

КРИОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 551.345

СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ И ДЕФОРМАЦИИ КАМЕННЫХ ГЛЕТЧЕРОВ

А.П. Горбунов, Э.В. Северский

Казахстанская высокогорная геокриологическая лаборатория Института мерзлотоведения СО РАН,
050000, Алматы, а/я 138, Казахстан, permafrost.08@mail.ru

Некоторые активные каменные глетчеры в горах Центральной Азии деформируются под действием различных факторов. В одних случаях происходит разрыв его тела и самостоятельное движение нижнего отторженца, в других – непомерное растяжение каменного глетчера. Деформации происходят под воздействием сильных землетрясений или из-за особенностей поверхности, по которой движется его тело. Наиболее подвержены деформированию техногенные каменные глетчеры, формирующиеся из отвалов обломочных пород в местах разработок полезных ископаемых. Многолетнее промерзание пород в таких отвалах приводит к трансформации их в каменные глетчеры. В Тянь-Шане отмечено пока одно такое образование, находящееся в начальной стадии развития. Но в горах Кольского полуострова и в районе Норильска (Россия) такого рода каменные глетчеры проявили свою способность к катастрофическим подвижкам и превращению в своеобразные оползни и селевые потоки. Описано 13 каменных глетчеров.

Активный каменный глетчер, деформация, подвижка

RATES OF MOVEMENTS AND DEFORMATIONS OF ROCK GLACIERS

A.P. Gorbunov, E.V. Severskiy

Permafrost Institute, SB RAS, Kazakhstan Alpine Geocryological Laboratory,
050000, Almaty, P/O box 138, Kazakhstan, permafrost.08@mail.ru

Some active rock glaciers in the Central Asia Mountains are deformed due to various reasons. In some cases, rock glacier body breaks down and its lower part moves independently. In other cases, a rock glacier has big stretching. The deformations occur due to great earthquakes or to the features of the surface on which the rock glacier moves. The technogenic rock glaciers formed in the places of mining as a result of long-term freezing of the dumps are strongly deformed. There is only one technogenic rock glacier at the initial stage of evolution in Tien Shan. Similar rock glaciers in the Kola Peninsula Mountains and in the vicinity of Norilsk city (Russia) showed their ability to the catastrophic movement and transformation into specific landslides and mud-flows. Thirteen rock glaciers are described in this article.

Active rock glacier, deformations, movement

ВВЕДЕНИЕ

Каменные глетчеры по динамическим свойствам принято делить на две основные разновидности – активные и неактивные. Первые обладают подвижностью, вторые находятся в стабильном состоянии. Скорости движения активных форм варьируют в широких пределах. Наиболее низкие величины характерны для каменных глетчеров Антарктиды, где они составляют миллиметры или первые сантиметры в год [Мягков, 1981]. Максимальные скорости (обычно до нескольких метров в год) характерны для каменных глетчеров Анд Чили и Аргентины [Corte, 1976]. Отмечены случаи движения каменных глетчеров со скоростью до 14 м/год и в Тянь-Шане [Gorbunov et al., 1992].

Скорости подвижек каменных глетчеров определяются многими факторами. Основные среди них – льдистость, температура пород, крутизна склона или днища долины и особенности морфологии каменного глетчера. Скорости движения обычно имеют пульсационный характер: они меняются по сезонам и от года к году. Вытаивание льда в них приводит к переходу из активного состояния в неактивное.

Очень редко наблюдаются случаи, когда каменные глетчеры резко ускоряют свое движение, превращаясь в своеобразные сѐджи. Такого рода подвижки приводят к разрыву тела и превращению единого каменного глетчера в серию самостоя-

ятельных образований. Иногда разрывы вызывают трансформацию каменных глетчеров в оползни и селевые потоки. Это особенно характерно для техногенных каменных глетчеров.

На поверхности активных каменных глетчеров, как правило, находятся поперечные дугообразные валы и ложбины. Они формируются за счет различий в скоростях движения осевой и боковых частей каменного глетчера. Но иногда они отсутствуют, что отражено в известных классификациях каменных глетчеров А. Корте [Corte, 1976, 1987] и Д. Барша [Barsch, 1996]. Однако в них не отмечены разрывы и зоны растяжения тела каменного глетчера. Они относительно редки, но присущи и естественным, и техногенным каменным глетчерам. Формирование их определяется различными причинами, которые рассмотрены в данной статье.

Деформированные каменные глетчеры можно разделить на две основные группы. В первую входят те из них, которые осложнены разрывами единого тела, во вторую – безразрывные образования, но с выраженными зонами растяжения. Для них характерны не только поперечные валы и ложбины, но иногда и продольные.

Деформированных каменных глетчеров и с разрывами, и с растяжкой в горах Центральной Азии много десятков. Приведем краткую характеристику некоторых из них.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Каменные глетчеры с разрывами

Северный Тянь-Шань. Здесь отмечено несколько необычных каменных глетчеров.

Один деформированный каменный глетчер находится в бассейне реки Каскелен (северный макросклон Заилийского Алатау), в долине ручья Кожай ($43^{\circ}00'$ с.ш., $76^{\circ}25'$ в.д.). Общая его длина около 1 км. Он осыпного генезиса. Каменный глетчер разорван на три части. Самая нижняя (длиной 250 м) расположена в диапазоне абсолютных высот 2900–2700 м. Она почти утратила свою активность и частично заросла еловым лесом. Средняя часть (длиной 625 м) находится между 3200–3000 м. Верхняя, наиболее короткая часть (125 м) занимает пространство между 3400 и 3300 м абсолютной высоты. Средняя и верхняя части каменного глетчера характеризуются слабым проявлением активности. Ледники в верховье этой долины отсутствуют. Наибольшая ширина разрыва (не менее 200 м) отмечена между средней и нижней частями каменного глетчера. Между средней и верхней частями разрыв порядка 100 м. Образование разрывов связано с резкими перегибами днища долины и невысокой льдистостью толщи пород каменного глетчера.

Другой разрывной каменный глетчер обнаружен в бассейне р. Иссык на том же северном макросклоне Заилийского Алатау. Он располагается в долине безымянного правого притока р. Иссык

($43^{\circ}15'$ с.ш., $77^{\circ}30'$ в.д.), в верховье которой находится ледник. Длина каменного глетчера 1850 м, ширина около 100 м. Он опускается до абсолютной высоты 2800 м. Нижняя часть каменного глетчера (длиной 1490 м) отделена косым сбросом от верхней (длиной 360 м) 15-метровым разрывом. Вероятная причина разрыва – недавнее землетрясение.

Третий каменный глетчер с разрывом обнаружен в долине Косбулака-2 – левого притока р. Чилик (южный макросклон Заилийского Алатау). В верховье долины находятся два ледника. Первый протягивается на 1,8 км до абсолютной высоты 3750 м, второй – на 1,6 км до 3860 м. Каменный глетчер ледникового генезиса, так как примыкает к конечной морене ледника ($43^{\circ}05'$ с.ш., $77^{\circ}30'$ в.д.). Он разорван на две части. Длина верхнего фрагмента порядка 625 м, он спускается до абсолютной высоты 3400 м. Затем следует разрыв, ширина которого около 250 м. Нижняя часть каменного глетчера (длиной 375 м) простирается до изогипсы 3200 м. Она продолжает движение, т. е. остается активной. В данном случае причиной разделения единого каменного глетчера явилось, видимо, сильное землетрясение. Здесь они иногда достигают 8–8,3 магнитуды по шкале Рихтера.

Центральный Тянь-Шань. Активный каменный глетчер расположен на северном макросклоне Терской Алатау в верховье р. Теримторбулак – левого притока Джаргалана, впадающего в оз. Иссык-Куль. Координаты каменного глетчера $42^{\circ}25'$ с.ш., $79^{\circ}00'$ в.д. Он находится на восточном склоне реки в интервале абсолютных высот 3200–3000 м. В верхней части он примыкает к стадияльной голоценовой морене небольшого висячего ледника. Длина каменного глетчера около 1100 м, максимальная ширина в верхней части достигает 150 м, в нижней – порядка 300 м. Он частично перекрывает более древний каменный глетчер, разделяя его на две части. От них он отделен боковыми уступами и глубокими ложбинами до 10 м в правой части и до 3–5 м – в левой. Длина их примерно сопоставима с длиной активного каменного глетчера. Высота фронтального уступа активного каменного глетчера на дне долины у русла реки достигает 30 м, крутизна его откоса 30° . Активный каменный глетчер оторван от конечной морены на перегибе скального ригеля глубоким (до 10 м) разрывом шириной до 25 м.

Джунгарский Алатау. Яркие следы необычно большой по протяженности зоны разрыва приледникового каменного глетчера сохранились в долине р. Узынбулак ($44^{\circ}50'$ с.ш., $79^{\circ}45'$ в.д.) – левого притока р. Казан (бассейн р. Коксу). Это произошло в результате катастрофически быстрой подвижки активного каменного глетчера под воздействием сейсмического обвала. Вся система каменного глетчера расположена в диапазоне абсолютных высот 3200–2100 м. Верхняя граница каменного

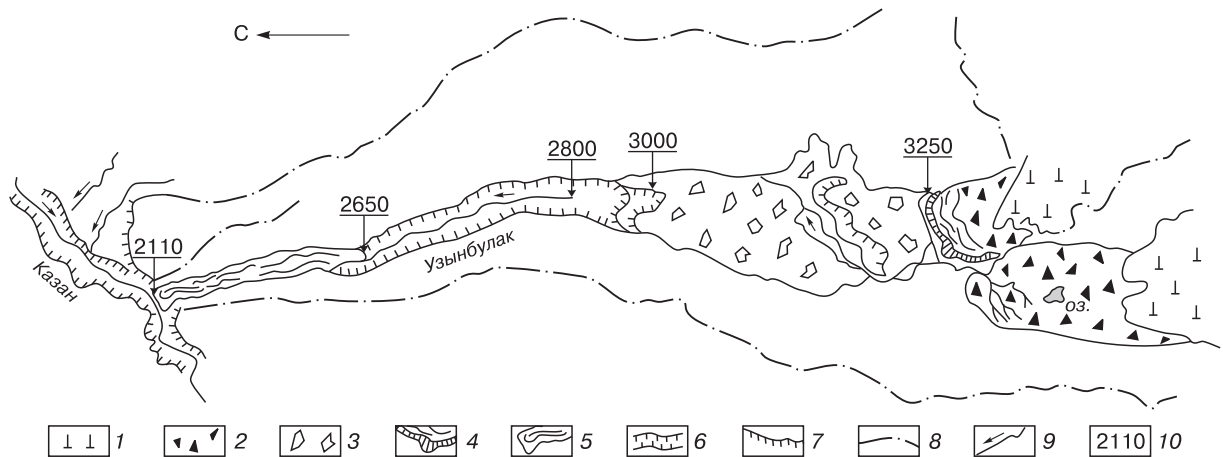


Рис. 1. Схема района расположения каменного глетчера в долине р. Узынбулак (Джунгарский Алатау). Вычерчена по аэрофотоснимкам. М-б 1:20 000.

1 – ледники; 2 – морены; 3 – отложения сейсмогенного обвала; 4 – приледниковый активный каменный глетчер; 5 – переложженный каменный глетчер; 6 – эрозионные врезы; 7 – водоразделы; 8 – эрозионные уступы; 9 – постоянные водотоки; 10 – абсолютная высота, м.

глетчера в области питания примыкает к конечным моренам двух ледников, следовательно, он ледникового генезиса. Современная его нижняя граница расположена на 800 м ниже характерной для данного района нижней границы распространения каменных глетчеров.

Результаты экспедиционного обследования дают основания полагать, что причиной быстрой подвижки каменного глетчера является мощный сейсмогенный обвал скальных пород с левого борта в верхьях долины. Тело обвала перекрывает каменный глетчер на дне троговой долины на протяжении 1,3 км в диапазоне абсолютных высот 3200–3000 м (рис. 1). Средняя ширина его около 400 м, площадь 0,5 км². Мощность обвальной толщи, судя по естественным обнажениям, составляет не менее 50–60 м, а объем ее около 31 млн м³. Толща сейсмогенного обвала представляет собой хаотическое нагромождение крупнообломочного глыбово-щебеннистого материала.

Мгновенная и огромная динамическая нагрузка на поверхность каменного глетчера, обусловленная обвалом, вызвала резкий рост пластичности мерзлых пород в погребенном каменном глетчере и выдавливание его с многократным увеличением скорости движения. Это явление неизбежно сопровождалось быстрым таянием высокольдистых пород. Пришедшая в движение ледогрунтовая масса каменного глетчера и перекрывающий его грубообломочный чехол обвала устремились вниз по крутопадающей долине. При этом скорость движения быстро увеличивалась вследствие образования все большего количества свободной воды. В результате эта масса переместилась почти на 900 м по абсолютной высоте и,

преодолев расстояние более 2 км, остановилась в русле р. Казан на высоте 2110 м.

На участке движения каменного глетчера отчетливо выделяются зоны формирования, транзита и аккумуляции вовлеченной в поток ледогрунтовой рыхлообломочной толщи. Зона отрыва каменного глетчера представлена четко выраженным крутым (до 30°) уступом и характерной нишей отрыва у нижнего края обвальной толщи. Разрыв находится в месте резкого перегиба через ригель днища троговой долины на абсолютной высоте 3000 м. Ниже располагается эрозионный врез, переходящий в транзитный лоток длиной около 1 км и шириной не менее 150 м, выработанный в рыхлых отложениях древней морены (рис. 2). Глу-

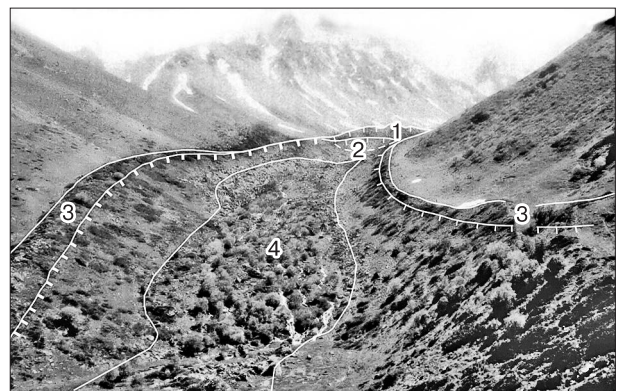


Рис. 2. Эрозионный лоток, выработанный скоростной подвижкой каменного глетчера.

1 – толща сейсмогенного обвала; 2 – погребенный каменный глетчер; 3 – боковые валы селевых заплесков; 4 – селевые отложения на дне эрозионного лотка.

бина вреза существенно меняется. Так, в верхней части лотка на повороте она на выпуклом склоне достигает 120–150 м, на вогнутом склоне – 30–40 м. В средней и нижней частях на прямолинейном участке эрозионного лотка различия по высоте бортов не отмечается, глубина вреза составляет 50–70 м. На изгибах лотка сохранились характерные боковые заплески из отложений крупнообломочного материала высотой 1–5 м и шириной 3–7 м. Их протяженность до нескольких сотен метров. Такого рода образования характерны для селевых потоков.

Морфология U-образного лотка в зоне транзита, а также значительный перекося фронта потока на поворотах, фиксированный различной высотой бортов и заплесков на выпуклом и вогнутом склонах, свидетельствуют о высокой скорости движения каменного глетчера. Такой большой глубины (до 70 м) эрозионный лоток мог быть выработан только крупным монолитом, который скользил по разжиженной грунтовой массе.

В зоне аккумуляции (абс. высота 2650–2110 м) вынесенный материал каменного глетчера



Рис. 3. Каменный глетчер в бассейне р. Коксу (Алайский хребет).

вместе с вовлеченным в движение материалом древней морены из лотка образовал четко выраженное обособленное тело, вытянутое по дну эрозионного вреза почти на 1 км, шириной от 130 до 150 м. Мощность его – от 10 м в верхней части до 40 м в нижней (см. рис. 1). Тело имеет в поперечном разрезе выпуклую форму и ограничено боковыми уступами высотой до 10 м у верхнего края и до 20 м у нижнего, а его объем составляет около 3 млн м³.

Переотложенный каменный глетчер обрывается в днище долины р. Казан, отжимая ее русло к противоположному правому борту серией поперечных дугообразных валов напора, характерных для каменных глетчеров. Это свидетельствует о том, что перемещенное тело сохранило свою первоначальную форму каменного глетчера до его сдвига, вызванного сейсмогенным обвалом.

Поверхность перемещенной массы каменного глетчера сложена крупнообломочным материалом с мелкозёмистым заполнителем. Здесь значительные участки поверхности хорошо задернованы разнотравно-кустарниковой растительностью и залесены. В сформированных насаждениях возраст отдельных самых крупных деревьев ели тьяншанской достигает 300 лет. При этом встречаются полусгнившие пни и поваленные деревья более старых генераций. Это позволяет предполагать, что сейсмогенный обвал и вызванная им быстрая подвижка каменного глетчера имели место не менее 600 лет назад.

В целом механизм перемещения каменного глетчера по долине р. Узынбулак во многом сходен с движением ледово-каменного селя при срыве ледника Колка на Кавказе в 2002 г. [Познанин, Геворкян, 2008, 2009]. Мощный удар крупного сейсмогенного обвала на поверхность активного каменного глетчера привел к потере его сцепления с ложем. Это в свою очередь определило его ускоренное движение, представляющее собой глиссирующий (скользящий) разгон оторвавшейся части каменного глетчера. Он двигался как монолитное гибкое ледово-каменное тело на разжиженной селевой массе. Боковые части блока каменного глетчера вследствие разогрева от трения трансформировались в селевые потоки, которые и образовали упомянутые заплески в виде боковых валов.

Гиссаро-Алай. Каменный глетчер находится на южном макросклоне Алайского хребта, в бассейне р. Коксу – правого притока р. Кызылсу. Его координаты – 39°40' с.ш., 72°00' в.д. В верховье правого притока Коксу он примыкает к конечной морене ледника (рис. 3). В формировании каменного глетчера помимо морены ледника принимают участие и осыпи.

Его общая длина порядка 1100 м. Размещается он в интервале абсолютных высот 3700–3200 м. Активный каменный глетчер разорван на две час-

ти. Нижняя часть имеет вид классического каменного глетчера: поверхность его осложнена поперечными дугообразными валами высотой 3–5 м и ложбинами между ними. Свежие фронтальный и боковые осыпающиеся уступы крутизной до 35° местами достигают в высоту 30 м. Он существенно отжимает реку Коксу к противоположной стороне. Длина этой части каменного глетчера около 550 м, максимальная ширина не менее 200 м.

Верхняя часть каменного глетчера, оставшаяся на дне кара на крутом перегибе у ригеля, отделена от нижней части зоной разрыва. Эта зона выражена в рельефе в виде крутопадающей (до 30°) широкой (до 100 м) ложбины длиной 350 м. Разрыв обусловлен ригелем, через который переваливает каменный глетчер.

Каменные глетчеры без разрывов

Северный Тянь-Шань. Каменный глетчер Каракорум расположен на северном макросклоне Кунгей Алатау в бассейне Чонкемина – правого притока р. Чу (42°50' с.ш., 77°00' в.д.). Он начинается от конечной морены ледника. Длина каменного глетчера 3,3 км (рис. 4). Он расположен в интервале абсолютных высот 3400–2650 м. В диапазоне абсолютных высот 3200–2900 м каменный глетчер растянут. На нем отсутствуют обычные дугообразные валы и ложбины, они преобразуются в продольные валы и ложбины. Здесь же отмечены поперечные трещины на поверхности, но разделения тела каменного глетчера на отдельные фрагменты не наблюдается. Выше и ниже зоны растяжения, длина которой порядка 1,5 км, у него обычный облик. Крутизна поверхности верхней части каменного глетчера 10–12°, в зоне растяжения она возрастает до 16–18°, ниже уменьшается до 8–10°. Одновременно каменный глетчер меняет свою ширину. В верхней части она порядка 450 м, в зоне растяжения – 250 м, в нижней части – 500 м. В такой же последовательности изменяется его мощность – от 17 до 8 и до 20 м. Высота фронтального уступа каменного глетчера достигает 50 м. По данным С.Н. Титкова [Горбунов, Титков, 1989], максимальная скорость продвижения обломков на поверхности каменного глетчера в основной зоне растяжения за период 1969–1977 гг. достигала 7,75 м/год, а за период 1977–1984 гг. – 2,57 м/год. За пределами зоны растяжения, в верхней части, максимальная скорость не превышала 2,28 м/год. Можно предположить, что Каракорум имеет ледниково-осыпное происхождение, а породы его содержат большое количество льда. Поэтому он не распался на отдельные фрагменты. Не исключено, что на динамику каменного глетчера оказало влияние катастрофическое Кеминское землетрясение 1911 г. Он находился в эпицентре, где интенсивность землетрясения составила 11 баллов по шкале MSK-64.

Каменный глетчер долины Дунгерме (42°00' с.ш., 77°40' в.д.) – правого притока р. Барскаун (бассейн оз. Иссык-Куль). Длина его 3,5 км, ширина варьирует от 1600 до 500 м. Он размещается в интервале абсолютных высот 3300–2800 м и примыкает к группе ледников. Средняя часть его растянута. Длина этой растяжки порядка 1200 м, минимальная ее ширина 500 м [Иверонова, 1950]. Основная причина растяжения активного каменного глетчера – возрастание крутизны днища долины.

Гиссаро-Алай. Каменный глетчер долины р. Соминг на северном макросклоне Гиссарского хребта (39°00' с.ш., 68°20' в.д.). Река Соминг – правая составляющая р. Канчаг – притока р. Сарытаг, район оз. Искандеркуль, бассейн Зеравшана. В верховье долины расположены четыре ледника. Общая длина каменного глетчера около 1000 м. Верхняя часть его расположена на дне кара (интервал абс. высот 3500–3400 м). Нижняя часть размещается в интервале высот 3300–3200 м. Эта часть состоит из двух ступеней: верхняя – активная шириной до 500 м, нижняя – неактивная шириной до 750 м. В интервале абсолютных высот 3400–3300 м от ригеля начинается зона растяжки между верхней и нижней частями каменного глетчера. Ее длина до 200 м и ширина до 100 м. В зоне растяжения отсутствуют характерные для каменных глетчеров поперечные валы и рвы, однако хорошо сохранились боковые уступы, что свидетельствует о неразрывности каменного глетчера. На-

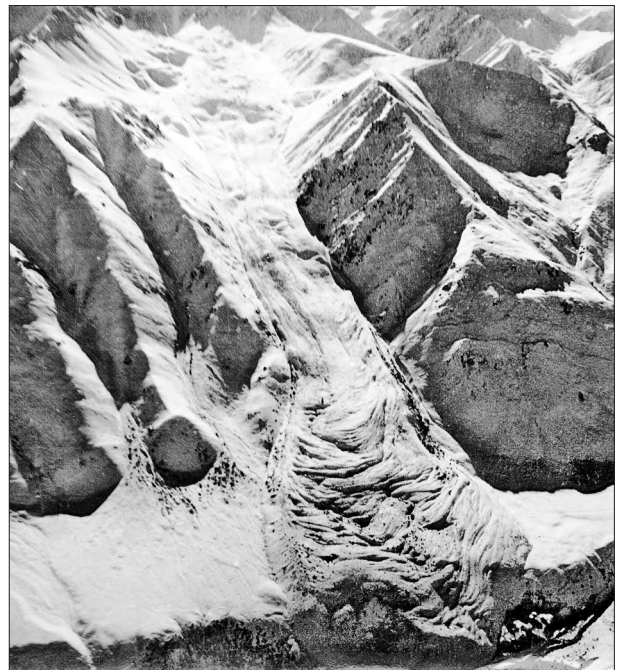


Рис. 4. Каменный глетчер в бассейне р. Чонкемин (хр. Кунгей Алатау).

личие двух четко выраженных ступеней в нижней части каменного глетчера фиксирует две возрастные стадии в его развитии. Верхняя, более молодая и активная часть наложена на древнюю неактивную.

Техногенные каменные глетчеры

Техногенные каменные глетчеры формируются из искусственных отвалов грубообломочных пород на горных склонах там, где возможно их многолетнее промерзание. Для них характерны необычно быстрые подвижки, сопровождаемые оползнями и грязекаменными потоками. Поэтому такого рода образования можно именовать как каменные глетчеры-сёджи.

Кольский полуостров, Хибины, гора Расвумчорр (67°45' с.ш., 33°30' в.д.). Это один из наиболее хорошо изученных техногенных каменных глетчеров [Красносельский, 1984].

Разработка апатитов здесь начата около 80 лет назад. В 1960-х гг. здесь был открыт новый рудник. При вскрытии рудных тел огромные массы крупнообломочного материала пустой породы перевозились на северный склон плато Расвумчорр. Работы велись круглый год, поэтому обломки камней перемешивались со снегом. Весной и летом снег таял и воды просачивались в толщу отвала, где сохранялись отрицательные температуры. Талая вода замерзала, лед цементировал обломки и в итоге образовалась ледово-каменная толща. Давление на нее с каждой новой порцией отсыпки непрерывно возрастало. Примерно через год с начала работ наступил момент, когда масса, состоящая из камней и льда, стала медленно сползать вниз по склону – сформировался рукотворный каменный глетчер. Оказалось, что его льдистость около 50 %. Местами были обнаружены линзы чистого льда толщиной до 2 м. Температура пород в отвале снизилась до -1,2 °С. Отвал при своем движении все больше становился похожим на каменный глетчер: на его поверхности появились дугообразные валы, сформировался крутой фронтальный откос. Когда каменный глетчер достиг участка с более крутым уклоном (порядка 30°), его скорость увеличилась, произошел разрыв мерзлого тела и масса объемом около 4 млн м³ обрушилась вниз, в долину небольшой речки. Каменный глетчер превратился в своеобразный оползень-сель, который пронесся по боковой долине 2,5 км и вышел в главную долину р. Коашва. На пути оползень-селя не оказалось поселений, поэтому обошлось без жертв и разрушений.

Норильский техногенный каменный глетчер. Он находится на северо-западной окраине плато Путорана. Гора Рудная (69°30' с.ш., 88°00' в.д.). Здесь на склоне северной экспозиции расположен техногенный отвал обломков породы, который

сформировался при вскрытии рудного тела в районе г. Норильска. В течение долгой зимы обломки горных пород при отсыпке перемешивались со снегом, одновременно подвергаясь многолетнему промерзанию. В результате сформировалась ледово-каменная толща пород. Обломки отсыпались в отвал более 25 лет (до 1984 г.). Мощность толщи обломков местами достигла 120 м, а ее объем – 60 млн м³. Высокое содержание льда в породах отвала предопределило его подвижность. Он стал перемещаться по уклону наподобие каменного глетчера. Средняя скорость его движения составляла 40 мм/сут, а временами достигала 1 м/сут [Гребенец, Керимов, 1998; Гребенец, Титков, 2006]. Дальнейшее продвижение каменного глетчера стало угрожать различным инженерным сооружениям.

Кольское нагорье, юго-восточная часть Омолонского горного массива (Магаданская область). Потенциальными местами зарождения техногенных каменных глетчеров служат крупные отвалы каменного материала на месторождении Кубака (63°41' с.ш., 160°00' в.д.). Отвалы находятся на абсолютной высоте около 700 м [Галанин и др., 2006].

Внутренний Тянь-Шань. При освоении Кумторского золоторудного месторождения за последние 12 лет накоплена огромная масса отвалов пустой породы, из которых формируется каменный глетчер. Месторождение находится на северо-западном макросклоне хр. Акшийрак в интервале абсолютных высот 4000–3900 м (41°50' с.ш., 78°20' в.д.).

На месторождениях Кубака и Кумторское техногенные каменные глетчеры находятся в стадии формирования, и четких морфологических признаков их деформирования пока не отмечается. Для Кумторского месторождения это связано еще и с тем, что здесь породы представлены сланцами, малоблагоприятными для формирования каменных глетчеров.

Следует сказать, что в известной классификации А. Корте [Corte, 1987] отмечены техногенные каменные глетчеры. Видимо, автор имел сведения о нахождении их в Андах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

До сих пор динамическим деформациям каменных глетчеров в Центральной Азии не уделялось должного внимания. Их детальное изучение даст возможность получить дополнительную и весьма важную информацию о механизмах движения каменных глетчеров, что позволит в какой-то мере прогнозировать их подвижки.

К настоящему времени материалы исследований позволяют выделить две основные группы деформированных каменных глетчеров: с разры-

вами единого тела и без разрыва, но с выраженными зонами растяжения. Техногенные каменные глетчеры пока редки, но по мере освоения полезных ископаемых в горах высоких широт или в высокогорье средних и низких широт их число будет возрастать.

Литература

- Галанин А.А., Моторов О.В., Замош М.Н.** Техногенные каменные глетчеры в районах освоения коренных месторождений Северо-Востока // Вестн. СВНЦ ДВО РАН, 2006, № 1, с. 17–26.
- Горбунов А.П., Титков С.Н.** Каменные глетчеры гор Средней Азии. Якутск, ИМЗ СО РАН, 1989, 164 с.
- Гребенец В.И., Керимов А.Г.** Изменения характера движения крупнейшего техногенного каменного глетчера // Криосфера Земли, 1998, т. II, № 2, с. 38–42.
- Гребенец В.И., Титков С.Н.** Инженерно-геологические риски, связанные с формированием техногенных каменных глетчеров // Инж. геология, 2006, № 11, с. 33–37.
- Иверонова М.И.** Каменные глетчеры Северного Тянь-Шаня // Работы Тянь-шанской физико-географической станции. М., 1950, вып. 1, с. 69–88.
- Красносельский Э.Б.** Одна из хибинских проблем // Природа, 1984, № 9, с. 56–61.
- Мягков С.М.** Каменные глетчеры Трансантарктических гор // Антарктика, 1981, вып. 20, с. 89–92.
- Познанин В.Л., Геворкян С.Г.** Глиссирующий механизм формирования ледово-водокаменного селя при срыве ледника Колка в 2002 году // Криосфера Земли, 2008, т. XII, № 4, с. 57–65.
- Познанин В.Л., Геворкян С.Г.** Функциональная структура Геналдонского селя и кумулятивный механизм его самовоспроизведения // Криосфера Земли, 2009, т. XIII, № 1, с. 73–79.
- Barsch D.** Rock glaciers. Berlin, Springer-Verlag, 1996, 331 p.
- Corte A.** Rock glaciers // Biul. Peryglacjalny, 1976, No. 26, p. 175–197.
- Corte A.** Rock glacier taxonomy // Rock Glaciers. Boston, Allen and Unwin, 1987, p. 27–39.
- Gorbunov A.P., Titkov S.N., Polyakov V.G.** Dynamics of rock glaciers of the Northern Tien Shan and the Djungar Ala Tau, Kazakhstan // Permafrost and Periglacial Processes, 1992, vol. 3, No. 1, p. 29–39.

*Поступила в редакцию
2 июня 2009 г.*