

*Е.Г. Карпов*

## **НОВЫЕ ДАННЫЕ О МОЩНЫХ ПЛАСТОВЫХ ЗАЛЕЖАХ ПОДЗЕМНОГО ЛЬДА НА ЕНИСЕЙСКОМ СЕВЕРЕ**

В настоящее время накопился значительный фактический материал, свидетельствующий о широком развитии на севере Западной Сибири пластовых залежей подземного льда, но до сих пор их происхождение не нашло удовлетворительного объяснения. Об этом свидетельствует ряд гипотез, по-разному объясняющих механизм их образования. В последние годы автором настоящей статьи значительно расширена география распространения мощных пластовых залежей подземного льда на Енисейском Севере [*Карпов и Григорьев, 1978*]. Установлено широкое развитие этих льдов на берегах р. Енисея от широты Полярного круга до устьевых участков.

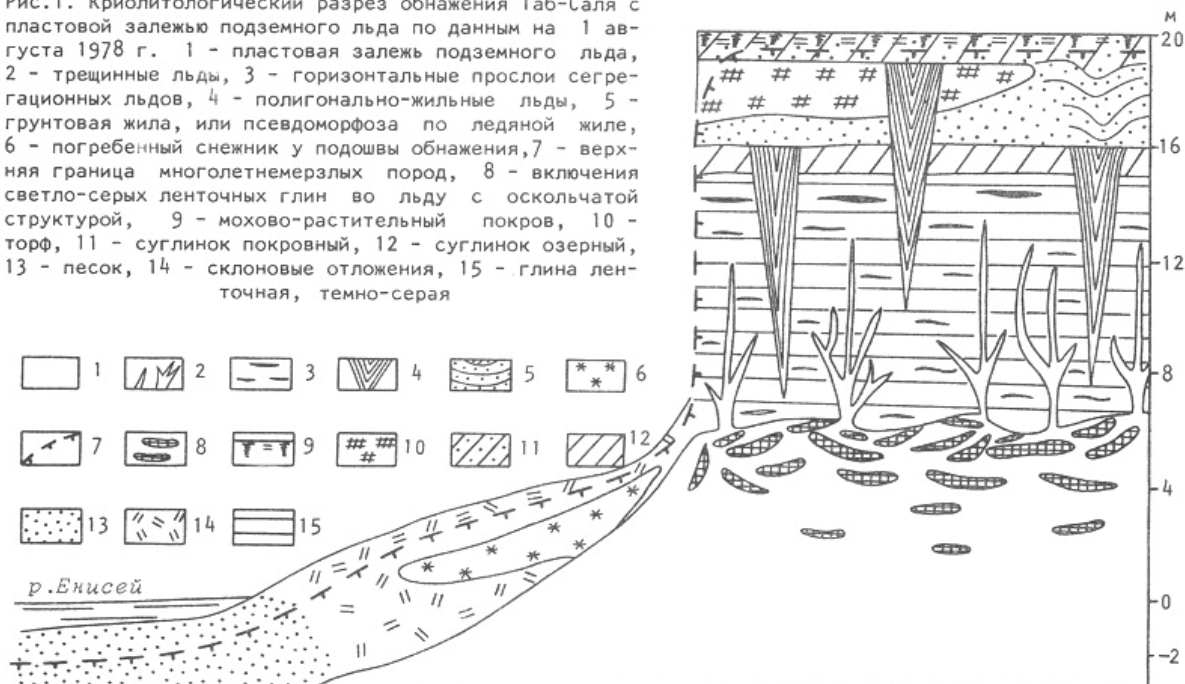
В 1977-1978 гг. автор исследовал мощную пластовую залежь подземного льда, вскрывающуюся в обнажении Таб-Саля, расположенного на левом берегу устья р. Енисея, в 40 км южнее пос. Иннокентьевское. Это обнажение высотой 20 м над уровнем моря вскрывает разрез каргинской террасы, в пределах которой распространена обширная низина Янато-Монгоче (рис. 1). В разрезе вскрывается лишь верхняя часть мощной пластовой залежи подземного льда на глубине 15 м от бровки террасы видимой толщиной льда около 5 м, основная ее часть уходит под уровень Енисея. Протяженность пластовой залежи по простиранию, судя по ее выходу в обнажении, более 1 км. Эта залежь сформировалась в типичных ленточных глинах подпрудного озерно-ледникового происхождения. В научной литературе такое явление еще никем не описано и потому представляет значительный интерес.

Особенности условий залегания пластовой залежи подземного льда и характера его контакта с вмещающими отложениями показывают, что пласт льда представляет собой первичное внутригрунтовое образование, сформировавшееся при эпигенетическом промерзании озерно-ледниковых глин. Поскольку ленточные глины отлагаются в субаквальных условиях относительно глубоководного подпрудного пресноводного озерного бассейна, то в них вряд ли могут сохраняться погребенные первичноповерхностные льды. Можно считать установленным, что формирование мощных, ритмично-слоистых и сетчатых сегрегационных льдов в ленточных глинах происходит лишь при эпигенетическом промерзании последних.

В отличие от пластовой залежи погребенного ледникового льда в обнажениях Ледяная Гора и Иннокентьевское, этот пласт льда имеет весьма нечеткие и нерезкие контакты с перекрывающими ленточными глинами, переход между ними постепенный (рис. 1). Пласт льда вблизи уреза воды относительно чист, с редкими и небольшими ксенолитами ленточных глин в виде взвешенных во льду гнезд. В верхней части залежи четко прослеживаются включения во льду в виде ксенолитов, представленных светло-серыми плотными тонкослоистыми ленточными глинами; расстояние между отдельными ксенолитами достигает 50 см. Форма грунтовых включений во льду

неправильная, оскольчатая, длина их 0,4-0,6 м, ширина 0,2-0,3 м. Грунтовые включения разбиты мелкими трещинами, заполненными чистым льдом, на отдельные микрополигоны шириной 2-4 см и длиной 5-6 см неправильной угловатой формы, напоминающие полигоны усыхания, некоторые ксенолиты опрокинуты или перевернуты на 90°. В таких случаях в них хорошо видна ленточная слоистость. Выше по разрезу количество грунтовых включений закономерно возрастает, но лед такой же чистый, стекловато-прозрачный с голубоватым оттенком, массивного сложения, с очень редкими включениями пузырьков газа. Еще выше залежь приобретает характер льдогрунта.

Рис.1. Криолитологический разрез обнажения Таб-Саля с пластовой залежью подземного льда по данным на 1 августа 1978 г. 1 - пластовая залежь подземного льда, 2 - трещинные льды, 3 - горизонтальные прослои сегрегационных льдов, 4 - полигонально-жильные льды, 5 - грунтовая жила, или псевдоморфоза по ледяной жиле, 6 - погребенный снежник у подошвы обнажения, 7 - верхняя граница многолетнемерзлых пород, 8 - включения светло-серых ленточных глин во льду с оскольчатой структурой, 9 - мохово-растительный покров, 10 - торф, 11 - суглинок покровный, 12 - суглинок озерный, 13 - песок, 14 - склоновые отложения, 15 - глина ленточная, темно-серая



Вблизи условного контакта с перекрывающими ленточными глинами преобладает атакситовая криогенная текстура, а у контакта наблюдаются трещины, целиком заполненные стекловато-прозрачным льдом. Они начинаются непосредственно от нижележащего слоя льдонасыщенных ленточных глин с атакситовой криогенной текстурой и постепенно выклиниваются вверх по разрезу. Эти трещины имеют вертикальные, иногда пересекающиеся направления и создают своеобразную шпировую криогенную текстуру, имеющую генетическую связь с нижележащим пластовым льдом. Толщина вертикально ориентированных шпиров льда достигает нередко 20-25 см, а длина 4-4,5 м. Очевидно, гидродинамический напор свободных подземных вод при их промерзании разрешался в этих трещинах разрыва. Местами эти трещинные льды имеют, наоборот, значительные расширения кверху. В таких случаях в перекрывающих пластовую залежь ленточных глинах видны ледяные лакколиты неправильной формы толщиной порядка 2 м.

Кроме того, на контакте пластовой залежи с перекрывающими темно-серыми ленточными глинами наблюдалась криогенная «тектоника», особенно хорошо выраженная на участках развития мощной трещинной криогенной текстуры в сильно раздробленных перекрывающих слоях. Так, у верхней поверхности ледяной залежи вмещающие пласт слои часто залегают несогласно. Наблюдаются разрывы кровли

светло-серых ленточных глин и относительная приподнятость одной части слоя над другим. Амплитуда разрыва слоев достигает до 0,6-1 м.

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

В 1973 г. мы обнаружили обнажение Ледяная Гора с мощной пластовой залежью подземного льда на правом берегу Енисея, в 120 км южнее г. Игарки [*Карнов и Григорьев, 1978*]. В результате многолетних исследований этой залежи автор пришел к заключению о ее погребенном ледниковом происхождении. Основанием для такого вывода послужило следующее.



Рис.2. Пластовая залежь подземного льда в восточной части обнажения Ледяная Гора 5 июля 1973 г.

Ледяной пласт толщиной около 30 м и видимой протяженностью более 300 м повсеместно перекрыт комплексом ледниковых отложений континентального генезиса, налегающих на пласт льда с резким контактом (рис. 2). Это горизонты неслоистой валунной и безвалунной континентальной морены, слоистых водно-ледниковых отложений, сформировавшиеся, по-видимому, во время деградации ледника. Пластовая залежь является мореносодержащим льдом. В разрезах скважин отмечено наличие во льду внутренней морены мощностью 1 м на глубине 20 м от поверхности ледяной залежи, представленной горизонтом валунных суглинков. Пласт льда подстилается донной мореной, которая залегает с четким и резким контактом на тонкозернистых заиленных песках. Лед характеризуется разнообразной слоистостью - параллельной, иногда ритмичной, косой и веерообразной, субвертикальной и

горизонтальной. Она обусловлена включениями грунтов разного гранулометрического состава, преимущественно пылеватыми тяжелыми суглинками и глинами. Во льду заметны сколы, лишенные грунтовых включений и направленные под разным углом к грунтовым прослоям. В теле ледяной залежи обнаружены крупные необработанные эрратические валуны, вмержшие в вертикальном положении, очевидно, перевернутые при движении ледника. Во льду часто встречаются гляциодислокации в виде крутых, а иногда и опрокинутых складок размером порядка 2 м.

Кроме того, залегающий лед пресный, чистый, стекловато-прозрачный, очень плотный, с редкими пузырьками воздуха, по химическому составу близок к атмосферным осадкам. По всему разрезу ледяной залежи и во вмещающих отложениях обнаружены споры и пыльца растений мезозойского облика, перенесенные, очевидно, из более древних отложений во время движения ледника. Минералогический состав вмещающих пород 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 пластовой залежи подземного льда развит сравнительно свежий, сильно пересеченный современным термокарстом холмисто-увалистый типично ледниковый рельеф, представленный валами конечных морен, камами и озами.

По данным В.И. Соломатина, осмотревшего обнажение в 1977 г., в одной полосе льда, расположенной между грунтовыми прослоями, лед крупнозернистый, а в другой - мелкозернистый, при этом кристаллы льда имеют изометрическую, вытянутую форму, структура аллотриоморфно-зернистая. На основании микроскопических исследований структуры ледяной залежи В.И. Соломатин пришел к выводу о ее погребенном ледниковом происхождении.

Сохранение мерзлых пород с ледниковым льдом в условиях прерывистой мерзлоты, мощностью лишь около 50 м и с температурой до  $-0,5^{\circ}\text{C}$  у подошвы пластовой залежи, очевидно, можно объяснить низкими теплофизическими свойствами плотных тяжелых суглинков и глин, перекрывающих ледяную залежь. Абляционная морена, перекрывающая пласт льда, отлагалась, вероятно, в мерзлом состоянии и находится в настоящее время частично в изначально мерзлом виде. Остается открытым вопрос о возрасте погребенного льда. По-видимому, пласт льда соответствует периоду после каргинской стадии последнего покровного зырянского оледенения, соответствующему сартанскому времени, т.е. 18-20 тыс. лет назад.

На основе исследований описанных разрезов автор заключает, что крупные пластовые залежи подземного льда в низовьях Енисея залегают в ледниковых отложениях - континентальных моренах или в подпрудных озерно-ледниковых осадках - ленточных глинах, принадлежащих последнему верхнеплейстоценовому покровному оледенению, по-видимому, сартанского возраста и в генетическом отношении образуют единое целое с его осадками. Роль реликтовых ледниковых льдов в геологическом строении верхнего плейстоцена Енисейского Севера, очевидно, меньше, чем повторножильных, сегрегационных и инъекционных льдов. Установленные закономерности условий залегания мощных пластовых залежей подземного льда дают серьезные критерии для палеогеографических и палеогляциологических реконструкций. В частности, находки погребенных остатков ледникового льда на Енисейском Севере позволяют по-новому подойти к объяснению особенностей последнего покровного оледенения на севере Западной Сибири.

Дальнейшее исследование строения пластовых залежей подземного льда на современной криолитологической основе с применением геофизических методов и бурением скважин с отбором образцов вмещающих и подстилающих грунтов поможет

выяснению и уточнению не только генезиса пластовых залежей, но и восстановлению палеогеографических условий времени формирования и промерзания верхнечетвертичных отложений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Карнов Е.Г., Григорьев Н.Ф. Мощная пластовая залежь подземного льда на Енисее у широты Полярного круга // Мерзлотные исследования, вып.17. М., 1978, с.149-156.

### SUMMARY

Wide spreading of thick beddings of the underground ice of the buried-glacial and primary - intraground injectible origin has been detected in the northern vicinities of Yenisei. It was found that large beddings of the underground ice in the lower-reaches of Yenisei occur in glacial deposits or in lacustrine-glacial varved clays of the Last Continental glaciation and in the genetic respect are common to the sediments of glacial complex. Revealing of the buried remnants of glacial ice in the northern areas of Yenisei makes possible the new interpretation of the peculiarities of the Last Continental Ice Sheet in the north of West Siberia.

### *Ссылка на статью:*



**Карнов Е.Г. Новые данные о мощных пластовых залежах подземного льда на Енисейском севере // Материалы гляциологических исследований. 1981. № 41. С. 67-70.**