

УДК 551.311. 551.4

Р.Р. Амиржанов¹**ПРЕВЕНТИВНОЕ ОПОРОЖНЕНИЕ ОЗЁР МОРЕННО-ЛЕДНИКОВЫХ КОМПЛЕКСОВ**

Ключевые слова: сель, водный поток, озеро, морена, ледник, превентивное опорожнение, механизация, бульдозер, экскаватор

Одним из важнейших мероприятий по уменьшению ущерба, наносимого селевыми потоками, является превентивное опорожнение озёр моренно-ледниковых комплексов. При выборе оптимального метода опорожнения селеопасных водоемов необходимо учитывать морфометрические характеристики моренно-ледниковых комплексов, возможность использования энергии водного потока, применение взрывчатых веществ, а также средств механизации земляных работ.

Сели, формирующиеся в горных и предгорных районах Казахстана, приводят к гибели людей, утрате их здоровья и наносят большой материальный ущерб. Уменьшение негативных последствий этого грозного явления достигается путём прогноза селей и проведения превентивных мероприятий, направленных на их предотвращение.

В 19...21 вв. катастрофические селевые потоки в Казахстане имели сейсмический, гляциальный, дождевой и антропогенный генезис. Сели, обусловленные сейсмической активностью, формировались в 1887 и 1911 гг.. Катастрофический сель дождевого происхождения, разрушивший значительную часть г. Верного (Алматы), и приведший к гибели около 500 человек, прошёл в 1921 г. Катастрофические сели, возникавшие в результате прорыва поверхностных водоёмов моренно-ледниковых комплексов Иле Алатау (Заилийский Алатау), имели место в 1963, 1973 и 1977 годах. Антропогенный сель 1982 г. образовался в пустыне Жаманкум вследствие прорыва накопителя сточных вод. Следует отметить, что в период 1921...1973 гг., когда осуществлялись научные изыскания, проектирование и строительство селехранилища в урочище Медеу (бассейн р. Киши Алматы, Иле Алатау), возможность формирования катастрофических селей гляциального генезиса в этом регионе не принималась во внимание.

¹ ГУ «Казселезащита», г. Алматы, Казахстан

Объясняется это тем, что активизация селей гляциального генезиса, вызванная потеплением климата, обусловленного завершением Малого ледникового периода в 19 столетии, проявилась в Северном Тянь-Шане лишь в начале второй половины 20 века.

Формирование катастрофического селя 1956 г. на р. Киши Алматы произошло в результате прорыва подземного водоёма, образовавшегося в толще ледника Туюксу, когда отступление ледников Иле Алатау ещё только-только начиналось. Объёмы поверхностных водоёмов на ледниках этого хребта не вызывали опасений, однако оказалось, что к этому времени термические процессы, обусловленные положительной температурой талых вод, перемещавшихся по внутриледниковым каналам стока, привели к образованию водоёмов, имевших большие объёмы.

Прорыв внутриледниковой емкости на леднике Туюксу в 1956 г. с расходом 30...40 м³/с привёл не только к формированию селя с расходом несколько сот кубометров в секунду, но и постселевому паводку, который длился более 100 часов. Общий объём селевых выносов оценен в 1 млн м³, объём паводка – в 1,5...2,0 млн м³ [3]. Если бы вся вода, за относительно короткий промежуток времени, трансформировалась в селевую массу, то, как минимум, две трети г. Алматы были полностью разрушены и погребены.

Значительное потепление климата во второй половине 20 века на юге и востоке Казахстана привело к тому, что для всей ледниковой системы Жетысу Алатау средняя взвешенная по площади льда высота фирновой линии в 2000 г. составляла 3680 м, что на 80 м выше, чем в 1956 г. Площадь ледников Жетысу Алатау за 1956...2000 гг. сократилась на 44,5 %. На северном склоне Иле Алатау за 1955...2008 гг. площадь ледников уменьшилась на 40,3 %, объём на 49,5 % [2].

Распад ледников, их быстрое отступление привели к резкому возрастанию числа поверхностных водоёмов на моренно-ледниковых комплексах. Возросла и скорость роста объёмов селеопасных водоёмов. Так, если для увеличения объёма озера №6 на леднике Маншук Маметовой (бассейн р. Киши Алматы, Иле Алатау) до опасной величины потребовалось около 50 лет (рис. 1), то для озера №13-бис (бассейн р. Кумбель, приток р. Улькен Алматы, Иле Алатау) – около 10 лет. Применение средств механизации при создании канала для сброса воды из озера №13-бис позволит своевременно снизить вероятность его катастрофического опорожнения (рис. 2).

Наиболее целесообразным способом предотвращения неконтролируемого прорыва селеопасных поверхностных водоёмов является их опо-

рождение. В настоящее время оно осуществляется с помощью сифонов, глубинных насосов, либо созданием искусственных поверхностных каналов стока.

V тыс. м³

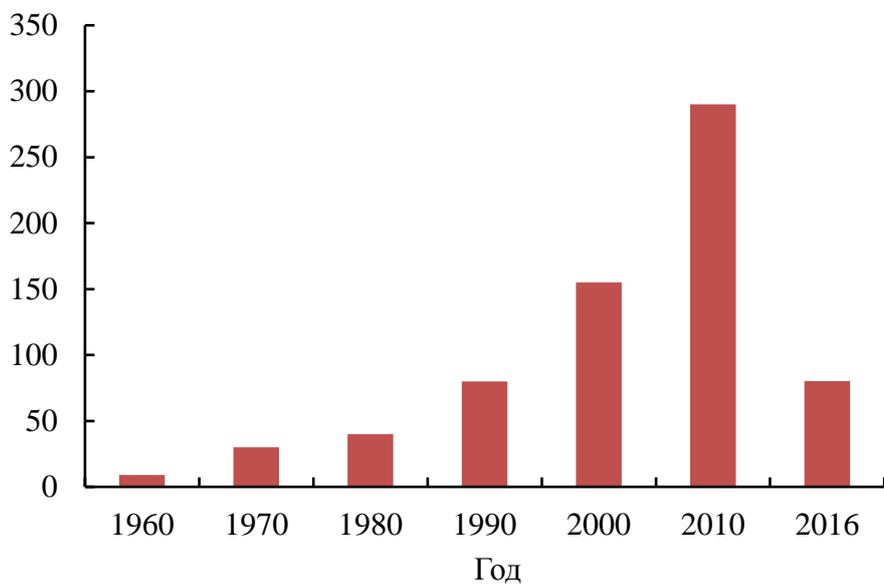


Рис. 1. Изменение объема озера №6 на леднике Манишук Маметовой.



Рис. 2. Состояние искусственного канала стока на озере №13-бис в конце сентября 2016 г.

Впервые в Казахстане сифоны использовались при опорожнении озера №2 на леднике Туюксу в 1964 г. [4]. К достоинствам этого метода можно отнести его относительную дешевизну. Недостатками сифонного метода являются:

- необходимость непрерывного наблюдения за его работой (так как при попадании воздуха в сифон он становится неработоспособным);
- из-за уменьшения атмосферного давления, на высотах 3500...3600 м над уровнем моря удаётся понизить уровень воды в водоёмах только на 5...6 м;
- оставшийся объём воды рано или поздно опорожнится по подземным каналам стока.

Следовательно, сифонный метод может рассматриваться как вспомогательный, позволяющий предотвращать прорыв водоёмов по поверхностным каналам стока и уменьшающий объём (расход) паводка при прорыве по подземным каналам стока.

Радикальным способом опорожнения водоёмов является создание искусственных каналов стока. Наиболее просто эта операция осуществляется в ситуации, когда озёрная перемычка представлена льдом. Канал стока может быть создан путём бурения скважины с помощью бура или струёй воды, имеющей положительную температуру [5].

Если озёрная перемычка ледяная, но ее поверхность покрыта мореной, в морене создаётся пионерная канава, глубина которой равна мощности морены, дальнейшее увеличение пропускной способности канала осуществляется водным потоком за счёт его тепла. Таким образом, своевременно был опорожнен водоём на леднике Жарсай (бассейн р. Есик, Иле Алатау) в 1977 г. Промедление с опорожнением привело бы к формированию катастрофического селя по мощности, превышающей сель, уничтоживший оз. Есик (при этом погибли десятки человек) и нанёсший большой материальный ущерб г. Иссык (Есик) [6].

Создание искусственного канала стока значительно осложняется в ситуациях, когда он прокладывается в морене, представленной рыхлообломочными породами, содержащими в большом количестве валунно-глыбовые фракции. В зависимости от статуса территории, объёма работ, гранулометрического состава моренных отложений, возможности использования землеройной техники и проведения взрывных работ и т.д., поверхностный канал стока может создаваться с помощью направленных

взрывов и средств механизации земляных работ, использования энергии воды, накопившейся в водоёме, ручного труда.

Использование энергии направленного взрыва позволило создать пионерный канал при опорожнении самого крупного озера, образовавшегося на моренно-ледниковом комплексе ледника Богатырь (южный склон Иле Алатау, бассейн р. Чилик (Шелек)) [1]. Это озеро – самый крупный водоём (9 млн м³), образовавшийся на моренно-ледниковом комплексе региона за весь инструментальный период наблюдений.

Основанием для искусственного опорожнения озера послужил пульсационный режим движения ледника Богатырь. Не исключалось, что ледник при достижении озера может вытеснить из него воду, образуя паводок с расходом, представляющим угрозу жизни и хозяйственной деятельности людей. Выбор способа опорожнения озера был обусловлен недоступностью применения средств механизации земляных работ, удаленностью озера (более 100 км) от объектов поражения, а так же тем, что долина реки не являлась заповедной территорией. В случае формирования мощного селя на современной морене ледника, в ходе неконтролируемого искусственного опорожнения озера, все селевые процессы должны были деградировать, вследствие разбавления селя водами р. Шелек.

Если превентивное опорожнение поверхностных водоемов допускает возможность неконтролируемого хода процесса опорожнения (такая возможность возникает в период малых уровней заполнения котловин в начальной его стадии в весенне-летний период), то снижение селеопасности осуществляется путем уменьшения уровня заполнения озерных котловин водой с помощью открытых каналов-траншей, подобных нагорным канавам. Они широко используются для отвода вод при геологоразведочных и иных работах. При проходке траншей широко применяются взрывчатые вещества (ВВ) на выброс, при этом в целях безопасности масса ВВ одного заряда не должна превышать 300 кг, а глубина одного яруса (слоя дробления) для мокрого грунта – 0,5 м, для сухого – 1,5 м.

Окончательно траншея формируется вручную с использованием мотопомп, а при благоприятных условиях – с помощью бульдозеров. Сброс воды на этой стадии работ осуществляется с расходом, обеспечивающим формирование отмостки из крупных фракций гранулометрического состава рыхлообломочных пород. Это исключает неконтролируемое увеличение расхода воды вследствие роста глубины траншеи в ходе эрозионных процессов.

Энергию воды предполагалось использовать при опорожнении озера №6 на леднике Маншук Маметовой в 1997 г. В 1996...1997 гг. озеро имело объем 190 тыс. м³ и было признано наиболее селеопасным в бассейне р. Киши Алматы. Поскольку доставка землеройной техники считалась невозможной, планировалось для размыва озерной перемычки и транспортировки значительных объемов рыхлообломочных пород (10...15 тыс. м³ на расстояние 200...400 м) использовать энергию воды.

«Размыв канала стока и транспортировку рыхлообломочных пород (в составе формирующейся селевой массы) предполагалось осуществлять попусками воды с помощью “мягкого” и металлического (“жесткого”) затворов. С помощью “мягкого” затвора должны были формироваться короткие попуски (из-за ограниченного объема накапливающейся воды), призванные срывать образующуюся после каждого попуска отмокту. “Жесткие” затворы, рассчитанные на попуск воды с расходом до 4,2 м³/с, должны были поддерживать импульсные попуски, организуемые с помощью “мягкого” затвора. Необходимость в синхронной работе упомянутых затворов была вызвана тем, что расход волн, формируемых “мягким” затвором, очень быстро уменьшается при их движении по руслу» [6].

Однако нарушение технологии опорожнения, предложенной Казахским научно исследовательским гидрометеорологическим институтом, не позволило в полной мере решить поставленную задачу и оценить возможность использования энергии искусственного паводка при создании каналов стока.

В дальнейшем, на протяжении более 15 лет, работы по частичному опорожнению озера №6 осуществлялись ГУ «Казелезащита» преимущественно с использованием ручного труда и сифонов. Это позволяло поддерживать объем озера на значении, не превышающем 100 тыс. м³, что практически исключало возможность катастрофического опорожнения водоёма по поверхностному каналу стока вследствие процессов, связанных с эволюцией ледника Маншук Маметовой. Однако наличие следов выхода водных потоков на дневную поверхность из под основания современной морены ледника, опорожнение озера по подземным каналам в осеннее-зимний период, а также селевого вреза в древней морене, свидетельствовали о реальной возможности опорожнения озера с селеформирующим расходом по подземному каналу стока.

Опорожнение озера (с селеформирующим расходом воды) даже на 10 тыс. м³ может привести к селю, который заполнит ёмкость

(200 тыс. м³), образуемую плотиной в урочище Мынжылки. Эта плотина сооружена с целью задержания водных потоков, которые образуются при прорыве водоёмов моренно-ледникового комплекса ледника Туюксу. Заполнение ёмкости селевой массой приведёт к беспрепятственному прохождению водных потоков в расположенный ниже селевой очаг. В результате при расходе потока, превышающем критическое значение (около 10 м³/с), каждый кубометр воды превратится в 20 м³ селевой массы, которая отложится в селехранилище в урочище Медеу, уменьшая его возможность задержания последующих селей. Следовательно, существует настоятельная необходимость практически полного опорожнения озера №6 и исключения его возрождения в последующем.

Эффективность работ по опорожнению озера №6 резко увеличилась после создания тракторной тропы, позволившей использовать для этих целей бульдозер и экскаватор. Задачей бульдозера является разрыхление оттаявшего грунта на дне канала с помощью «зуба», расположенного за кабиной, и его транспортировка; экскаватора – разрыхление грунта на дне канала и формирование его бортов (рис. 3). За летний сезон 2016 г. оптимальное использование техники позволило создать тракторную тропу и углубить поверхностный канал стока на 4,9 м, значительно расширив его. Выполненный объём работ намного превышает таковой, за предшествовавшие 15 лет, выполнявшийся вручную десятками рабочих.

Доставка вертолётами МИ-8 МТВ1 и К-32 мини экскаваторов на озеро №13-бис позволила создать «конвейер» экскаватор – носилки (каждые из которых переносятся двумя рабочими). Экскаватор рыхлит грунт, перемещает глыбы и загружает носилки. Рабочие переносят загруженные носилки (в направлении от озера) за пределы канала и складывают грунт. Впоследствии, в ходе кратковременных искусственных паводков, этот грунт (в смеси с водой) образует «тяжёлую» жидкость, способную вовлекать в движение глыбы и, тем самым, увеличивая глубину и ширину канала. Такая технология повысила в несколько раз производительность труда, за сезон июль-сентябрь глубина канала выросла на 6 м. За предшествовавшие годы углубление составило 2 м.

Анализ изменения во времени положения (по вертикали) глыб на поверхности морены, позволил сделать вывод о том, что мощность морены существенно различна на площади даже одного гектара. Поэтому в будущем, при выборе трассы прокладки канала, экономически целесообразно иметь данные о геологическом строении поверхностного слоя морены.



Рис. 3. Механизация работ по опорожнению озера №6.

Успешное опорожнение поверхностных водоёмов моренно-ледниковых комплексов, представляющих угрозу жизни людей, объектам жизнеобеспечения и хозяйственной деятельности, позволит ГУ «Казселезащита» приступить к разработке и реализации мероприятий, направленных на предотвращение образования водоёмов, развитие и прорыв которых создают условия, увеличивающие селевую опасность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безопасность и контроль гляциальных селей в Казахстане. – Алматы: Ғылым, 1998. – 102 с.
2. Вилесов Е.Н. Динамика и современное состояние оледенения гор Казахстана. – Алматы: Қазақ университеті, 2016. – 268 с.
3. Виноградов Ю.Б. Этюды о селевых потоках. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 144 с.
4. Дуйсенов Е. Селевые потоки в Заилийском Алатау. – Алма-Ата: Казахстан, 1971. – 192 с.
5. Мочалов В.П., Степанов Б.С. О режиме моренных озёр и путях их мелиорации // Селевые потоки. – 1980. – № 4. – С. 113-119.
6. Степанов Б.С., Хайдаров А.Х., Яфязова Р.К. Некоторые уроки превентивных опорожнений гляциальных озёр Заилийского Алатау // Гидрометеорология и экология. – 2001. – № 3-4. – С. 107-118.

Поступила 30.09.2016

Р.Р. Әміржанов

МОРЕНАЛЫҚ МҰЗДЫҚТЫ КЕШЕНДЕРДІҢ КӨЛДЕРІН АЛДЫН АЛА БОСАТУ

Түйін сөздер: сел, су ағыны, көл, морена, мұздық, алдын ала босату, механикаландыру, бульдозер, экскаватор

Мореналық мұздықты кешендердің көлдерін алдын ала босату сел ағындарымен келтірілетін шығынды азайтуды көздейтін маңызды шаралардың бірі болып табылады. Сел қаупі бар су айдындарын оңтайлы босату әдісін таңдайтын кезде мореналық-мұздықты кешендердің морфометриялық сипаттамаларын, су ағынының қуатын, жарылғыш заттарды, сонымен қатар жердегі жұмыстарды механикаландыру құралдарын пайдалану мүмкіндігін ескеру керек.

Amirzhanov R.R.

PREVENTIVE EMPTYING LAKES MORaine-GLACIAL COMPLEXES

Keywords: debris flow, water stream, lake, moraine, glacier, preventive emptying, mechanization, bulldozer, backhoe

One of the most important measures to reduce the damage caused debris flow, a preventive emptying lakes moraine-glacial complexes. When selecting the optimal method of emptying mudflow reservoirs should be considered morphometric characteristics of moraine-glacial complexes, the use of water flow energy, the use of explosives, as well as the mechanization of excavation.