

- Клюкін О. А., Лисенко М. І. Давні зсуви долини прориву. Салгір в околицях м. Сімферополя. В сб. «Фізична географія та геоморфологія», вип. II, Київ, «Вища школа», 1974.
- Лысенко Н. И. К стратиграфии древнечетвертичных галечников Степного Крыма. «Бюл. Ком. по изуч. четверт. периода», № 30. М., «Наука», 1965.
- Лысенко Н. И. О причинах асимметрии речных долин Крыма. «Изв. ВГО», т. 98, № 4, 1966.
- Муратов М. В. О миоценовой и плиоценовой истории развития Крымского полуострова. «Бюл. МОИП. Отд. геол.», № 1, 1954.
- Рогозин И. С., Киселева З. Т. Оползни Ульяновского и Сызранского Поволжья. М., «Наука», 1965.
- Худяев И. Е. Материалы по геоморфологии оползневых районов Южного берега Крыма. «Матер. ЦНИГРИ. Сер. гидрогеол.», сб. 4. Работы Крымской оползневой станц., 1934.
- Шеко А. Н. О необходимости учета возраста оползней при определении устойчивости склонов. «Тр. МГРИ», т. 35. Гидрогеол., и инж. геол. М., 1959.

Симферопольский государственный университет

Поступила в редакцию 30.III.1976

ON LANDSLIDES AGE AT SLOPES OF WATER GAPS IN THE CUESTA RANGES (WITH REFERENCE TO THE CRIMEA)

KLYUKINA A. A.

Summary

Downcutting of the rivers which break through cuesta ranges provides favourable conditions for landslides (i. e. a certain ratio of the valley depth to clay and solid rock thickness) first in the upper part and later in the lower part of the water gap. The conclusion has been confirmed by morphology and structure of landslips, and their correlation with river terraces and erosion surfaces. Because of the long existing unidirectional lateral shift of the river, landslips at left and right river slopes may be of different age.

УДК 551.435.42

ЛАВРУШИН Ю., ГОЛДТВЕЙТ Р.

КРУПНАЯ ЭКЗАРАЦИОННАЯ РЫТВИНА о. КЕЛЛИ (оз. ЭРИ), ЕЕ ПРОИСХОЖДЕНИЕ И МИКРОРЕЛЬЕФ

В северной части о. Келли имеется парк «Ледниковая рытвина». Как показывает название, достопримечательностью парка является крупная экзарационная рытвина (Grooves), длина которой достигает 138 м, максимальная глубина 4 м, а ширина около 7—8 м (рис. 1). Эта рытвина (вначале частично, а после вскрыши целиком) неоднократно изучалась многими исследователями (Butterfield, 1938; Carney, 1910; Fisher, 1920; Steeg et al., 1935), которые отметили ряд интересных особенностей ее морфологии. Однако вопросы происхождения рытвины и формирования ее микрорельефа освещались лишь с самых общих позиций. Между тем именно эти вопросы являются, с нашей точки зрения, наиболее интересными, поскольку позволяют осветить некоторые особенности взаимодействия ледникового покрова со своим ложем. Более того, и это нам кажется чрезвычайно важным, анализ происхождения экзарационной рытвины о. Келли, а также ее микрорельефа можно с известной долей условности рассматривать как вероятную модель происхождения гигантских экзарационных рытвин, друмлиноидов и даже друмлинов вообще.



Рис. 1. Общий вид экзарационной рытвины о. Келли

Экзарационная рытвина расположена на пологом северо-восточном склоне холма высотой 15—17 м над уровнем воды в оз. Эри. Сложен холм среднедевонскими известняками с очень пологим падением (до 6°) на юго-восток. Ориентировка рытвины строго соответствует направлению движения льда в существовавшем здесь ледниковом покрове с СВ на ЮЗ ($R=18^\circ$), а склон холма, на котором она расположена, являлся проксимальным.

Большой интерес представляют очертания рытвины в плане, в особенности ее внешних бортовых частей. Последние интересны потому, что позволяют до некоторой степени представить ту поверхность, на которую наступал ледниковый покров или которая находилась над ним. В этом отношении морфология внешних бортовых частей рытвины оказалась очень выразительной. Ее внешние окраинные части, особенно с северной стороны, а также у ее восточного окончания резко угловаты и как бы обрезаны прямыми линиями. Аналогичны очертания и южного внешнего борта, хотя он в большей степени прямолинеен. Западное окончание рытвины обрезано плоскостью того же простирания, что и угловатые ограничения северного и восточного ее бортов.

Осмотр бортов рытвины и анализ аэрофотоснимка показал, что ее угловатые очертания связаны с сетью трещин в известняках. Наиболее крупные трещины того же простирания прослеживаются и в днище рытвины непрерывно с одного борта до другого. Ориентировка трещин, как правило, выдержана ЮЗ ($R=45^\circ$); СВ ($R=45^\circ$), хотя иногда в «узлах» их пересечения в известняках можно видеть более мелкие дополнительные оперяющие трещинки. Относительно происхождения трещин в известняках сказать что-либо определенное трудно. Они могут быть как тектоническими, так и гляциотектоническими, а также трещинами разгрузки или даже морозобойными. В этой связи важно отметить то обстоятельство, что трещины того же простирания были хорошо видны с самолета и в других местах острова. Не исключено, что первичная трещиноватость в известняках связана с каким-то общерегиональным фактором, как, например, тектоническим или гляциотектоническим. Мы в большей степени склоняемся к последнему, поскольку в целом трещиноватость в известняках прослеживается на небольшую глубину. Более мелкие трещинки могут быть связаны с криогенными или гравитационными процессами. При любом варианте происхождения трещин важным



а



б

Рис. 2. а — друмлиноиды в днище рытвины; б — проксимальная часть одного из друмлиноидов, «бронированная» колониями кораллов

является то обстоятельство, что под ледниковым покровом оказалась поверхность известняков интенсивно разбитая сетью трещин на сравнительно небольшие блоки. Это, несомненно, облегчило проявление и направление процессов ледниковой эрозии, тем более что подобная ситуация сложилась на проксимальном склоне ледникового ложа. Поэтому

му можно думать, что заложение рытвины было предопределено наличием зоны интенсивно трещиноватых известняков и проявляющихся здесь процессов ледникового отщепления. Проявление процессов ледникового отщепления было, возможно, ограничено глубиной расположения «узлов» пересечения главных трещин. Видимо, это способствовало выработке наклоненного к северо-востоку продольного профиля рытвины и обусловило ее неодинаковую глубину. Таким образом, возникновение рытвины связывается нами главным образом с процессами ледникового отщепления блоков сильно трещиноватых известняков, особенно интенсивно проявлявшимся на проксимальных склонах ледникового ложа.

В днище рытвины и на ее внутренних бортах отчетливо выражены различные формы ледниковой абразии: полировка, штриховка, мелкие желоба и царапины и т. д. Но главное — это наличие в средней части уровня рытвины оглаженных «полусигар», очень напоминающих друмлиноиды (рис. 2). Высота их различна, но не более 0,4 м, протяженность — 4 м. Склоны их пологовыпуклые в верхней и средней частях, а в нижней — часто вогнутые, подрезаны присклоновыми желобками. Отношение высоты к длине полусигар колеблется и оказывается максимальным 1 : 8, а чаще значительно меньшим (1 : 20 — 1 : 30). Продольный профиль полусигар достаточно выразителен: передняя носовая часть слегка выпукла и обычно короткая. При этом чем меньше по высоте форма, тем короче носовая часть. Максимальная высота у самых мелких форм приурочена к их носовой части, у более крупных форм — к передней пятой или четвертой части. За участком максимальной высоты продольный профиль почти прямой, полого снижающийся к хвостовой части. Последняя, так же как и носовая часть обтекаема, но более плоская, постепенно сливающаяся с днищем междрумелиноидного желоба.

Обследование поверхности полусигарных тел показало, что к их максимальным высотам приурочены колонии кораллов. При этом на наиболее мелких формах они располагаются соответственно в носовой части. На более крупных формах, более глубоко отпрепарированных льдом, — в некотором отделении от нее. Иногда встречаются и более сложные сочетания. Так, например, на некоторых крупных формах (в их носовых частях) появляются более мелкие осложняющие их друмлиноиды. Их развитие связано с наличием в известняках сдвинутых кораллов или их мелких колоний. Таким образом, наличие в известняках колоний кораллов (рода *Zaphrentis*), являющихся более окрепшими и прочными, чем основная масса известняков, предопределяло, с нашей точки зрения, проявление процессов избирательной ледниковой эрозии и появление в конечном итоге описанных полусигарных форм.

Нельзя не отметить наличие в хвостовой части одной из крупных полусигар серповидно изогнутых кулисообразно заходящих друг за друга выщерблин, образующих в целом оригинальную форму ледниковой экзарации, которой мы дали условное название «гигантский ледниковый трилобит». Объяснить происхождение этой формы можно лишь при учете возможного сложного типа распределения токов льда в днище рытвины в целом. Есть все основания полагать, что в связи с возникшими друмлиноидными формами общая структура потоков льда в базальной части ледникового покрова оказалась весьма сложной. Если в носовых частях друмлиноидов токи льда расходились по бортам и верхней поверхности (не исключено, что в носовых частях временами могли создаваться оптимальные условия для существования полостей, частично предохранявших их от ледниковой эрозии), то в хвостовых частях происходило фактически слияние этих токов льда. В результате здесь, в «узлах» встречных токов льда, временами могли возникать такие условия, когда крупные валуны, содержащиеся в разных токах, могли сталкиваться друг с другом, находясь фактически под воздействием трех потоков льда, и интенсивно царапать борта друмлиноида. В порядке пред-

положения можно высказать мысль о том, что подобного типа периодические царапины на ледниковом ложе, оставленные крупными валунами и не связанные с видимыми трещинами в коренных породах, возможно, связаны с пульсирующим типом движения валунов в толще льда, что, конечно, должно отражать и соответствующий тип движения самого льда. Но пока об этом можно говорить лишь в самой общей форме, поскольку эту проблему необходимо еще дополнительно изучать.

В целом можно думать, что направленность процессов избирательной ледниковой эрозии, обусловленная колониями кораллов, была достаточно постоянной в средней по глубине части ледниковой рывтины о. Келли. Важно подчеркнуть, что если в начале формирования рывтины преобладали процессы ледникового отщепления, то в «стадии» формирования друмлиноидов они проявлялись лишь локально. Процессы ледникового отщепления в этой «стадии» были приурочены лишь к местам пересечения крупных трещин или к отдельным наиболее крупным из них, которые и сейчас прослеживаются в днище рывтины или в основании ее бортов. Процессы отщепления в этих случаях привели к образованию поперечных коротких желобов, иногда изогнутых в плане, внутренняя поверхность которых также подшлифована ледниковой абразией. Иногда эти желоба напоминают собой водно-эрозионные формы, но наличие на их внутренней поверхности ледниковой шлифовки не позволяет связывать их образование с процессами водной эрозии. Их руслообразную изогнутость можно объяснить формой в плане родоначальной трещины.

Вблизи юго-восточного борта ледниковой рывтины о. Келли, в ее наиболее глубокой части можно видеть иные формы проявления ледниковой эрозии — длинные продольные желоба, разделенные невысокими гребешками. Мы рассматриваем желоба как одну из конечных стадий процесса ледниковой экзарации. Видимо, на этой глубине в известняках уже отсутствуют кораллы и продольные желоба являются результатом дальнейшей переработки существовавших здесь ранее друмлиноидов. При этом направленность ледниковой абразии была сконцентрирована главным образом на двустороннем боковом срезании друмлиноидов. Таким образом, продольные желоба, которые можно рассматривать как одну из вероятных моделей образования гигантских ледниковых рывтин, являются результатом двусторонней боковой ледниковой абразии.

Следует упомянуть еще об одной форме ледниковой экзарации, которую можно наблюдать в западной, наиболее высоко расположенной части рывтины о. Келли. Здесь преобладают формы «фуганочного состругивания» (желобки фуганка или рубанка). Их вершины расположены как бы на косой линии, пересекающей весь желоб, что позволяет нам предположить приуроченность их к трещине, пересекающей рывтину. Плоскость падения трещины была направлена по движению ледника.

Таким образом, крупная ледниковая рывтина о. Келли является хорошим примером проявления разнообразных форм ледниковой экзарации, образующих как бы единый генетический ряд. Но они становятся понятными лишь тогда, когда мы учитываем не только процессы, происходившие в толще льда, но и реальную геологическую обстановку, которая в значительной мере обуславливает проявление избирательной ледниковой эрозии или преобладание той или иной формы ледниковой экзарации вообще. Об этом необходимо напомнить, поскольку в последнее время довольно часто появляются работы, посвященные ледниковой геоморфологии и геологии, в которых этот момент практически не учитывается и породам ледникового ложа отводится лишь пассивная роль.

Нам думается, что изложенные соображения по поводу происхождения и микрорельефа экзарационной рывтины о. Келли позволяют более полно представить себе процесс образования друмлиноидов и гигантских ледниковых рывтин. Естественно, мы понимаем, что друмли-

ноиды и мелкие желоба экзарационной рытвины о. Келли по своим масштабам мало сопоставимы с крупными аналогичными формами, описанными на территории Канады. Поэтому микрорельеф рытвины о. Келли мы рассматриваем только как модель, иллюстрирующую общую направленность процесса формирования настоящих друмлиноидов и гигантских экзарационных рытвин. Хотя анализ имеющейся литературы показывает, что основания для подобной постановки проблемы в целом имеются.

В этом отношении оказываются очень интересными материалы Смита (Smith, 1948), который описал крупные ледниковые рытвины на северо-западе Канады, достигающие длины до 16 км, ширины 50—100 м и глубины 15—16 м. В результате проведенных исследований Смит пришел к выводу о существенной роли литологии, способствовавшей проявлению избирательной ледниковой экзарации. Действительно, в работе Смита показана приуроченность крупных экзарационных рытвин и разделяющих их грядок к более рыхлым породам с разнородной плотностью. В то же время эти формы ледниковой экзарации отсутствуют на участках развития более или менее однородных пород. Аналогичная закономерность выявляется для о. Виктория в Северо-Канадском архипелаге, где типичные друмлиноиды были впервые описаны Файлесом (Fyles, 1963; Thorsteinsson, Tozer, 1962). Проведенный нами анализ опубликованных ледниковых и геологических карт о. Виктория показывает, что друмлиноиды распространены главным образом в поле распространения пород ордовика и силура, основу толщ которых составляют доломиты. При этом весьма интересным и важным является то, что для доломитов характерны полусферические колонии кораллов, которые, вероятнее всего, с нашей точки зрения, послужили предпосылкой для проявления процессов избирательной ледниковой экзарации, приведшей к образованию друмлиноидов.

ЛИТЕРАТУРА

- Butterfield N. A.* Report on Proposed Glacial groover National Monument, Ohio. National Parc Service, special Report, 1938.
Carney F. Glacial erosion on Kelley's Island, Ohio. «Geol. Soc. Am. Bull.», v. 20, 1919.
Fisher M. The Geology of Kelley's Island Unpublished Master's Thesis. Oh. St. Un., 1920.
Fyles J. G. Surficial geology of Victoria and Stefansson Island, district of Franklin. «Geol. Surv.», Canada, Bull. 101, 1963.
Smith H. T. U. Giant glacial grooves in Northwest Canada. «Am. J. Sci.», v. 246, 1948.
Steeg V., Yunck K., Yunck G. Geography and geology of Kelley's Island. «Ohio J. Sci.», v. 35, 1935.
Thorsteinsson R., Tozer F. T. Banks, Victoria, and Stefansson Islands, Arctic archipelago. «Geol. Surv.», Canada, mem. 330, 1962.

Геологический ин-т АН СССР
 Ин-т полярных исследований Государственного университета
 г. Колумбус, США

Поступила в редакцию
 3.VI.1977

LARGE EXARATION TROUGH AT THE KELLY ISLAND, ITS ORIGIN AND MICRORELIEF

LAVRUSHIN Yu., GOLDTHWAIT, R.

Summary

The paper describes a large exaration trough at the Kelly island. Conclusions on the trough origin are based on the microrelief analysis; some microrelief elements are considered to be probable model of gigantic exaration troughs and drumlinoids origin.