

УДК 551.340(282,251.2)

*Е.Г. КАРПОВ***О ПРОИСХОЖДЕНИИ МОЩНЫХ ПЛАСТОВЫХ ПОДЗЕМНЫХ ЛЬДОВ В НИЗОВЬЯХ ЕНИСЕЯ**

Установлено широкое развитие в низовьях Енисея уникальных залежей мощных пластовых подземных льдов погребенного глетчерного (обнажения Ледяная Гора и Иннокентьевское) и первично-внутригрунтового (инъекционного) происхождения. Выяснено, что крупные пластовые льды залегают в ледниковых отложениях (моренах) и озерно-ледниковых ленточных глинах позднеплейстоценового покровного оледенения и образуют в генетическом отношении единое целое с осадками ледникового комплекса.

Генезис пластовых залежей подземного льда - одна из наиболее актуальных проблем в мерзлотоведении, палеогеографии и геологии верхнего плейстоцена. Фактический материал свидетельствует о широком развитии на севере Западной Сибири пластовых залежей подземного льда, но происхождение их не нашло удовлетворительного объяснения в рамках существующих гипотез - сегрегационной, инъекционной и реликтовой (погребения поверхностных ледяных образований типа наледей, ледников и даже речных льдов).

В районе пос. Усть-Порт и севернее пластовые льды изучались в 60-70-х гг. и описаны в [Втюрин, 1975; Данилов, 1969; Соломатин, 1976; Усов, 1967; Шмелев, 1967 и др.]. В настоящей статье коротко рассматриваются мощные пластовые залежи подземного льда в трех обнажениях в низовьях Енисея: у пос. Иннокентьевского, Ледяная Гора и Таб-Саля.

Обнажение Иннокентьевское расположено в устье Енисея, в 600 км севернее широты Полярного круга, в южной части Дорофеевского полуострова. Максимальная абсолютная отметка полуострова достигает 161 м (возвышенность Оленьи Рога), а высота обнажения с пластовым льдом - 50 м над ур. м. В рельефе четко прослеживается трехступенчатая термо-терраса, верхняя ступень которой размером 60x80 и глубиной 10-15 м задернована. Пласт льда в ней в настоящее время закрыт склоновыми отложениями и фрагментарно обнажается в двух нижних ступеньках термо-террасы. Средняя из них расположена на высоте 35, а нижняя - 15 м выше уровня Енисея. Если допустить, что две нижние ступени термо-террасы вскрывают единую залежь, то ее мощность должна составлять 25 м, а с учетом верхней задернованной - даже 40 м (рис. 1).

Характерная особенность ледяной залежи - неглубокое залегание (60-80 см) от современной дневной поверхности и большая мощность по вертикали (видимая - 5, предполагаемая - 40 м). Вмещающие грунты представлены валунными суглинками (мореной) и водно-ледниковыми осадками с включением гальки, гравия и валунами размером нередко до 2x3 м.

Нарушенное залегание пластовой залежи подземного льда выражается в изменении первоначальной горизонтальной слоистости льда до наклонных, а иногда вертикальных и опрокинутых антиклинальных складок (гляциодислокации), что, несомненно, связано с вторичными деформациями (см. рис. 1). Характерны также наличие во льду явно эпигенетического полигонально-жильного льда - новейшего образования, одновозрастного со слоем перекрывающих, переотложенных покровных суглинков (склоновых отложений), и весьма резкий и отчетливо выраженный экзарационный контакт ледяной залежи с вмещающими породами.

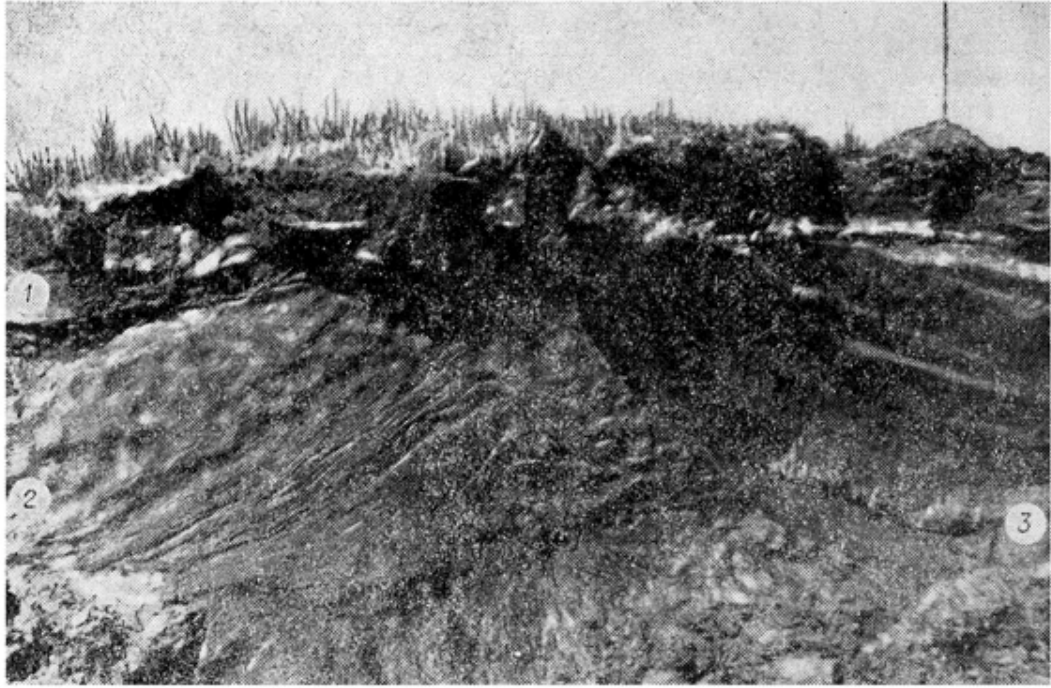


Рис. 1. Гляциодинамическая текстура глетчерного льда — крутая складка по направлению движения ледника.
 1 — покровные суглиники мощностью 0,8 м; 2 — пласт льда; 3 — ледогрунт (современные вторично-промерзшие склоновые отложения).



Рис. 2. Погребенный глетчерный лед в восточной части обнажения Ледяная Гора (на 5.07. 1973 г.).

Описанный пласт льда имеет много общего с пластовой залежью подземного льда глетчерного происхождения в обнажении Ледяная Гора (см. ниже) и резко отличается по условиям залегания и текстурным особенностям от первично-внутригрунтового льда инъекционного генезиса в обнажении Таб-Саля. На основании указанных особенностей можно заключить, что в районе Иннокентьевского обнажения сохранился погребенный глетчерный лед максимальной стадии последнего покровного оледенения.

Обнажение Ледяная Гора находится на правом берегу Енисея, в 120 км южнее Игарки, у широты северного Полярного круга. В результате многолетних исследований этой залежи мы пришли к заключению о ее погребенном глетчерном происхождении (рис. 2). Основанием для такого вывода послужили значительные размеры залежи (максимальная толщина по данным геофизических исследований и буровых скважин достигает 40 м, а видимая протяженность составляет более 300 м, что трудно объяснить первично-внутригрунтовой инъекцией при промерзании водоносных таликов в условиях прерывистого развития высокотемпературных и относительно маломощных многолетнемерзлых пород), наличие крупных эрратических валунов и захоронение льда в толще континентальных ледниковых отложений.

О глетчерном происхождении пластовой залежи говорит и то, что это мореносодержащий лед. Во льду прослеживаются включения валунных суглинков в виде выдержанных по простиранию прослоек и линз, вынесенных, очевидно, из подстилающей лед основной морены при движении ледника по линиям скола, а также встречаются различного рода гляциодислокации, представленные в виде крутых и лежачих (иногда опрокинутых) складок размером 2 м и более.

Лед в залежи ультрапресный, чистый, стекловидно-прозрачный, плотный, динамометаморфический, с редкими удлиненными пузырьками воздуха, по химическому составу (гидрокарбонатно-кальциевому) близок к атмосферным осадкам. По всему разрезу залежи и во вмещающих отложениях обнаружены споры и пыльца растений мезозойского облика и синезеленые водоросли, характерные для холодных ледников.

Минералогический и гранулометрический состав вмещающих пород весьма разнообразен и содержит легко растворимые и недалеко транспортируемые в водной среде минералы, присущие лишь комплексу отложений континентального оледенения (черные, сажистые и жирные включения карбонатов, карбонатных и углистых пород).

В районе обнажения Ледяная Гора развит сравнительно свежий, сильно пересеченный современным термокарстом холмисто-увалистый типично ледниковый рельеф, представленный гляциодепрессиями, валами параллельных между собой, изогнутых к востоку конечных морен.

О возрасте и стратиграфическом положении погребенного глетчерного льда свидетельствуют определения абсолютного возраста перекрывающих глетчерный лед ледниковых отложений. По сборам Ю.Б. Файнера, - древесина, отобранная из слоя покровных суглинков в южной части обнажения, дала возраст 1270 ± 100 лет (ГИН-1893). По нашим сборам (Институт мерзлотоведения СО АН СССР - ИМ) из мощных позднеголоценовых торфяников в северной части обнажения получена серия из 11 дат: от 1426 ± 70 (ИМ-435) до 4013 ± 100 лет (ИМ-437). Остатки древесины по сборам Ю.Б. Файнера из прослоя песка, заключенного на контакте валунных и безвалунных суглинков в северо-западной стенке обнажения, имеют абсолютный возраст $43\ 100 \pm 1000$ лет; запредельная дата (более 50 000 лет) получена по остаткам древесины, вынутой Ю.Б. Файнером из перекрывающих пласт льда моренных суглинков в северной части обнажения. Если эти остатки древесины из слоя морены одновозрастны с ней, то возраст погребенного глетчерного льда, очевидно, соответствует первой стадии зырянского оледенения Енисейского Севера (докаргинской).

Исходя из изложенного выше, можно наметить следующую схему развития гляциальных и криогенных процессов.

Многолетнемерзлые породы в этом районе существовали, очевидно, до начала оледенения или синхронно с ним. Реликты древних мерзлых пород, вскрывающиеся в обнажении Ледяная Гора, существуют непрерывно до настоящего времени.

Встреченная на широте Полярного круга залежь пластового льда - реликт зырянского оледенения. В погребенном состоянии сохранилась лишь ее нижняя мореносодержащая часть мощностью около 40 м, а основная верхняя часть ледника полностью деградировала.

Погребение и сохранение остатков глетчерного льда произошли в исключительно благоприятных условиях развития особого типа гляцио-криолитогенеза, что доказывает взаимосвязь и сосуществование древних многолетнемерзлых пород и наземного оледенения.

В 1977-1978 гг. мы исследовали мощную пластовую залежь подземного льда в обнажении Таб-Саля, на левом берегу Енисея, в 50 км южнее обнажения Иннокентьевское. Обнажение вскрывает разрез каргинской террасы, в пределах которой расположена обширная впадина Янато-Монгоче. Высота обнажения 20 м над ур. м. (рис. 3). В разрезе вскрывается верхняя часть пластовой залежи с видимой толщиной льда около 5 м, основная ее часть уходит под уровень Енисея. Протяженность залежи 1070 м. Подземный лед залегает внутри толщи типично ленточных глин подпрудного озерно-ледникового происхождения. Исходя из этих особенностей его залегания, а также характера контакта с вмещающими отложениями, мы приходим к выводу, что пласт льда представляет собой первично-внутригрунтовое образование, сформировавшееся при эпигенетическом промерзании озерно-ледниковых ленточных глин.

Можно считать установленным, что формирование мощных, ритмично-слоистых и сетчатых сегрегационных льдов в ленточных глинах происходит только при эпигенетическом промерзании последних.

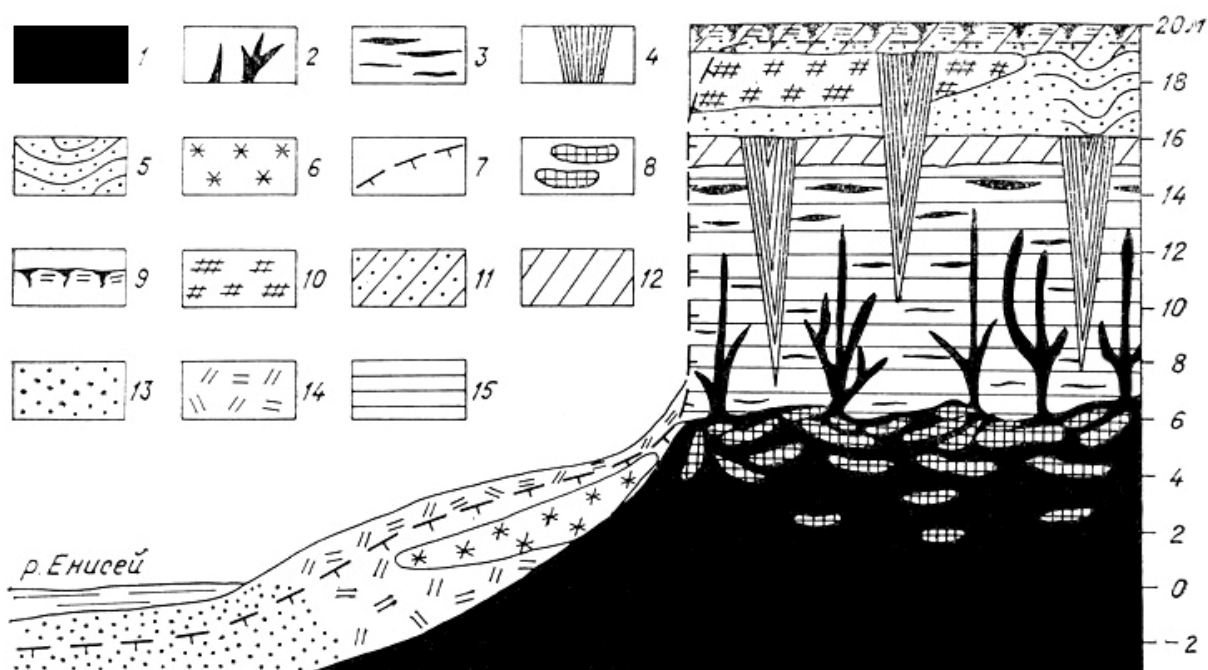


Рис. 3. Криолитологический разрез обнажения Таб-Саля с пластовой залежью инъекционного льда (по данным на 1.08. 1978 г.).

1 — пласт льда; 2 — трещинные, 3 — сегрегационные и 4 — полигонально-жильные льды; 5 — грунтовая жила (псевдоморфоза по ледяной жиле); 6 — погребенный снежник; 7 — граница многолетнемерзлых пород; 8 — включения ленточных глин во льду; 9 — мохово-растительный покров; 10 — торф; 11 — суглинок покровный и 12 — озерный; 13 — песок; 14 — склоновые отложения; 15 — глина ленточная.

Основной особенностью ледяной залежи является ее контакт с перекрывающими и вмещающими ленточными глинами. В отличие от погребенного глетчерного льда в обнажениях Ледяная Гора и Иннокентьевское, этот пласт льда имеет весьма нечеткие и нерезкие контакты с перекрывающими ленточными глинами. Переход между ними постепенный и весьма своеобразный (см. рис. 3). Пласт льда относительно чистый, с редкими и небольшими ксенолитами ленточных глин в виде отдельных взвешенных во льду гнезд (напомним, что в глетчерном льду характерны выдержанные в простирании прослой грунта).

В верхней части пластовой залежи количество грунтовых включений закономерно возрастает, но сам лед, как и в нижней части, чистый, стекловидно-прозрачный с голубоватым оттенком, массивного сложения, с очень редкими включениями пузырьков газа. Выше по разрезу количество включений ленточных глин во льду так возрастает, что можно принять этот горизонт льда за «ледогрунт».

Вблизи условного контакта с перекрывающими ленточными глинами грунтовых включений в слое больше, чем ледяных. В этом горизонте преобладает атакситовая криогенная текстура. У контакта ленточных глин с пластовой залежью отмечены своеобразные вертикальные и наклонные трещины, ориентированные снизу вверх, целиком заполненные стекловидно-прозрачным льдом. Трещины начинаются непосредственно от нижележащего слоя льдонасыщенных ленточных глин с атакситовой криотекстурой и постепенно выклиниваются вверх по разрезу, они имеют вертикальные, иногда пересекающиеся направления и создают своеобразную трещинно-шлировую криогенную текстуру, имеющую генетическую связь с нижележащим пластовым льдом. Толщина вертикально ориентированных шпиров льда в среднем 20-25 см (некоторые трещинные льды у своего основания имеют ширину до 40 см), а длина - 4-4,5 м. Очевидно гидродинамический напор свободных подземных вод при их промерзании разрешался в этих трещинах разрыва (см. рис. 3).

Местами трещинные льды имеют, наоборот, значительные расширения кверху. В таких случаях в перекрывающих пластовую залежь ленточных глинах прослеживаются ледяные лакколиты неправильной грибовидной формы толщиной 2 м и более. Кроме того, на контакте залежи с темно-серыми ленточными глинами наблюдалась резко выраженная криогенная «тектоника», особенно на участках развития мощной трещинной криогенной текстуры. Так, у верхней поверхности ледяной залежи вмещающие светло-серые ленточные глины часто залегают несогласно, обнаружены разрывы их кровли и относительная приподнятость одной части слоя над другой. Амплитуда разрыва слоев достигает до 0,6-1 м.

Таким образом, в результате анализа всевозможных способов образования ледяной залежи мы приходим к выводу, что мощная пластовая залежь подземного льда в обнажении Таб-Саля относится к первичным внутригрунтовым льдам, образовавшимся за счет кристаллизации свободных высоконапорных подземных вод, промерзавших в условиях открытой системы при глубоком эпигенетическом промерзании подпрудных озерно-ледниковых ленточных глин. Контакты льда и вмещающих глин несут на себе следы инъекционных внедрений водных масс по вертикально и наклонно ориентированным трещинам разрыва.

Выводы. Крупные пластовые залежи подземных льдов в низовьях Енисея залегают в континентальных ледниковых отложениях (моренах) и в подпрудных озерно-ледниковых осадках (ленточных глинах) позднеплейстоценового покровного оледенения и образуют в генетическом отношении единое целое с его осадками. Роль реликтовых глетчеров в геологическом строении верхнего плейстоцена Енисейского Севера, очевидно, не меньшая, чем полигонально-жильных, инъекционных и сегрегационных льдов. Находки погребенных остатков глетчерного льда на Енисейском Севере позволяют по-новому подойти к объяснению особенностей позднеплейстоценового оледенения на севере Западной Сибири.

ЛИТЕРАТУРА

1. Втюрин Б.И. Подземные льды СССР. М.: Наука, 1975.
2. Данилов И.Д. [Мерзлотно-фациальное строение водораздельных плейстоценовых отложений нижнего течения р. Енисея.](#) - В кн.: Проблемы криолитологии. Вып 1 М.: МГУ, 1969.
3. Казанский О.А. О генезисе пластовой залежи подземного льда в долине р. Енисея. - В кн.: Региональные и криолитологические исследования в Сибири. Якутск, 1979.
4. Каплянская Ф.А., Тарноградский В.Д. [Реликтовые глетчерные льды на севере Западной Сибири и их роль в строении районов плейстоценового оледенения криолитозоны.](#) - ДАН СССР, 1976, т. 231, № 5.
5. Карпов Е.Г., Григорьев Н.Ф. Мощная пластовая залежь подземного льда на Енисее у широты Полярного круга. - В кн.: Мерзлотные исследования. Вып. 17. М.: МГУ, 1978.
6. Катасонов Е.М. Мерзлотно-фациальные исследования многолетнемерзлых толщ и вопросы палеогеографии четвертичного периода Сибири. - В кн.: Основные проблемы изучения четвертичного периода. М.: Наука, 1965.
7. Соломатин В.И. Пластовые льды в нижнем течении р. Енисей (на примере разреза Селякино). - В кн.: Проблемы криолитологии. Вып. 5. М.: МГУ, 1976.
8. Усов В.А. [Формирование многолетнемерзлых отложений в период бореальной трансгрессии на территории арктической части Енисейского Севера.](#) - Вест. ЛГУ, 1967, № 24.
9. Шмелев Л.М. [Происхождение пластовых залежей подземного льда в низовьях р. Енисея.](#) - Изв. АН СССР. Серия геогр., 1967, № 2.

Институт мерзлотоведения
СО АН СССР, Якутск

Поступила в редакцию
26 ноября 1982 г.

Ссылка на статью:



Карпов Е.Г. О происхождении мощных пластовых подземных льдов в низовьях Енисея. Геология и геофизика, 1984, № 1, с. 118-122.