

А.Г. КОСТЯЕВ

О НЕКОТОРЫХ ПРИЗНАКАХ, ОБЩИХ ДЛЯ ЛЕДЯНЫХ И КОНВЕКТИВНЫХ ГРУНТОВЫХ ЖИЛ

Вопрос об участии конвективных процессов в формировании ледяных жил уже поставлен [*Костяев, 1965, 1967*]. Данная заметка имеет целью отметить еще один факт, который может быть истолкован в пользу существования конвективного движения в системе лед - мерзлая порода и попытаться объяснить с этой точки зрения некоторые характерные детали строения ледяных жил.

Известно, что часто встречающимся видом контакта ледяных жил с вмещающей породой является своеобразная зубчатая граница, характеризующаяся наличием горизонтальных клинообразных выступов жильного льда в направлении окружающих органо-минеральных слоев, разделенных ровными или слабоогнутыми в сторону жил участками контакта. При этом поведение слоев вмещающей жилы породы не остается безучастным к подобной конфигурации границы жильного льда, а испытывает закономерные изменения.

Против ледяных выступов слои, как правило, представленные наиболее обогащенными органическим веществом супесями и суглинками или чистым торфом, залегают почти ненарушенно, горизонтально. Выше этого горизонта плавно примыкающие к жиле слои без каких-либо осложняющих деформаций все более отгибаются кверху и максимальной изогнутости достигают вблизи следующего горизонтального выступа льда, где они или как бы срезаются вышележащими горизонтальными прослоями, или, будучи опрокинутыми, просто перекрываются ими. В последнем случае слои, зажатые между жилами, принимают корыто- и даже эллипсообразную форму.

Впервые на существование подобных деталей разреза ледяных жил и вмещающих их слоев грунта обратил внимание А.И. Попов [*1955* и др.], придавший им определенное генетическое значение. Не вдаваясь в обсуждение высказанных к настоящему времени мнений по поводу весьма сложного вопроса о взаимоотношении льда жил с вмещающей породой, автор ограничивает свою задачу проведением сравнения ледяных жил с грунтовыми, обладающими аналогичными деталями строения и, что самое важное, имеющими при этом однозначное генетическое истолкование.

Примером таких грунтовых жил является структура, изображенная на рис. 1. Она обнаружена в разрезе ледниково-морских отложений, вскрывающихся в верхней части правого борта долины р. Ворга-Шор (Воркутинский район) на одном из участков в среднем течении реки. Отложения представлены слоем темно-серого суглинка с примесью гравия и гальки, в данном месте разделенном на две части линзой средне-грубозернистого чистого песка с примесью редкого гравия и мелко- среднезернистого песка с тонкими прослоями суглинков и супесей.

Выше по реке линза выклинивается, но в соответствующем ей по положению интервале разреза в суглинке присутствуют многочисленные мелкие изолированные линзы мелко- среднезернистого песка и причудливо деформированных тонкослоистых пылеватых супесей и суглинков. Мощность крупной песчаной линзы колеблется от 1,5 до 3 м, мощность (видимая) всего слоя суглинистых осадков, включающих линзу песка, составляет 4-5 м. Ниже по четкому контакту залегают толща горизонтально-слоистых мелко-крупнозернистых хорошо отмытых песков видимой мощностью свыше 7 м.

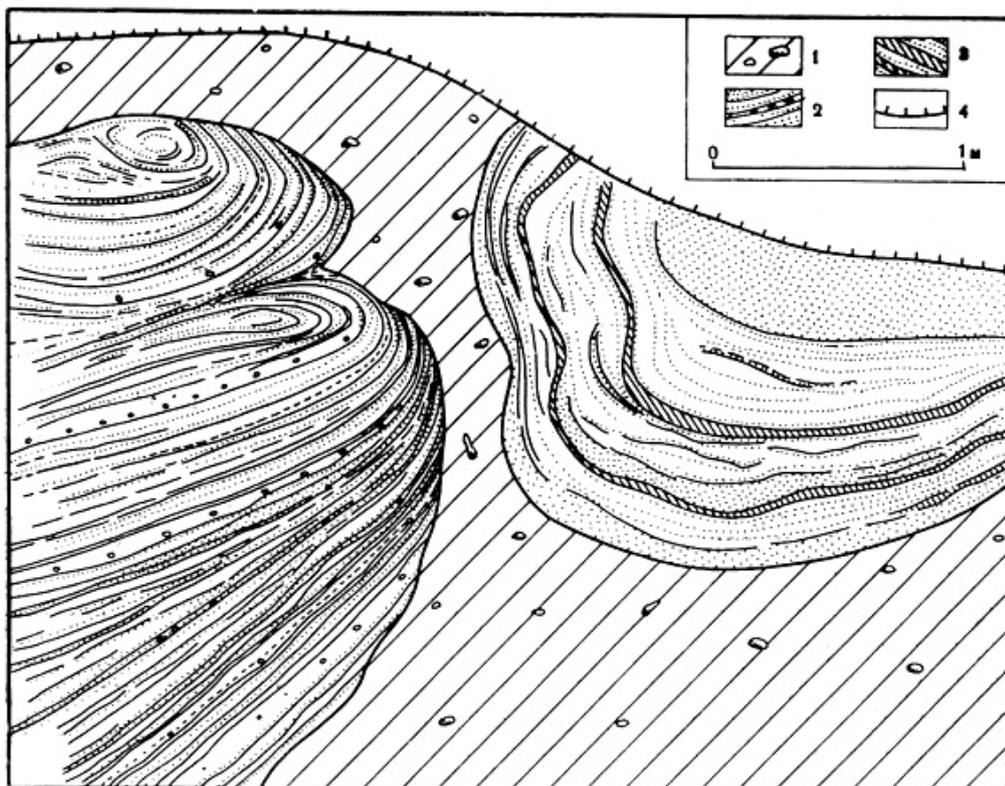


Рис. 1. Конвективная грунтовая жила в разрезе ледниково-морских отложений. Среднее течение р. Ворга-Шор (Воркутинский район): 1 — суглинок темно-серый с гравием и галькой; 2 — песок средне-грубо-зернистый с редким гравием; 3 — песок мелко-среднезернистый с тонкими прослойками суглинков и супесей; 4 — ссыпь

Грунтовая жила приурочена к зоне сильных деформаций слоистости в линзе песков и несомненно является их неотъемлемой составной частью. Она образована в результате внедрения темно-серого суглинка в пески снизу и, возможно, в небольшой степени сверху. О преимущественном внедрении снизу говорит резко расширенная в виде раструба нижняя часть структуры и характер поведения слоев вмещающей породы.

Движущей силой внедрения, по всей вероятности, явилось развитие конвективной неустойчивости на нижнем контакте песчаной линзы, т.е. между темно-серыми суглинками и вышележащими песками. В процессе внедрения песков в суглинок, развивающегося как одиночная деформация центрального типа, что отвечает соотношению вязкости взаимодействующих пород согласно теории конвективной неустойчивости, последний оказался выжатым вверх в виде вертикально-ориентированной жилы сложной конфигурации, окруженной крутозагнутыми кверху слоями песков и супесей. Поскольку мощность песка влево от жилы гораздо большая, чем вправо от нее, амплитуда проседания в первом случае также значительно больше. Поэтому левый контакт структуры является более сложным и вместе с тем показательным для определенного типа конвективного процесса. Одновременно, что очень важно, он оказывается весьма сходным с контактом крупных ледяных жил с вмещающими их породами.

Примыкающие к грунтовой жиле песчаные слои плавно, по касательной к контакту загнуты кверху, и интенсивность этого отгиба постепенно увеличивается снизу вверх. Очень скоро они приобретают вертикальное положение, а затем плавно запрокидываются, в результате чего в данном интервале разреза приобретают эллиптическое замыкание. Это постепенное изменение наклона слоев сопровождается плавным изменением направления контакта грунтовой жилы, по направлению вверх все более отклоняющегося влево и на

определенном горизонте следующего согласно с обратным наклоном песчаных слоев. Выше в песках наблюдается другая эллиптическая структура с аналогичным поведением слоев, представляющая собой уже верхний ярус деформаций, но меньшего масштаба. Структуры отделены друг от друга тонким интервалом близкого к горизонтальному залегания, являющимся между ними как бы пограничной или «нейтральной» зоной.

Таким образом, постепенное изменение наклона слоев вмещающей породы к жиле закономерно связано с направлением контакта самой структуры, который вблизи опрокинутых слоев, образующих эллиптическое замыкание нижнего яруса, приобретает параллельное им направление. То же самое характерно и для контакта на уровне верхней эллиптической формы. В промежутке между двумя эллипсами суглинок образует клинообразный выступ в сторону вмещающих пород, точно приходящийся на промежуток («нейтральную зону») между ними и очень естественно его заполняющий собой.

Из сказанного становится очевидной теснейшая взаимосвязь между вышеописанными деталями контакта грунтовой жилы и поведением слоев вмещающих пород, возникающая, как и сами деформации, вследствие сложных конвективных перемещений в донных осадках. Очевидно также, что отмеченный характер контакта, как и вся система деформаций, требует для своего объяснения признания одновременного перемещения друг относительно друга вмещающих жилу слоев песка, движущихся вниз, и самой жилы, движущейся вверх. Только наличие такого движения, подтверждаемого самой природой нарушений, делает возможным неизменно плавное прилегание крутоотогнутых вверх слоев к структуре и их постепенное согласное запрокидывание с образованием эллиптического замыкания, четко фиксированного поведением контакта грунтовой жилы.

Появление клиновидного выступа суглинка, приходящегося на промежуток между сильно деформированными слоями песка, можно рассматривать, по-видимому, прежде всего как результат повышенной податливости, обусловленной малой вязкостью песков на уровне верхней части нижнего эллипса, быстро принявших опрокинутое положение и облегчивших тем самым отклонение границы суглинка далеко влево. Центр эллиптической структуры в песках оказался в непосредственной близости к связанному с ней клиновидному выступу суглинка. На уровне верхней части выступа граница суглинка примыкает к нормально отогнутым слоям песка и отклоняется вправо, чтобы еще выше, на уровне верхнего раструбообразного расширения, снова резко отклониться влево. Появление верхнего эллипса в основном связано с образованием левого крыла этого последнего, но существенную роль, особенно в оформлении его нижней части, сыграл также горизонтальный клиновидный выступ суглинка.

По-видимому, именно таким образом суглинок от подошвы песчаной линзы достиг ее кровли, образовав описанную выше сложную грунтовую жилу.

Подобные закономерности, в том числе эллипсоидальное замыкание слоев, нередко можно встретить и в разрезах полигонов с ледяными жилами, доказательством чего служит конкретный пример - деталь контакта жильного льда с грунтом на одном из участков обнажения Мус-Хая (рис. 2). Примыкающие к жиле торфяные слои образуют крупную эллиптическую форму, заключенную между двумя весьма четко выраженными клиновидными выступами жильного льда.

Нужно отметить, что часто наблюдаемая связь горизонтальных выступов льда с сильно заторфованными или чисто торфяными прослоями, как и интенсивные смятия этих прослоев близ контакта с жилами, по-видимому, не случайны, поскольку обогащенные или целиком представленные органикой грунты являются горизонтами разреза с пониженной вязкостью. В зависимости от целого ряда конкретных условий эти слои более или менее пассивно воспринимают действующее на них давление со стороны выступов льда, сохраняя горизонтальное положение, или оказываются вовлеченными в сильные приконтактные деформации. При этом последние лишь относительно редко бывают

представлены полностью сформированными эллиптическими телами, обособившимися от соседних с ними участков породы (см. рис. 2).



Рис. 2. Деталь контакта мощной сингенетической ледяной жилы с вмещающей породой — крупная эллиптическая структура между двумя четко выраженными выступами жильного льда. Обнажение Мус-Хая, р. Яна. (Фото автора)

Гораздо чаще деформации оказываются выраженными эллипсообразным замыканием серий слоев или только их вертикальным положением близ контакта. В последнем случае маловязкие торф и песок (например, в нижней части обнажения Мус-Хая) нередко следуют вверх вдоль контакта с ледяной жилой тонкой полосой, сохраняющей, однако, связь с материнским слоем на протяжении до 1,5-2 м, отделяя тем самым породы внутренних частей полигонов от непосредственного соприкосновения с жильным льдом.

Описанные в сравнении с конвективными грунтовыми образованиями детали строения ледяных жил наряду с теми, на которые уже указывалось ранее, позволяют достаточно определенно говорить о наличии конвективного движения в ледяных жилах и вмещающих их мерзлых породах. При допущении такого движения горизонтальные клиновидные выступы, представленные прозрачным льдом, сходным со льдом боковой каймы, развитой у большинства ледяных жил, можно рассматривать как зону значительных динамических напряжений на границе двух сред - льда и грунта, что находит известное подтверждение в результатах недавно проведенных исследований

структуры полигонально-жильного льда [Соломатин, 1965]. Вследствие специфики своего расположения эта зона не имеет следов вертикальной полосчатости, причиной которой может являться, по-видимому, не только процесс морозобойного растрескивания, но и трещиноватость динамического происхождения, возникающая при конвективном с разной скоростью движении льда в жилах, направленном снизу вверх.

Как и при объяснении других деталей строения полигонов с жильным льдом наличием конвективных перемещений не исключается активная роль других процессов, так и в данном случае нет оснований отрицать эти последние, в частности, те из них, которые могут проявляться в период заложения и в начальный период формирования ледяных жил.

ЛИТЕРАТУРА

Костяев А.Г. Ледяные жилы и конвективная неустойчивость грунтов. Сб. «Подземный лед», вып. I. Изд-во МГУ, 1965.

Костяев А.Г. К вопросу об участии конвективных процессов в формировании ледяных жил. Сб. «Подземный лед», вып. 3. Изд-во МГУ, 1967.

Попов А.И. Происхождение и развитие мощного ископаемого льда. Сб. «Мат-лы к основам учения о мерзлых зонах земной коры», вып. 2. М., Изд-во АН СССР, 1955.

Попов А.И. Подземный лед. Сб. «Подземный лед», вып. I. Изд-во МГУ, 1965.

Соломатин В.И. О структуре полигонально-жильного льда. Сб. «Подземный лед», вып. 2. Изд-во МГУ, 1965.

Ссылка на статью:



Костяев А.Г. О некоторых признаках, общих для ледяных и конвективных грунтовых жил. Проблемы криолитологии, 1969, выпуск 1, с. 38-43.