нескольких створах, начиная от головы каньона. Это позволит следить за изменением расходов воды, поступающей из завала в основное русло по участкам;
- вести наблюдения за продвижением головы каньона вверх и установить участие в этом талых вод, стекающих со склонов;
- исследовать кольматирующее действие этих вод;
- определить скорости движения потока через тело завала на разных глубинах вдоль фронта завала для установления, если это удастся, наиболее проницаемых зон в теле завала и выделения уплотненной, слабо фильтрующей части завала от той части, через которую поток проходит с большими (до 2.7 м/сек) скоростями;
- провести цикл наблюдений за расходами наиболее крупных притоков Мургаба, впадающих в Сарезское озеро на участке от г. Мургаба до завала, для уточнения не замеренной части водного баланса, составляющей 65% от общего баланса;
- изучить химический состав вод озера и вытекающих из завала ручьев, родников и основной реки, термический режим озера, испарение с его поверхности, осадки, режим уровней озера и связь этого режима с притоком и оттоком воды с учетом влияния последний на деформации завала;
- провести сейсмические исследования района завала и озера;
- обследовать правый склон гор в пределах завала и западину в склоне с крутым дном и почти отвесными стенками, в верхней части как бы образующими воронку, от конца которой опускается к завалу конус выноса (по этому кону стекают талые воды выше и ниже северной части главного хребта завала);
- обследовать южное примыкание завала к левобережным террасам и склонам гор;
- изучить склоны гор, окаймляющие озеро с юга и севера, с целью выявления участков, особо опасных в отношении образования новых обвалов в озеро и установить за ними наблюдения;
- изучить осыпи на склонах гор, периодически или постоянно сползающие в озеро под воздействием волн и колебаний уровня озера;

- произнести повторный промер глубин озера, по возможности в прежних створах, и зафиксировать их;

- один раз в два года производить промеры по нескольким контрольным створам, расположенным в местах наиболее интенсивного движения осыпей.

Действующую с 1938 г. гидрометеостанцию, расположенную на берегу р. Лянгар при впадении ее в Ирхтский залив Сарезского озера, нужно значительно усилить и возложить на нее проведение стационарных наблюдений за режимом озера и реки, фильтрацией через завал, передвижением головы каньон промеров озера и т.д.

Инженерно-геологические и геофизические исследования тела завала и организацию наблюдений за его деформацией, а также наблюдение за состоянием горных склонов в местах возможных обвалов необходимо возложить на геологические научные учреждения АН Таджикской ССР и Министерства геологии СССР.

Для исследований необходимо иметь хорошую топографическую основу, поэтому район завала и озера должен быть снят в масштабе 1:25000, а сам завал - в масштабе 1:10000. На этих планах должны быть показаны все створы, разбитые на завале и озере для производства различных замеров.

Очень важно определить состав мероприятий по снижению уровня озера и энергетическому его использованию. Для этого необходимо разработать технико-экономический доклад (ТЭД), опирающийся не только на материалы прошлых лет, но и на специальные исследования. Составление ТЭДа следует поручить САО Гидропроекту, ведущему разработку генеральной схемы использования водных ресурсов Амударьи. Учитывая большой комплекс научно-исследовательских работ, необходимость использования новейших приборов и методов исследований, сложность выполнения их в труднодоступных местах на высотах 3.5 тыс. м., общее руководство всеми научно-исследовательскими работами на Усойском завале и Сарезском озере следует поручить Академии наук СССР, в составе которой создается новый Институт водных проблем.

Литература

1. Акулов В.В. Некоторые наблюдения над состоянием Сарезского озера в 1946 г. «Известия ВГО» т. 80, в. 3, 1948.
2. Акулов В.В. Сарезское озеро как физико-географический объект (машинопись). Ташкент, 1948.
- 2-а. Акулов В.В. История исследований и степень изученности Сарезского озера и Усойского завала (машинопись). 1967.
3. Афанасьев В.А. Сарезское озеро. Отчет экспедиции Средазводпроиз. 1934. Архив Средазводпроиз (машинопись). 1935.
4. Афанасьев В.А. Сарезское озеро. «Соц. наука и техника» № 7, 1928, Ташкент.
5. Букинич Д.Д. Усойское землетрясение и его последствия. «Бюллетень Русского горн. общ.» сентябрь, 1913.
6. Букинич Д.Д. (Заметка). «Русские ведомости» № 183, август, 1913.
7. Вебер В.И. По поводу обвала на Памире в 1911 г. «Геологический вестник» № 4, 1915.
- 7-а. Васильев О.Ф. Наблюдения за состоянием Усойского завала на Сарезском озере (Памир) в 1956 г. (машинопись). Московский инженерно-строительный институт, 1957.
8. Голицын Б. Б. О землетрясении 18 февраля 1911 г. «Известия АН» № 11, 1915.
9. Дуткевич Г.А., Калмыкова М.А. Восточная часть хребта Базардара. ТПЭ, М, 1936.
- 9-а. Забиров Р.Д. Оледенение Памира, 1955.
10. Иванов А.Г. Заметка о посещении Сарезского озера в июле 1928 г. «Изв. Ср. Аз. Геогр. Общ.» т. XIX, 1929, Ташкент.

11. Иванов Д.Л. Краткий отчет о геологических исследованиях на Памире. «Зап. Мин. Общ.» т. XXII, 1883.
12. Иванов Д.Л. Путешествие на Памир. «Изв. Русск. Геогр. Общ.», 1884.
13. Караулов М.А. Гидроэнергетические ресурсы Таджикистана. «Проблемы Таджикистана», 1933.
14. Клуников С.И. Проблемы тектоники Памира. «Изв. Тадж. Ф. АН СССР» (Геология), № 2, 1943.
15. Клуников С.И., Попов А.И. Метаморфические толщи юго-западного Памира. АН СССР, ТПЭ, 1936.
16. Колесников В.С. Краткое описание посещения Сарезского озера в 1925 г. «Изв. Ср. Аз. Геогр. Общ.» т. XIX, 1929.
17. Корженевский Н.Л. Краткий отчет о поездке на Памир в 1923 г. «Изв. Т. О. Р. Геогр. Общ.» т. XIX, 1924.
18. Корженевский Н.Л. Озеро Яшиль-Куль. «Изв. Общ. Изуч. Таджикистана» т. I, 1928, Ташкент.
19. Корженевский Н.Л. К вопросу о морфологических типах ледников и возможной их классификации. Изд. Ср. Аз. Мет. Инст., 1928.
- 19-а. Лукницкий П. Путешествия по Памиру. 1955.
20. Ланге О.К. Современное состояние Усойского завала. «Изв. Ср. Аз. Геогр. Общ.» т. XIX, 1929.
21. Ланге О.К.- Экспедиция по обследованию Усойского завала. «Нар. Хоз. Ср. Азии», декабрь, 1926.
22. Маллицкий Н.Г. О необходимости наблюдения за Усойским завалом. «Вестник ирригации» № 5, 1926.
23. Маллицкий Н.Г. Справка о некоторых прорывах временных горных озер в Средней Азии и соседних странах. «Изв. Ср. Аз. Геогр. Общ.» т. XIX, 1929.
24. Молчанов Л.А. Озера Средней Азии. Ташкент, изд. Ср. Аз. Гос. Университета, 1929.
25. Наливкин Д.В., Чуенко П.П. и др. Геологическое строение Памира. «Труды В. Г. Р. О» вып. 182, 1932.
26. Попов В.И. Материалы по истории древнего оледенения Памира, Бадахшана и Дарваза. «Труды Всесоюзн. Геолог. Разв. Объединения НКТП СССР», Л.-М., 1932.
27. Преображенский И.А. Усойский завал. Материалы по общ. и прикл. геолог., изд. Геол. ком., вып. 14, 1920.
28. Рацек В.И. Еще к вопросу о Сарезском озере. «Изв. Всесоюзн. Геогр. Общ.» т. 84, вып. 4, 1952.
29. Рейзвих В. Водный баланс Сарезского озера. «Изв. Узб. филиала Геогр. Общ. СССР» т. VI, 1962.
- 29-а. Рейзвих В.Н. Основные черты гидрометеорологического режима Сарезского озера (машинопись), 1967.
30. Родионов Н.Е. Отчет экспедиции на Сарезское озеро. Архив Средазводпроиза (машинопись), 1930.
31. Родионов Н.Е. Сарезское озеро. «Социал. наука и техн.». Ташкент, 1934
32. Селиванов Р.И., Андреев В.И. О режиме уровня и вероятной эволюции Сарезского озера. «Метеорология и гидрология» № 3, 1959.
33. Скворцова Н.А. Схема комплексного использования р. Пянджа. Отчет о рекогносцировочном обследовании Пянджа. 1961. Гидропроект. Среднеазиатское отделение (машинопись). Ташкент, 1962.
34. Скворцов Л.В. Краткий очерк Усойского завала и оз. Сарез. Управление Гидрометеорологической Службы Уз ССР. Бюро расчетов и справок (машинопись) Ташкент, 1956.
36. Станкевич Б.В. По Памиру. М. 1904.

36. Чуенко П.П. К стратиграфии мезозоя Памира. «Труды ТПЭ» вып. II, 1933.
37. Чуенко П.П. Западная часть Музкольского хребта. «Сб. ТПЭ», 1933.
38. Чуенко П.П. К геологии бассейна Сарезского озера. «Труды ТПЭ». 1934.
39. Шпилько Г.А. Землетрясение 1911 г. на Памире и его последствия. «Изв. Русск. Геогр. Общ.» т. I. вып. II, 1914; «Изв. Турк. отд. Русск. Геогр. Общ.» т. X вып. I. 1914.
40. Шпилько Г.А. Новые сведения об Усойском завале. «Г. О.» т. XI, ч. 2. вып. 2 1915.
41. Schultz, Bericht aber den bishperigen Verlauf meiner Pamirexpedition 1911/12. «Petermas. Mittel» Md, H. II, 1912.
42. Щеулов Т.М. Отчет о работе Сарезской экспедиции Сазгипроводхоза в 1934 г. Архив Средазгипроводхоза (машинопись), Ташкент
- 42-а. Щеткин К.К. Две загадки Усойского завала. «Природа» № 5, 1951.
43. Юдин Г.Л. О геологическом строении Центрального Памира. «Изв. ВГРО вып. 41, 1932
44. Юдин Г.Л. На Кударе и Бартанге. «Сб. Тадж. компл. экспедиции», 1932.
45. Межведомственная комиссия по Сарезскому озеру. Предложения о необходимых мерах повышения устойчивости и надежности Усойского завала, 1967.