

*В.С. КУРДЯКОВ*

### **ПОЛИГОНАЛЬНО-ЖИЛЬНЫЙ ЛЕД В БАССЕЙНЕ р. АМГУЭМЫ (северная часть Чукотского полуострова)**

Настоящая статья является результатом полевых исследований полигонально-жильного льда, проведенных автором на р. Амгуэме (северная часть Чукотского п-ова) летом 1962 г. Исследованы были среднее и нижнее течение р. Амгуэмы, главным образом комплекс надпойменных и пойменных террас.

Основная часть реки (около 60%) протекает по среднегорным и низкогорным сглаженным предгорьям Чукотского (Анадырского) хребта с абсолютными отметками в среднегорной части 400-700 м, а в низкогорной - 100-300 м и лишь небольшой участок (последние 30-35 км) приустьевой части реки расположен на Амгуэмской низменности с абсолютными отметками около 30 м.

По имеющимся данным, 7-8 месяцев в году среднемесячные температуры в исследуемом районе отрицательны, причем самые холодные месяцы - январь и февраль (до  $-38^{\circ}$ ). Самый теплый месяц - июль, среднемесячные температуры которого равны  $+12$ ,  $+13^{\circ}$ .

Общее количество осадков для бассейна р. Амгуэмы в среднем составляет около 350-400 мм в год. В подавляющем большинстве случаев осадки выпадают в виде снега или морозящего дождя. Наименьшее количество осадков выпадает с февраля по май месяцы, а максимум - с июля по октябрь.

Образование устойчивого снежного покрова происходит в среднем в последних числах сентября. Заметна тенденция к увеличению мощности снежного покрова с запада на восток: в районе мыса Шмидта она равна 35-50 см, далее на восток, к Берингову проливу - 50-65 см.

Глубина сезонного промерзания в долине р. Амгуэмы превосходит глубину сезонного протаивания. На террасах Амгуэмы, в галечнике, глубина сезонного протаивания составляет 1,5 м. При наличии мохово-торфяного покрова толщиной до 10-30 см и более мощность деятельного слоя, как правило, не превышает 0,5 м и чаще всего лежит в пределах от 0,2 до 0,5 м. Температура вечномерзлой толщи на глубине 15-30 м находится преимущественно в пределах от  $-3$  до  $-5^{\circ},5$  [*Калабин, 1960*].

Геологическая структура области в основных чертах создана начальными фазами альпийской складчатости. Наибольшей интенсивности складкообразование достигло в нижнемеловую фазу. Во второй половине третичного времени большая часть области представляла сушу, и ее молодые горы подвергались энергичному размыву.

Важнейшие события четвертичной истории области, оказавшие большое влияние на формирование современного рельефа, - это древнее и современное оледенения и вертикальные пульсации, иногда сопровождавшиеся вулканической деятельностью.

Значительные поднятия области над уровнем моря в условиях прохладного и влажного климата ледниковой эпохи вызвали продолжительное, неоднократное и мощное оледенение. Данные о существовании оледенений на Чукотском п-ове мы встречаем у М.Т. Кирюшиной [1939]. Судя по характеру рельефа, в эпоху первого оледенения вся область была покрыта льдами, движение которых зависело от топографии местности и было направлено от центральных частей к периферии полуострова.

С.Ф. Бискэ [1962] считает, что в среднечетвертичный век северное и восточное побережье Чукотского п-ова подверглось трансгрессии моря, которое оставило после себя морские террасы, расположенные в настоящее время на высоте от 40 до 80 м над уровнем моря. Для среднечетвертичного времени характерно отсутствие аллювиальных отложений в долинах крупных рек Чукотского п-ова. В эпоху среднечетвертичного оледенения на Чукотке [Бискэ, 1962] произошло значительное похолодание климата, которое обусловило возникновение вечной мерзлоты.

Позднечетвертичный век характеризуется общим тектоническим поднятием гор и одновременным формированием аккумулятивных равнин в медленно опускающихся обширных впадинах. В связи с похолоданием климата во вторую половину позднечетвертичного века широкое распространение получило горно-долинное оледенение [Бискэ, 1962], обычно сопоставляемое с зырянским, висконсинским и вюрмским оледенением Сибири, Аляски и Западной Европы. Автору удалось увидеть следы долинного оледенения в долине р. Амгуэмы.

В позднечетвертичное и главным образом в последующее время последовательно сформировались три надпойменные террасы р. Амгуэмы. На Амгуэме четко выделяются: низкая пойма 2-3 м над уровнем воды в реке; высокая пойма 4-6 м; первая надпойменная терраса 12-14 м; вторая надпойменная терраса 18-24 м и третья надпойменная терраса около 30 м.

*Низкая пойма* представляет собой ровную поверхность. Некоторые участки низкой поймы покрыты морозобойными полигонами. *Высокая пойма* имеет вид прерывистых полос. Для ее поверхности характерна слабая всхолмленность в виде песчаных валов. Многочисленные старичные и термокарстовые озера рассеяны по всей пойме. Большие площади высокой поймы заболочены. Преобладающий материал, слагающий высокую пойму, состоит из супеси, песка, галечника и торфа. Почти вся поверхность разбита морозобойными полигонами. Вблизи бровок местами наблюдается вытаивание жильных льдов и образование на их месте оврагов.

*Первая надпойменная терраса* (высота 12-14 м) хорошо прослеживается благодаря отчетливо выраженным уступам. Она имеет сложное строение и состоит в основном из супеси, песков, гравия, галечника и валунов. На поверхности террасы в виде старичных озер и болот сохранились следы деятельности реки. Участки террасы, сложенные сверху галечниковым материалом, представляют собой ровную пятнистую поверхность. Поверхность же, которая сложена мелкозернистыми породами, представляет собой слегка заболоченную ровную поверхность, иногда со слабо выраженными валиковыми полигонами.

*Вторая надпойменная терраса* (высота 18-24 м) развита в тех же местах, что и первая терраса, но распространена она несколько шире. Разрезы второй надпойменной террасы представлены песчано-гравийно-галечниково-валунным материалом. Поверхность террасы ровная с большим количеством пятен-медальонов. Полигональность на ней почти не выражена. Лишь очень слабо она проявляется в наиболее пониженных участках террасы.

*Третья надпойменная терраса* (высота около 30 м) имеет всхолмленную поверхность и сложена валунно-галечниковым материалом. На поверхности террасы большое количество озер. Прибрежная часть большинства озерных котловин сильно заболочена и разбита морозобойными полигонами. Максимальная ширина озер достигает 2-3 км.

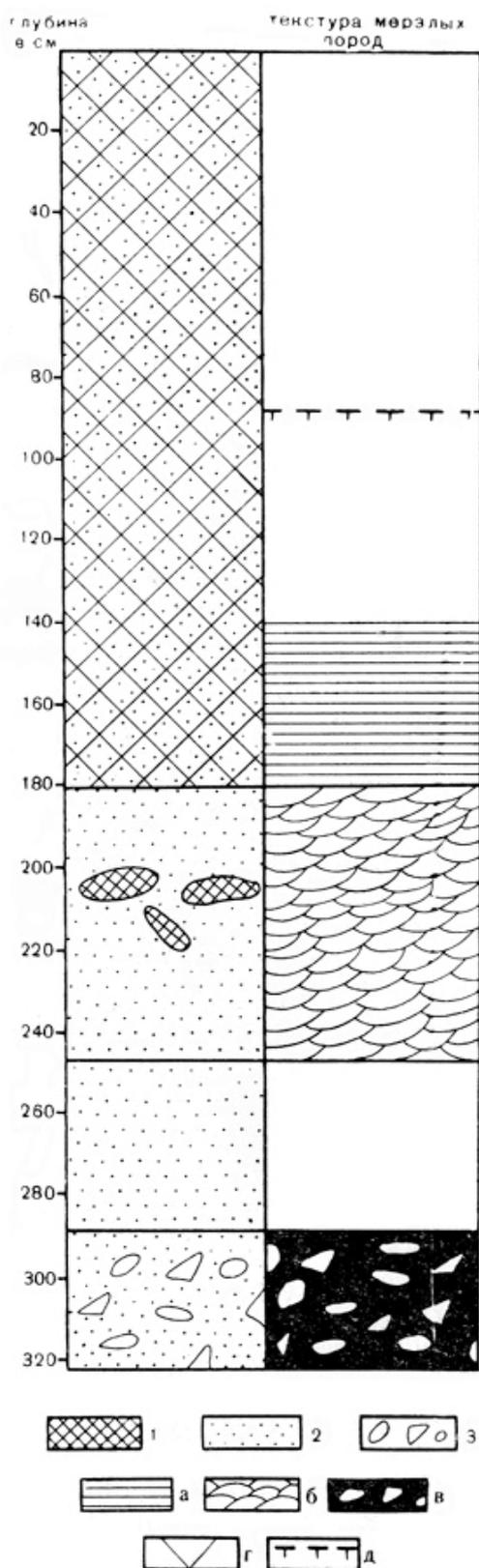


Рис. 1. Колонка аллювиальных отложений высокой поймы в береговом обнажении р. Амгуэмы: 1 — торф; 2 — песок; 3 — галька, гравий и валуны. Текстуры мерзлых пород: а — слоистая; б — слоистосетчатая; в — корково-массивная; г — жильный лед; д — граница мерзлоты

**Полигонально-жильный лед.** Некоторые участки *низкой поймы* представляют собой полигональную поверхность. Полигоны образуют 4-5-угольные блоки. Поверхность полигонов ровная, и лишь у самых их краев имеются небольшие валики. Ширина валиков достигает 2,5 м, ширина межблочных понижений около 0,4-0,8 м. К сожалению, жильный лед отложений *низкой поймы* нам не удалось сколько-нибудь подробно описать. В обнажениях *низкой поймы* сверху вскрываются хорошо отсортированные серые супеси мощностью около 0,1 м. Ниже лежат серые супеси, имеющие в верхней части коричневый оттенок, с гравием и галькой по всему слою. В супеси заметна слабая слоистость. Видимая мощность супесей до 1 м. Супеси включают жилы льда, к сожалению, оставшиеся неизученными вследствие близкого положения к урезу реки.

**Высокая пойма.** Полигональная поверхность высокой поймы на правом берегу р. Амгуэмы прорезается оврагом, на левом склоне которого на 6,5 м выше уреза воды в реке сделана зачистка.

В зачистке сверху вниз вскрывается:

Растительно-торфяной покров, мощность 0,0-0,03 м.

Сильногумусированная супесь с большим количеством корней и других растительных остатков, мощность 0,03-0,27 м.

Песок светло-коричневого цвета, содержит включения торфа мощностью до 8 см. Ниже цвет песка сизоватый. Контакт его с вышележащим слоем волнистый, постепенный. В песке на глубине 30, 60, 70 и 80 см имеются прослойки торфа. Их мощность на глубине 30 см около 8 см, на глубине 80 см - около 3 см. Торфяные прослойки слегка волнисты, но в общем горизонтальны. Кроме того, в песке видны рассеянные растительные остатки. Слоистость в песке выражена плохо, мощность слоя 0,27-1,97 м.

С глубины 0,27 м порода находится в мерзлом состоянии (17 июня 1962 г.). Мерзлый песок имеет монолитную текстуру.

Следующее обнажение расположено ниже по течению р. Амгуэмы на правом ее берегу, в 300 м от предыдущего обнажения. Высота поверхности террасы над урезом воды в реке здесь 6,5 м. Поверхность террасы покрыта полигонами. В обнажении сверху вниз видно (рис. 1):

Растительно-торфяной покров, мощность 0,0-0,02 м.

Торфянистый слой содержит большое количество песка. Хорошо выражена волнистая слоистость, а в нижней части слоя заметны прослои песка толщиной до 5 см. Мерзлота начинается (18 июля 1962 г.) с глубины 0,88 м. До глубины 1,4 м мерзлотная текстура монолитна. С глубины 1,4 м увеличивается содержание песка в слое и появляются заметные ледяные включения. Мерзлотная текстура слоистая. Толщина ледяных прослоек 0,3-1,5 см. Лед чистый, прозрачный, мощность слоя 0,02-1,82 м.

Песок сизоватого цвета с большим количеством торфа и древесных остатков; заметна слегка волнистая слоистость; хорошо выражена льдистость; мерзлотная текстура слоисто-сетчатая. В верхней части слоя линзочки льда достигают толщины 1,5 см, в нижней части - 1-2 мм. Лед чистый, прозрачный, мощность слоя 1,82-2,47 м.

Песок мелкозернистый с линзами крупнозернистого песка, пятнами ожелезнения, включениями древесных остатков. Мерзлотная текстура монолитная, мощность слоя 0,47-2,9 м.

Валунно-галечниково-песчаный горизонт. Контакт с вышележащим слоем ровный, постепенный, слоистость выражена слабо. Льдистость мала. Мерзлотная текстура корково-массивная, мощность горизонта 2,9-3,3 м.

Обнажение высокой поймы на левом берегу р. Амгуэмы. Длина обнажения 200 м и высота над урезом воды в реке 4 м. Здесь был вскрыт полигонально-жильный лед. Большая часть обнажения, подмытая паводковыми водами, образует карнизы. Размеры полигонов на поверхности данного участка высокой поймы варьируют от 1,5-2 м до 15-20 м и больше. На глубине около 0,4-0,6 м от поверхности залегают ледяные жилы. Ширина жил в верхней части от 0,1 до 1,3 м. Проникают они в горные породы до глубины 2,7 м, а мелкие жилы - лишь до глубины 2-2,3 м. Ледяные жилы в обнажении пронизывают толщу супесей и заканчиваются на границе супесей и подстилающего песчано-гравийно-галечникового горизонта. Ниже остановимся на нескольких ледяных жилах данного обнажения. В точке № 1 вскрывается одна из таких ледяных жил, которая начинается на глубине около 0,5 м от дневной поверхности.

Вмещающие ее отложения следующие:

Торф 0,0-0,2 м.

Светло-коричневая хорошо отсортированная супесь, слоистость ее выражена слабо, а в нижней части слоя видны включения торфа. Слева и справа от жилы встречаются в большом количестве растительные остатки, мощность 0,2-0,3 м.

Сильноопесчаненная серая супесь с сизоватым оттенком, хорошо выраженной слоистостью, прослоями коричневого песка, большим количеством растительных остатков, в верхней части - от 0,3 до 1,0 м - встречаются обломки древесных стволов, мощность 0,3-2,4 м.

Песчано-гравийно-галечниковый горизонт со слабовыраженной слоистостью, крупнообломочный материал как хорошо окатанный, так и угловатый, мощность 2,4-3,7 м.

Ширина верхней части ледяной жилы 1,3 м, на глубине 2,4 м, где начинается песчано-галечниковый слой, жила постепенно выклинивается (рис. 2). У контакта с ледяной жилой хорошо заметен изгиб вверх слоев вмещающих пород. Боковые контакты вмещающих пород с ледяной жилой не везде ровные, местами зубчатые, но четкие. Слева и справа от верхней части ледяной жилы хорошо заметно выпучивание вмещающих слоев породы вверх, где она образует валики.

Справа, в нижней части ледяной жилы, вглубь вмещающих пород отходит отросток-зубец льда длиной 25-30 см и шириной 18-20 см. Интересно, что правый боковой контакт ледяной жилы и вмещающих пород почти везде ровный за исключением отмеченного отростка-зубца, а левый контакт на всем протяжении не ровный, а зубчатый.

Вдоль ледяной жилы, сверху донизу, видна открытая трещина шириной в 2-3 мм. Весь лед насыщен большим количеством пузырьков воздуха, которые вытянуты

перпендикулярное земной поверхности, из-за чего лед в жиле производит впечатление вертикальнослоистого. Впечатление вертикальной слоистости создается и за счет неравномерного распределения органогенных и минеральных примесей, образующих вертикальные осевые прослойки. В нижележащем песчано-галечниковом горизонте по всему обнажению жильного льда не наблюдается.

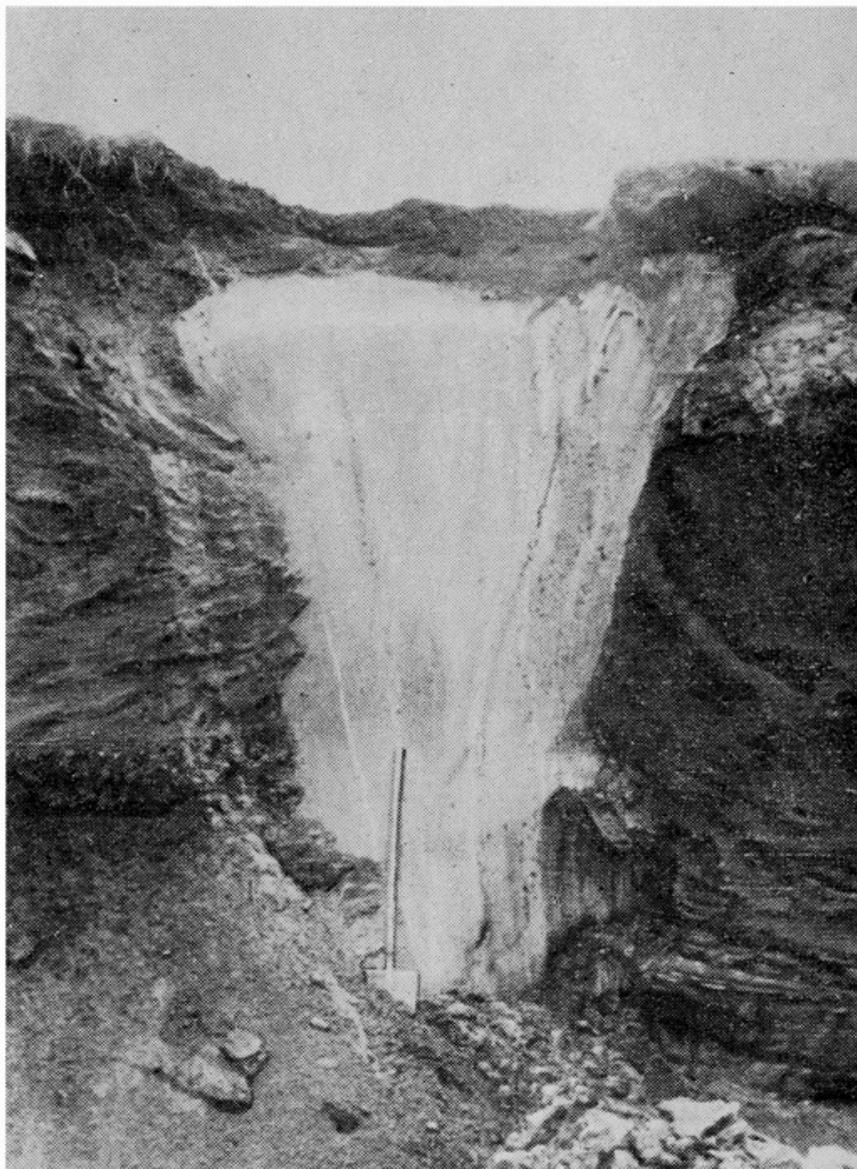


Рис. 2. Ледяная жила высокой поймы в среднем течении р. Амгуэмы. Фото автора

В точке № 2 ледяная жила (рис. 3) находится в таких же отложениях, как и предыдущая. В отличие от точки № 1 здесь несколько увеличивается горизонт серой супеси, а светло-коричневая супесь сливается с торфяным горизонтом. В точке № 2 сверху вниз видно:

Торф, 0,0-0,5 м.

Супесь серая с большим количеством органических остатков (травянистых и древесных), тонкие прослой хорошо сохранившихся растительных остатков чередуются с тонкими прослоями серой супеси, мощность 0,5-2,6 м.

Гравийно-галечниковый горизонт на глубине 2,6 м и ниже.

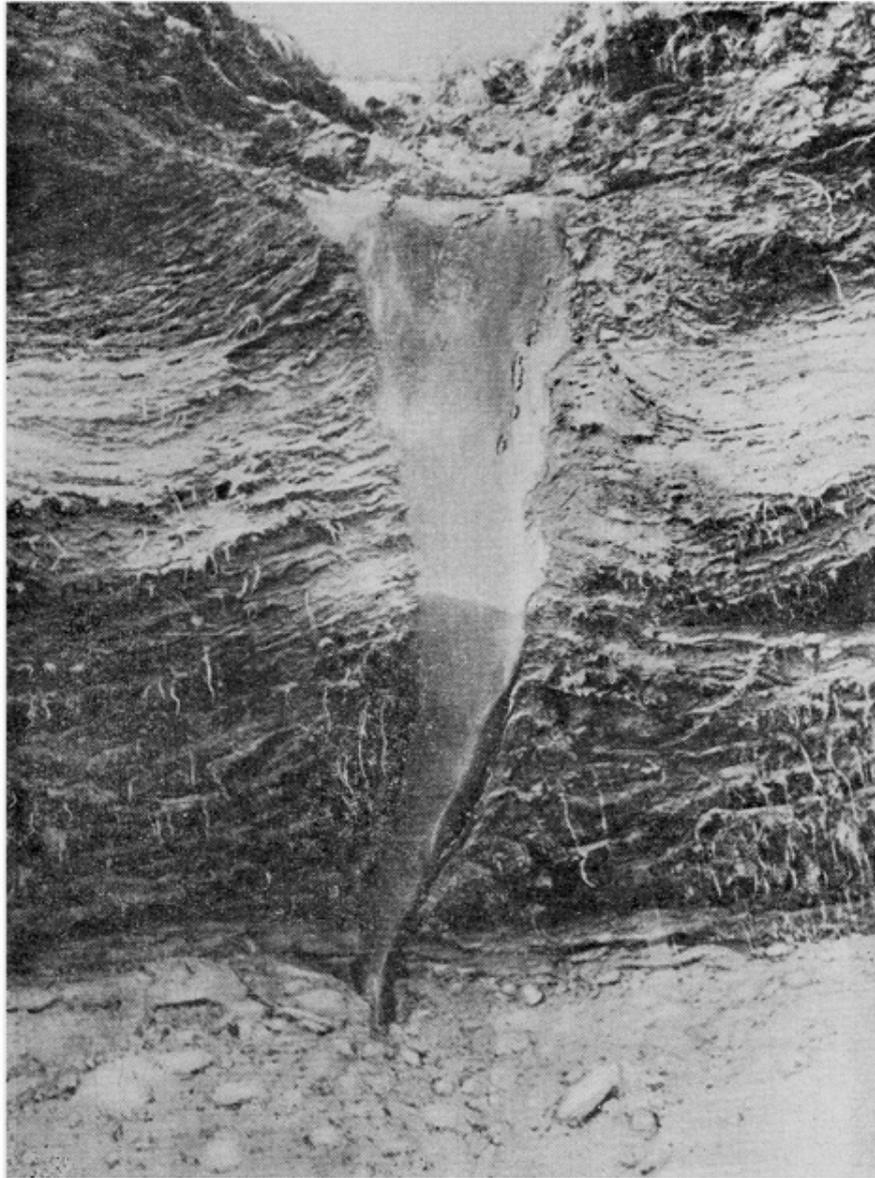


Рис. 3. Ледяная жила высокой поймы в среднем течении р. Амгуэмы.  
*Фото автора*

Ледяная жила начинается с глубины 0,5 м от дневной поверхности. В верхней части ширина жилы 0,5 м. На глубине 2,6 м, т.е. на границе с галечниковым горизонтом, она выклинивается. В верхней части хорошо заметно изгибание вмещающих слоев у контакта с жилой. По направлению к нижней части ледяной жилы изгибание вмещающих слоев постепенно становится меньше и в самой нижней части слои у контакта горизонтальны. Из-за присутствия большого количества пузырьков воздуха, имеющих форму мелких вытянутых вертикально линз, лед представляется вертикально-полосчатым. Как и в предыдущей ледяной жиле, вертикальная слоистость создается за счет органических и минеральных примесей (особенно в средней и верхней частях жилы), образующих вертикальные осевые прослойки. Контакт вмещающих пород с ледяной жилой в средней и верхней частях неровный, он имеет вид своеобразных ступенек или зубчиков. Нижняя часть ледяной жилы, в отличие от верхней, имеет более темную окраску. Четкая и ровная граница, разделяющая эти две части ледяной жилы, хорошо видна на фотографии (см. рис. 3).

На этом же участке обнажения были обнаружены жильные льды более высоких генераций. Ледяные жилы высших генераций начинаются с глубины 1,8 м от дневной поверхности и на глубине около 2,4-2,6 м выклиниваются. Ширина этих жил достигает лишь 7-8 см. Их боковые контакты с вмещающими породами в общем ровные. Изгибания слоев во вмещающих породах не наблюдается.

Большой интерес представляет ледяная жила, встреченная в точке № 3. В общем она имеет такое же строение (форма, размеры) и находится в тех же отложениях, что и жила, описанная в точке № 1. Но верхняя часть этой жилы имеет своеобразное слоистое строение, описание которого дается ниже.

Верхний слой жилы мощностью в 15 см состоит из вертикально-полосчатого льда. Вертикальная полосчатость обусловлена наличием вертикально расположенных пузырьков воздуха, органических и минеральных остатков, из-за чего лед имеет мутный, светло-коричневый цвет. Второй слой, максимальная мощность которого 20 см, состоит из прозрачного горизонтальнослоистого льда. Причем лед второго слоя расположен в виде вогнутой линзы. Ниже виден слой галечника мощностью 12-13 см, пересекающий ледяную жилу. Мерзлотная текстура в галечнике корково-массивная. Слой галечника несколько прогнут вниз, но на всем протяжении имеет одинаковую мощность. Под галечниковым слоем - основная часть ледяной жилы с теми же характерными особенностями, которые были описаны для жилы в точке № 1.

Обследование ледяных жил, заключенных в отложения высокой поймы, позволило сделать вывод о том, что все крупные жилы первой и второй генераций образовались, по-видимому, одновременно с вмещающими осадками, т.е. сингенетично с ними. Такое заключение основывается на приведенных выше соотношениях ледяных жил и вмещающих пород, т.е. на характере их контактов, образующих зубцы. Этот вывод подтверждается также сменой разнохарактерного льда по вертикали (см. точки № 2 и 3). Ледяные жилы более высоких генераций (точка № 2), возможно, имеют эпигенетическое происхождение, хотя для окончательного решения вопроса следует иметь дополнительные данные.

*Первая надпойменная терраса.* На левом берегу р. Амгуэмы встречено обнажение, имеющее высоту 11 м от уреза воды в реке. В обнажении сверху вниз видно:

Торфяно-гумусовый горизонт, подстилаемый коричневой хорошо отсортированной супесью, с большим количеством плохо разложившихся растительных остатков, контакт с нижележащим горизонтом ровный, резкий, мощность 0,0-0,37 м.

Светло-коричневая супесь, верхние 25-30 см гумусированы, по всему горизонту встречается большое количество гальки, слоистость выражена слабо, контакт с нижележащим горизонтом ровный, резкий, мерзлота (19 июля 1962 г.) начинается с глубины 0,37 м, мощность 0,37-0,91 м.

Гравийно-галечниково-валунный горизонт, скованный вечной мерзлотой, мерзлотная текстура льда корково-массивная, гравий и галька не отсортированы, мощность 0,91-4,0 м.

Вдоль всего обнажения на протяжении 150 м встречаются ледяные жилы как в мелкозернистых породах, так и в крупнообломочных. Ледяные жилы расположены друг от друга в интервале 10-15 м. Они начинаются с глубины 1-1,1 м от дневной поверхности. Ширина ледяных жил в обнажениях в верхней части от 30 до 50 см, на глубине 2,6-4,0 м жилы выклиниваются. Интересно, что полигональность на поверхности данной террасы не прослеживается, несмотря на присутствие в ее отложениях полигональной решетки жильных льдов.

Ниже дается характеристика ледяной жилы, заключенной в галечниковом горизонте описываемого обнажения. Ледяная жила начинается в галечниковом горизонте на глубине 1,1 м. Ширина жилы в верхней части 48 см. Ниже ширина жилы увеличивается до 65 см. На глубине 2,3 м жила постепенно выклинивается. Так как в галечниковом горизонте слоистость не выражена, то говорить о деформации вмещающих слоев не

приходится. Контакт вмещающих пород с ледяной жилой в средней и верхней ее частях четкий, но неровный. В нижней части контакт нечеткий. Из-за большого количества вертикально ориентированных линзовидных пузырьков воздуха (ширина пузырька от 0,5 до 1,5 мм и высота до 5-7 см), органогенных и минеральных примесей, лед имеет хорошо выраженную вертикальную полосчатость.

Непосредственно над жилой в слоистой светло-коричневой супеси каких-либо деформаций слоев не наблюдается. Этот факт наводит на мысль о том, что верхние горизонты (над галечником) отложились на ранее сформировавшуюся полигонально-жильную систему и что дальнейшего сингенетического роста ледяной жилы не происходило. Таким образом, ледяная жила является реликтовой. Из приведенных выше особенностей строения ледяной жилы (расширение книзу) можно заключить, что ледяная жила сингенетического происхождения. Этот случай интересен тем, что сингенетические ледяные жилы в галечниках до сих пор в литературе не описаны.

В 35 м от вышеописанной ледяной жилы нами была встречена другая, но значительно меньших размеров. Она начинается с 1,3 м от дневной поверхности и имеет ширину около 15 см с ровной, горизонтальной поверхностью. Жила так же, как и первая, расположена полностью в галечниковом горизонте. Вертикальная мощность ледяной жилы 1,2 м. Контакт вмещающих пород с ледяной жилой четкий, неровный. Лед в жиле имеет вертикально-полосчатое строение из-за вертикально вытянутых пузырьков воздуха и органогенных и минеральных остатков. Интересно, что верхняя часть ледяной жилы вертикальной мощностью в 15 см имеет более темную окраску, чем остальная часть жилы, так как в ней значительно меньше вертикально вытянутых пузырьков воздуха. Светло-коричневая супесь, расположенная выше галечникового горизонта и залегающая над ледяной жилой, деформирована и имеет облик псевдоморфозы. По-видимому, эта небольшая ледяная жила является эпигенетической: она имеет относительно правильную клиновидную форму и симметричные боковые контакты с вмещающей породой.

Другое изученное обнажение первой надпойменной террасы расположено на правом берегу Амгуэмы. Высота обнажения 12 м (рис. 4). Данный участок террасы представляет собой плоскую, полигональную поверхность. Так как река постоянно подмывает берег, то в обнажении хорошо виден полигонально-жильный лед. В обнажении сверху вниз видно:

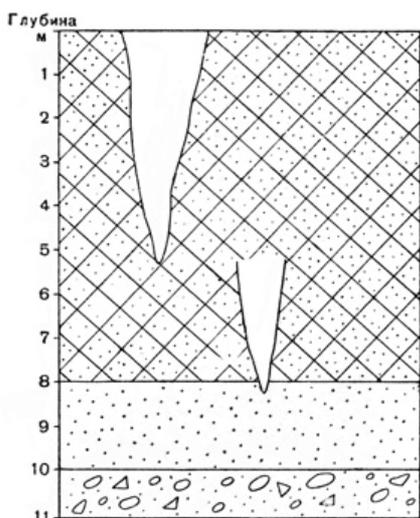


Рис. 4. Обнажение первой надпойменной террасы с полигонально-жильным льдом (условные обозначения см. рис. 1)

Растительно-торфяной покров, мощность 0,0-0,2 м.

Торф с большим количеством песка содержит хорошо сохранившиеся травянистые и древесные остатки, хорошо выражена слоистость, мерзлые породы начинаются с глубины 15 см от дневной поверхности, мощность 0,2-8 м.

Песок сизоватого цвета, с хорошо выраженной слоистостью, местами прослеживаются мощностью до 30 см слои желтоватого песка, мощность 8-10 м.

Жильный лед начинается с глубины около 60-70 см от дневной поверхности. Вертикальная мощность ледяных жил достигает 4,5-5,5 м. Ширина ледяных жил вверху 1,1 м. Контакт вмещающих пород с ледяной жилой четкий, ступенчатый или зубчатый. Ступенчатый контакт особенно хорошо выражен в средней и верхней частях жил. В верхней и средней части хорошо заметно изгибание слоев у контакта с жилой, причем степень изгибания слоев в нижней части жилы меньше.

Интересно, что на глубине 5,5-6 м от дневной

поверхности встречаются ледяные жилы более высоких генераций, ширина которых в верхней части до 65-70 см.

Обнажение, расположенное на 90 км ниже ручья Щучьего, на правом берегу р. Амгуэмы имеет высоту 13,5 м. В нем сверху вниз видно:

Почвенно-растительный горизонт светло-желтого цвета, мощность 0,0-0,4 м.

Песчано-торфянистый слой с четко выраженной слоистостью. Толщина отдельных слоев 1-3 см, мощность 0,4-2 м.

Песок темно-серый с четко выраженной слоистостью, толщина отдельных слоев от 1,5 до 9 см, содержит большое количество иловатых частиц и растительных остатков, текстура песка в прослоях столбчатая, контакт с вышележащим слоем четкий, ровный, мощность 2-3,5 м.

Песок серый, слоистый, с прослоями слабожелезненного песка, мощность 3,5-13,5 м.



Рис. 5. Жильный лед в отложениях первой надпойменной террасы в нижнем течении р. Амгуэмы. Фото автора

На протяжении одного километра вдоль всего обнажения в отложениях встречается большое количество ледяных жил (рис. 5), залегающих на глубине около 0,5 м от дневной поверхности. Морозобойные полигоны имеют длину сторон от 7 до 20-25 м. В верхней своей части жилы имеют ширину от 0,5 до 1,7 м. Вертикальная протяженность большинства жил составляет 3,5-4,5 м. Контакты вмещающих пород с ледяными жилами четкие, неровные, ступенчатые, зубчатые. Слои вмещающих пород при приближении к ледяным жилам загибаются вверх, причем степень изгиба слоев уменьшается сверху вниз. Мерзлотная текстура вмещающих пород массивная. Интересно, что почти все жилы в обнажении заканчиваются в серых песках.

Лед ледяных жил имеет вертикальнополосчатое строение. Подобная полосчатость льда образуется за счет линзовидных, вертикально расположенных пузырьков воздуха и за счет вертикально ориентированных органогенных и минеральных остатков, придающих льду общий мутновато-серый оттенок.

Характерная ступенчатость контактов ледяных жил и вмещающих отложений в данном обнажении позволяет сделать вывод о том, что ледяные жилы имеют сингенетическое происхождение, т.е. образовались одновременно с накоплением осадков.

В обнажении, расположенном на 300 м ниже предыдущего обнажения на первой надпойменной террасе на правом берегу р. Амгуэмы, высота которого 12 м, сверху вниз видно:

Почвенно-растительный покров, мощность 0,0-0,1 м.

Светло-коричневый песок с хорошо выраженной слоистостью, сортировка материала плохая, содержит большое количество корней растений, мощность 0,1-1,1 м.

Сильноожеженный песок, в верхней части прослой сильно разложившегося торфа, контакт с вышележащим слоем постепенный, ровный, мощность 1,1-1,2 м.

Торф, плохо разложившийся, с большим количеством светло-коричневого песка, количество песчаных частиц увеличивается снизу вверх и в верхней части слоя достигает 60-70%, контакт с вышележащим слоем ровный, постепенный, мощность 1,2-2,5 м.

Светло-коричневый песок с хорошо выраженной слоистостью, с большим количеством растительных остатков, мощность 2,5-10 м.

В последнем слое встречены две грунтовые жилы на расстоянии 6 м одна от другой. Одна жила начинается с глубины около 6 м от дневной поверхности, другая - с 8 м. Видимая часть жил составляет около 1,1 м по вертикали. Нижние части жил уходят ниже уровня воды в реке. Ширина грунтовых жил (замещающих пород) равна 5-10 см. Замещающие породы представлены коричневым и светло-коричневым песком. В грунтовых жилах заметна вертикальная слоистость. Контакт вмещающих и замещающих пород прослеживается хорошо. На контакте заметно слабое ожелезнение. При приближении к жиле горизонтально расположенные вмещающие слои на расстоянии 20-30 см от жилы постепенно изгибаются вниз и на контакте с замещающими породами выклиниваются. В местах изгиба вмещающих слоев наблюдаются сбросы.

По внешним признакам, характеру поведения слоев вмещающих отложений на контактах можно считать, что описанные грунтовые жилы являются псевдоморфозами, которые сформировались по мере вытаивания полигонального жильного льда.

Разрезы второй надпойменной террасы не обнаруживают признаков полигонально-жильного льда. Никакими данными о присутствии полигонально-жильного льда в отложениях третьей надпойменной террасы мы также не располагаем.

**Происхождение и условия развития полигонально-жильного льда.** Отложения с полигонально-жильными льдами представлены главным образом супесями, обогащенными растительными остатками и реже галечником. Полигонально-жильный лед в долине р. Амгуэмы имеет очень широкое распространение, о чем говорят почти повсеместно развитые на речных террасах полигонально-валиковые формы рельефа. Ряд работ, всесторонне осветивших проблему формирования эпигенетических и сингенетических полигонально-жильных льдов [*Попов, 1952, 1953, 1955, 1959; Достовалов, 1952; Шумский, 1955*], дал возможность довольно точно судить о генезисе жильных льдов Амгуэмы.

Полигонально-жильные льды долины Амгуэмы в основном развивались в условиях сингенеза, о чем говорят следующие признаки: зубчатые контакты вмещающих пород с жильным льдом; неравномерное изгибание слоев вмещающих пород по вертикали; изменение формы жилы - расширение (иногда) с глубиной; сравнительно большая вертикальная мощность. Но, как мы видели, имеются льды и эпигенетические.

В результате проведенного анализа ниже дается краткая характеристика условий формирования полигонально-жильных льдов в бассейне р. Амгуэмы в историческом аспекте.

О существовании полигонально-жильных льдов во время, предшествующее этапу формирования второй надпойменной террасы, никаких данных нет. Отложения более древние, чем отложения второй надпойменной террасы, представлены валунно-

галечниковым материалом (третья терраса) и полигонально-жильного льда как будто не содержат.

Вторая надпойменная терраса высотой 16-24 м образовалась, по мнению С.Ф. Бискэ, в каргинское время [Бискэ, 1962]. Полигонально-жильный лед в отложениях второй надпойменной террасы нами не был обнаружен. Это еще, однако, не значит, что полигонально-жильный лед в данной террасе вовсе отсутствует. В работах Бискэ [1962] мы встречаем утверждение, что Амгуэмская низменность в позднечетвертичный век развивалась в условиях аккумуляции озерно-аллювиальных отложений второй надпойменной террасы, пронизанных сингенетическими жилами подземных льдов. Существенное влияние на формирование рельефа долины Амгуэмы, ее второй надпойменной террасы, оказала речная и озерно-речная аккумуляция, а также достаточно суровые климатические условия, способствующие сохранению вечной мерзлоты, морозобойному трещинообразованию и, возможно, образованию жильных льдов в процессе осадконакопления. Каргинское время, по мнению Бискэ, характеризуется несколько менее суровыми климатическими условиями, чем предыдущий зырянский этап. Каргинское время отличалось активизацией процессов термокарста, хотя рост сингенетических ледяных жил в озерно-аллювиальных отложениях, по-видимому, продолжался вследствие достаточно суровых климатических условий. При более детальном изучении второй надпойменной террасы нам может быть и удалось бы обнаружить сингенетические ледяные жилы, о которых в своих работах говорит Бискэ, но за недостатком времени этого нами сделано не было.

Образование первой надпойменной террасы высотой 12-14 м, Бискэ относит к началу современного века, когда произошло дальнейшее поднятие страны. Началу современного века предшествовало оледенение, которое, по-видимому, можно сопоставить с сартанской стадией. Затем произошло потепление, о чем говорит пыльца лиственницы, найденная в верхних слоях первой надпойменной террасы. Несмотря на относительное потепление климата [Бискэ, 1962], на первой надпойменной террасе наблюдаются морозобойные полигоны с жильным льдом, осложненные термокарстом.

На первой надпойменной террасе нами были встречены и выше описаны отложения с сингенетическими полигонально-жильными льдами. Особый интерес представляют реликтовые ледяные жилы в сильнольдистых галечниковых отложениях. Сингенетические ледяные жилы в галечниковых отложениях до сих пор в литературе ни для одного из районов области вечной мерзлоты не были описаны.

В 35 м от описанной ранее ледяной жилы в галечниках расположена другая небольшая ледяная жила более высокой генерации. Эта ледяная жила по всем признакам эпигенетическая. Начинается она с глубины 1,3 м, имеет максимальную ширину всего 15 см, а общую вертикальную мощность только 1,2 м. Однако эта ледяная жила в прошлом имела несколько большую мощность, так как светло-коричневая супесь, расположенная выше галечникового горизонта и залегающая над данной ледяной жилой, деформирована и имеет облик псевдоморфозы. Тем не менее небольшое удлинение данной ледяной жилы за счет псевдоморфозы не отрицает сделанного вывода об эпигенетическом ее происхождении.

Наличие ледяных жил двух отмеченных генераций позволяет судить о палеоклиматических условиях данного района. Присутствие ледяных жил, по крайней мере двух, а может быть и более генераций, говорит о понижении зимних температур воздуха, усилении континентальности климата. Понижение температур произошло, вероятно, в конце формирования первой надпойменной террасы с сингенетическими полигонально-жильными льдами, о чем свидетельствует эпигенетическая ледяная жила генерации более высокого порядка, осложненная псевдоморфозой в светло-коричневой супеси, залегающей над ледяной жилой.

Таким образом, если относить образование первой надпойменной террасы к началу современного века [Бискэ, 1962], то на основании вышеизложенного материала у нас

складывается впечатление, что в конце начального этапа современного века произошло понижение зимних температур в связи с усилением континентальности климата. Следовательно, утверждение Бискэ о заметном потеплении климата в течение раннего времени современного века не кажется убедительным для района среднего течения р. Амгуэмы на основании приведенного выше фактического материала, говорящего в пользу только что изложенных наших представлений.

Несколько другая картина наблюдается в самом нижнем, приустьевом участке долины р. Амгуэмы. Здесь в обнажении первой надпойменной террасы, расположенном примерно в 50 км от устья, вскрывается не только полигонально-жильный сингенетический лед, но и хорошо выраженные псевдоморфозы, которые также были рассмотрены выше. Псевдоморфозы являются свидетелями активного термокарста, происходившего в это время. Учитывая приведенные данные, можно согласиться с мнением Бискэ об относительном потеплении климата в начале современной эпохи для низовьев Амгуэмы. По-видимому, это потепление распространялось только на прибрежные области северной части Чукотского п-ова, а на горные области оно существенного влияния не оказало.

Образование поймы синхронизируется со второй половиной современного века [Бискэ, 1962]. В отложениях высокой поймы (высота 4-6 м) нами также были встречены описанные выше сингенетические полигонально-жильные льды.

Максимальная мощность ледяных жил в отложениях высокой поймы достигает 2,5 м. Вспомним, что на глубине 1,8-2,6 м от дневной поверхности здесь были обнаружены ледяные жилы более высоких генераций с максимальной шириной лишь 7-8 см и общей вертикальной мощностью 70-80 см. На основании этих данных можно считать, что в период накопления отложений высокой поймы снова было некоторое похолодание в зимний период, усиление континентальности климата, с чем связано образование ледяных жил, вероятно, нескольких генераций, может быть двух-трех. Затем это похолодание, по-видимому, сменилось относительным повышением зимних температур, относительным смягчением климата, далее сохранявшимся в течение всего последующего времени формирования отложений высокой поймы.

Приведенный в статье материал не очень велик, однако он позволяет делать, хотя бы в первом приближении, выводы о генезисе подземного льда и палеогеографических этапах его развития в столь отдаленном и еще слабо изученном районе, каким является бассейн р. Амгуэмы на Чукотском п-ове.

## ЛИТЕРАТУРА

Бискэ С.Ф. Очерк истории развития рельефа Омолон-Чукотской области. «Тр. Ин-та геологии и геофизики», вып. 27. Новосибирск, 1962.

Дитмар В.Г. Работы Чукотско-Ванкаремской геологической экспедиции, 1936/37 г. «Проблемы Арктики», 1938, № 2.

Достовалов Б.Н. О физических условиях образования морозобойных трещин и развития трещинных льдов в рыхлых породах. В кн.: «Исследование вечной мерзлоты в Якутской республике», вып. 3. Изд-во АН СССР, М., 1952.

Ерофеев Б.Н. Краткий геологический очерк Чукотки. В кн.: «Мат-лы по геологии Северо-Востока СССР», вып. 1. Магадан, 1955.

Калабин А.И. Вечная мерзлота и гидрогеология Северо-Востока СССР. «Тр. ВНИИ-И», т. XVIII. Магадан, 1960.

Киришина М.Г. Геология и полезные ископаемые Чукотского национального округа. «Тр. Арктич. н.-и. ин-та», т. 131, 1939.

Клюкин Н.К. Климатический очерк Северо-Востока СССР. Гидрометиздат, М.-Л., 1960.

*Попов А.И.* Морозобойные трещины и проблема ископаемых льдов. «Тр. Ин-та мерзлотовед. им. В. А. Обручева», т. IX. Изд-во АН СССР, М., 1952.

*Попов А.И.* Особенности литогенеза аллювиальных равнин в условиях сурового климата. «Изв. АН СССР», сер. геогр., 1953, № 2.

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

*Попов А.И.* Происхождение ледяных образований в грунтах и некоторые закономерности формирования мерзлых толщ. В кн.: «Мат-лы по общему мерзлотоведению». Изд-во АН СССР, М., 1959.

*Романовский Н.Н.* [Палеогеографические условия образования четвертичных отложений о. Б. Ляховского \(Новосибирские острова\)](#). В кн.: «Вопр. физической географии полярных стран», вып. I. Изд-во МГУ, 1958.

*Романовский Н.Н.* К методике исследования отложений с сингенетическими повторно-жильными льдами. В кн.: «Мерзлотные исследования», вып. I. Изд-во МГУ, 1961.

*Савичев П.Ф.* Ледяные жилы в рыхлых отложениях острова Четырехстолбового (архипелаг Медвежьих островов). В кн.: «Вопросы географического мерзлотоведения и перигляциальной морфологии». Изд-во МГУ, 1962.

*Сакс В.Н.* Четвертичный период в советской Арктике, т. 201. Изд-во Главсевморпути, М.-Л., 1948.

*Сумгин М.И.* Вечная мерзлота почвы в пределах СССР. Изд-во АН СССР, М., 1937.

*Сумгин М.И. и др.* Общее мерзлотоведение. Изд-во АН СССР, М.-Л., 1940.

*Шумский П.А.* К вопросу о происхождении жильного подземного льда. «Тр. Ин-та мерзлотоведения им. В.А. Обручева», т. XVI. Изд-во АН СССР, М., 1960.

#### **Ссылка на статью:**



**Курдюков В.С. Полигонально-жильный лед в бассейне р. Амгуэмы (северная часть Чукотского полуострова) // Подземный лед. Выпуск I. М.: Изд-во МГУ. 1965. С. 87-103.**