

И.Д. ДАНИЛОВ, Ю.В. МУДРОВ, Н.В. ТУМЕЛЬ

СТРОЕНИЕ И ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ПОРОД ТАЛНАХА (Норильский район)

Характеризуемый район расположен на выходе Норильской долины из гор на равнину, там, где она широко открывается к озеру Пясина, близ юго-западных подножий плато Хараелах.

История палеогеографического развития Норильского района в четвертичном периоде давно является предметом внимания многих исследователей: Н.Н. Урванцев [1931], В.Н. Сакс [1946], Н.И. Михайлов [1959], Ю.П. Пармузин [1959], А.С. Стрелков [1965], А.А. Межвилк [1965] и др. Взгляды различных исследователей на строение четвертичных отложений и палеогеографию четвертичного периода Норильского района весьма существенно разнятся между собой. Не задаваясь целью детального анализа этих взглядов, отметим лишь распространенную точку зрения, что достаточно мощные и активные ледники зырянского горно-долинного (или покровного) оледенения, протекавшего в условиях регрессии моря, почти полностью уничтожили более древние четвертичные отложения. Поэтому разрез четвертичных отложений Норильской долины обычно трактовался как разрез, начинающийся с отложений зырянского оледенения. Лишь в ряде случаев указывалось на наличие под зырянской мореной более древних отложений. К послезырянским отложениям относились озерные глины каргинского времени, ледниковые отложения сартанского оледенения, аллювий террас, склоновые и озерно-болотные отложения.

Как уже отмечалось выше, исследованный район расположен у юго-западных подножий гор Хараелах близ выхода из гор в Норильскую долину рек Талнах и Хараелах. Рельеф территории представляет собой низменную равнину с абсолютными высотами до 100-110 м, на северо-восток по четкому уступу примыкающую к крутым склонам плато Хараелах, имеющего высоту до 600 м. По направлению от склонов гор к р. Норильской и оз. Пясина равнина опускается четкими террасовидными ступенями. Близ подножья гор прослеживается террасовидный уровень на абсолютной высоте 85-95 м, далее следуют террасовидные уровни на абсолютных высотах 70-75, 60-65 м и, наконец, центральную часть Норильской долины занимает наиболее широко распространенный уровень 40-50 м. Если три верхних террасовых уровня имеют ровную, слабо наклонную к центру Норильской долины поверхность и в виде узких прилавок окружают склоны гор, то самая низкая поверхность с абсолютными высотами 40-50 м имеет широкое площадное распространение и характеризуется бугристо-западинным рельефом с бесчисленным множеством озер, закономерно ориентированных с северо-востока на юго-запад. Непосредственно близ выхода рек Талнах и Хараелах из гор отмечается отгороженный от Норильской долины увалом коренных пород (гряда Лесная), участок равнины с абсолютными высотами 110-150 м. Рельеф этого участка полого-холмистый, местами холмисто-западинный. Долины рек Хараелах и Талнах в пределах этого участка имеют

две - четыре надпойменные террасы. Как только они выходят за пределы этого участка, прорезая вытянутую с северо-запада на юго-восток гряду коренных пород, в их долинах прослеживаются лишь два уровня поймы. Террасы названных рек посредством древних дельт, имеющих конусовидную в плане форму, сочленяются с террасовыми уровнями, прослеживающимися вдоль склонов гор, и с 40-50-метровым уровнем.

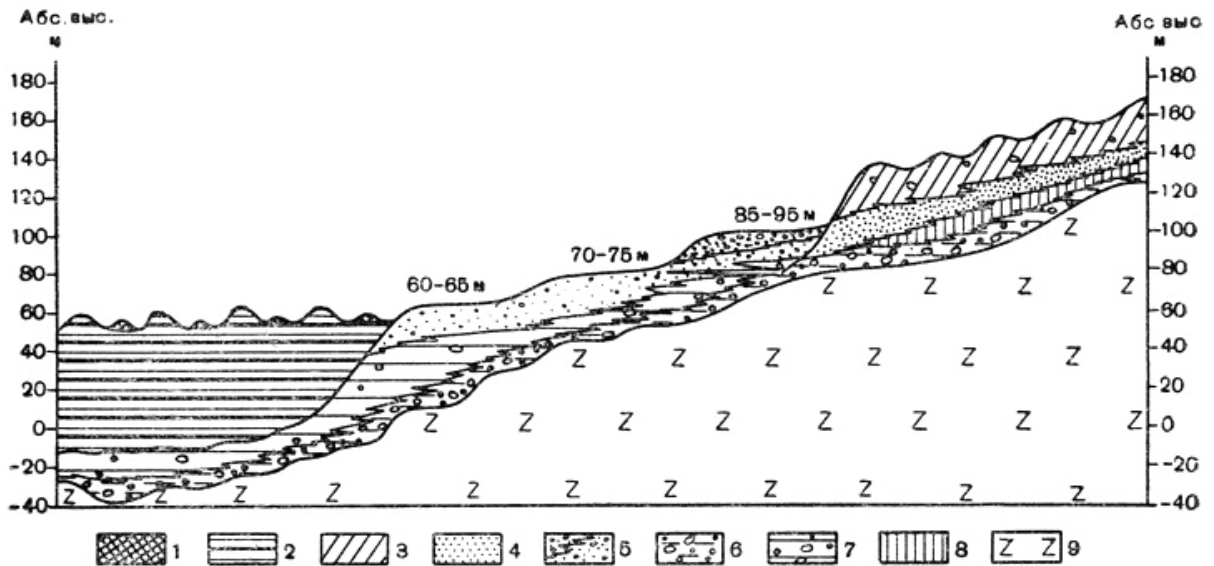


Рис. 1. Схема строения четвертичных отложений Норильской долины в районе пос. Талнах: 1 — торф, 2 — озерные глины, суглинки и алевриты; 3 — ледниковые валунные суглинки; 4 — прибрежно-морские тонкозернистые пески; 5 — прибрежно-морские пески с галькой и галечники; 6 — прибрежно-морские валунно-галечные отложения с супесчаным и суглинистым заполнителем; 7 — ледово-морские суглинки с галькой и валунами; 8 — лагунные глины и суглинки с пресноводной фауной моллюсков; 9 — коренные породы

Наиболее высокие террасовые уровни с абсолютными отметками 60-65, 70-75 м и 85-95 м сложены довольно пестрыми в литологическом отношении породами (рис. 1). В основном, это пески, супеси, галечники; реже валунно-галечные отложения, суглинки, глины. Валунны, галька и гравий отличаются средней и хорошей окатанностью. Мощность отложений, слагающих эти террасы, обычно невелика - 5-10 м, но в ряде случаев достигает 20-30 м и более.

В песках и супесях, слагающих высокие террасовые уровни, была обнаружена микрофауна фораминифер. Среди определенных Г.Н. Недешевой видов следующие: *Elphidium subclavatum* Gudina, *Protelphidium orbiculare* (Brady), *Protelphidium lenticulare* Gudina, *Criboelphidium goesi* (Stschedrina), *Angulogerina angulosa* Williamson, *Cassidulina teretis* Tappan, *Cassilamellina subacuta* Gudina, *Pyrulina* sp.

Сохранность микрофауны фораминифер хорошая, комплекс видов довольно устойчив по разрезу, что свидетельствует о первичном, непереотложенном характере залегания фауны. Другими словами, имеются основания считать, что высокие террасовые уровни, прослеживающиеся вдоль подножья гор Хараелах, являются морскими и сложены в основном прибрежно-морскими отложениями. Последние в горизонтальном направлении фациально замещаются пресноводными лагунно-озерными осадками, залегающими на той же абсолютной высоте. По-видимому, отчлененный от моря бассейн лагунного типа существовал на территории равнины, занимающей междуречье рек Талнах

и Хараелах непосредственно близ выхода их из гор, поскольку эта равнина отгорожена от Норильской долины грядой Лесной с абсолютными высотами 120-140 м. В этом сильно опресненном заливе лагунного типа происходило отложение тонких суглинистых и глинистых осадков, содержащих пресноводную фауну моллюсков и флору диатомовых водорослей. В образцах из обнажения на левом берегу р. Талнах, непосредственно близ ее выхода из гор, в темно-серых тяжелых оскольчатых суглинках, залегающих на абсолютной высоте 100 м, был обнаружен комплекс пресноводных диатомей, характерных для водоема эвтрофного типа, отличающегося высокой концентрацией питательных веществ и присутствием солей кальция. Диатомовые водоросли представлены, в основном, широко распространенными видами; холодолюбивые виды отсутствуют полностью.

В этом же обнажении были обнаружены многочисленные скопления раковин пресноводного моллюска - *Pisidium* (*Eupisidium*) *obtusale* (Lam.?) Yenyns. Согласно заключению А.П. Пуминова, остатки этого вида моллюска в смежных районах не известны в отложениях позднезырянского и послеледникового возраста. Поэтому вполне возможным является предположение о дозырянском возрасте вмещающих фаунистические остатки отложений.

Как уже говорилось выше, морские террасовые поверхности вдоль подножия гор Хараелах прослеживаются до абсолютной высоты 85-95 м. Но морские отложения в пределах небольших внутригорных заливов (по долинам рек Хараелах и Талнах) прослеживаются на абсолютных высотах до 120-150 м. Однако в последнем случае они сверху оказываются перекрытыми ледниковыми, водно-ледниковыми и озерно-ледниковыми отложениями, формирующими пологоволнистый и холмисто-западинный рельеф. Ледниковые отложения представлены суглинками, реже глинами коричневатосерого цвета с галькой и валунами различной окатанности. Водно-ледниковые отложения - это галечниковые, валунно-галечные отложения и пески с галькой. Озерно-ледниковые отложения состоят из горизонтально переслаивающихся тонкозернистых песков, супесей, суглинков с прослоями грубозернистого песка и гравия. Комплекс ледниковых отложений перекрывает морские породы, залегающие на абсолютной высоте более 100 м. В то же время все более низкие морские террасовые уровни лишены покрова ледниковых отложений и имеют ровную плоскую поверхность. Другими словами, оледенение, развивавшееся в горной части района, достигло максимума своего развития в период наиболее высокого стояния вод моря. Именно в это время горные ледники по долинам мелких рек спускались в морские заливы, располагавшиеся в их устьях. В период начавшейся затем регрессии не произошло увеличения размеров оледенения, так как ледники не покрывали морские террасы на абсолютных высотах от 60 до 95 м. Напротив, начавшаяся регрессия моря, вероятно, вызвала также сокращение размеров горного оледенения. Фактические данные о взаимоотношении морских и ледниковых отложений Талнахского района убедительно подтверждают высказанное ранее А.И. Поповым [1949] положение о причинной связи морских трансгрессий и оледенений в условиях сурового континентального климата Сибири.

Трансгрессия, отложившая морские осадки на высоких уровнях, была относительно тепловодной. Об этом свидетельствует факт отсутствия в отложениях лагунной фации морского бассейна холодолюбивых диатомовых водорослей. Спорово-пыльцевые спектры непосредственно морских отложений на высоких террасовых уровнях имеют лесной характер и свидетельствуют о значительной залесенности берегов морского бассейна. Теплая морская трансгрессия привела к уменьшению континентальности климата и увеличению количества выпадавших осадков как в твердой, так и в жидкой фазе. Результатом, увеличения количества осадков в условиях достаточно холодного субполярного климата явилось развитие в горных массивах, окружавших морской бассейн, оледенения. При этом максимум развития трансгрессии совпал с наиболее широким распространением ледников, которые в это время спускались из пределов

горных долин к самому подножью гор. Норильская долина в этот этап своего развития не заполнялась льдом, представляя собой морской залив. По мере регрессии бассейна и понижения его уровня происходило также сокращение размеров оледенения. Поэтому террасовые уровни от 60 до 95 м не покрывались ледниками. Однако долинное оледенение в горной части района продолжало существовать на протяжении всего периода морской трансгрессии (включая ее регрессивную стадию), о чем говорит пестрый и довольно грубый характер отлагавшихся на дне бассейна осадков, которые поставлялись тальми ледниковыми водами, возможно, мелкими айсбергами, а также припайным льдом.

Обращаясь к вопросам возраста морской трансгрессии и синхронного ей оледенения, следует отметить их сложность и спорность. Однако можно предположить, что морская трансгрессия, вероятно, соответствует казанцевской трансгрессии в низовьях Енисея, а синхронное ей оледенение представляет собой зырянское оледенение данного района.

К морским террасовым уровням по четкому контакту прислоняется обширная равнина с абсолютными высотами 40-50 м. Данная поверхность получила в литературе название вальковской озерной террасы. Сложена она мощной (до 30-60 м) толщей глин, тяжелых суглинков и тонких алевроитов зеленовато- и голубовато-серого цвета. Суглинки и алевроиты чаще всего имеют монолитную текстуру, но иногда характеризуются горизонтальной слоистостью. Встречаются единичные включения гальки и гравия. Толща глин и алевроитов очень однородна на площади и выклинивается за пределами вальковской террасы (40-50 м). Это дает основание утверждать, что времени отложения данной толщи предшествовал значительный размыв, достигавший абсолютных отметок -10-20 м. Бассейн, в котором происходило накопление суглинков и алевроитов, представлял собой типичный ингрессионный бассейн, имевший в пределах Норильской долины пресноводный характер.

Имеющиеся попытки относить нижнюю часть разреза толщи суглинков и глин к морским отложениям нам представляются неосновательными. Тщательные поиски микрофауны фораминифер по всему разрезу толщи глин, суглинков и алевроитов дали отрицательные результаты. Вместе с тем, по всему разрезу толщи суглинки и алевроиты содержат разнообразную в видовом отношении (57 видов) пресноводную диатомовую флору четвертичного возраста. Экологические особенности комплекса диатомовой флоры указывают на то, что озерный водоем, в котором шло накопление глин, суглинков и алевроитов, отличался нейтральной или слабокислой реакцией воды, богатой растворимым кислородом и бедной органическими веществами. То есть это был холодный, бедный органической жизнью бассейн. Свидетельством низкой температуры вод этого озерного бассейна является присутствие холодолюбивых видов диатомовых водорослей: *Achnanthes lanceolata* var. *elliptica* Cl., *A. oestrupii* (A. Cl.) Hust., *A. calcar* Cl., *Navicula pseudoscutiformis* Hust., *N. amphibola* Cl., *Didymosphenia geminata* (Zyngb.) Meridion Schmidt (определение Л. Пирумовой).

Спорово-пыльцевые спектры отложений, слагающих 40-50-метровую озерную террасу, характеризуются резким преобладанием спор, незначительным содержанием пыльцы трав и кустарничковых и ничтожным содержанием зерен пыльцы древесных пород. Вероятно, окружавшие озерный бассейн пространства были лишены древесной растительности и покрыты в основном мхами и лишайниками.

Таким образом, комплекс данных свидетельствует о том, что отложение толщи зеленовато- и синевато-серых глин, суглинков и алевроитов, слагающих 40-50-метровую террасу, происходило в пресном водоеме озерного типа в условиях сурового континентального климата. В то же время, вероятно, несмотря на суровость климата, оледенение в горах или полностью исчезло, или имело очень незначительные размеры, так как в озерные глины поступало мало крупнообломочного материала. Кроме того, озерный бассейн, отличающийся низкими температурами воды, длительное время года имел устойчивый и мощный ледовый покров, что препятствовало разносу грубообломочного

материала припайным льдом. Время образования террасы отвечает, по всей вероятности, времени образования морской каргинской ингрессионной террасы в низовьях Енисея.

На поверхности террасы, на глинах, суглинках и алевролитах часто залегают мощные (до 3-5 м) торфяники, образование которых происходило, вероятно, в период климатического оптимума.

История формирования рыхлых четвертичных отложений района представляется следующим образом. Самые древние отложения соответствуют морской трансгрессии, уровень которой был не менее чем на 150 м выше современного. Трансгрессия отличалась относительной теплопроводностью, берега бассейна были покрыты елово-лиственничными лесами. Одновременно теплая трансгрессия обусловила увеличение количества выпадавших осадков, что привело к развитию в горах долинного оледенения. В период максимального подъема вод бассейна ледники по долинам спускались к подножьям гор. В процессе регрессии бассейна были выработаны террасовые уровни на абсолютных высотах 60-65; 70-75; 85-95 м. Эти террасы уже не покрывались ледниками и сохранили свою морфологическую выраженность. Регрессия моря была полной, уровень моря был несколько ниже современного.

Образованию 40-50-метровой озерной (вальковской) террасы предшествовал эрозионный врез до глубины -10, -20 м. Образование озерного бассейна на территории Норильской долины и подъем его уровня был обусловлен, вероятно, общим тектоническим погружением территории во время каргинской ингрессии.

Промерзание рыхлых четвертичных отложений района шло на фоне сложного соотношения между бассейнами морского и озерного типов, меняющейся климатической обстановки, развития долин рек Хараелах и Талнах. Разновременность промерзания различных групп четвертичных отложений определялась прежде всего историей их формирования. Кроме того, специфика природной обстановки на определенных участках рассматриваемой территории приводила к промерзанию в разное время разновозрастных и генетически однородных толщ.

Ранее всего началось промерзание комплекса морских и ледниковых отложений, слагающих наиболее высокую аккумулятивную поверхность района, с отметками более 120 м. Фациальная неоднородность толщи четвертичных отложений в ее пределах, изменение характера мезорельефа в различных ее частях, большое влияние водно-ледниковых потоков на ранних стадиях континентального режима, близость к подножиям гор создали большую пестроту условий промерзания и процесса формирования вечномерзлых пород здесь. Исторический ход развития вечномерзлых пород в связи с этим рассматривается последовательно в пределах следующих четырех участков высокой аккумулятивной поверхности: грядово-ложбинного водно-ледникового рельефа; относительно ровной поверхности гряды Лесной, покрытой тонким плащом ледниковых и водно-ледниковых отложений; холмисто-западного озерно-ледникового рельефа; пологоволнистой водно-ледниковой равнины.

Район грядово-ложбинного рельефа, созданного водно-ледниковыми потоками, с абсолютными отметками 130-150 м, непосредственно примыкает к подножию г. Скалистой. Мерзлые породы представлены 25-метровой пачкой супесчано-глинистых лагунных отложений, перекрытых примерно такой же по мощности песчано-гравийно-галечниковой толщей водно-ледникового происхождения. Весь разрез в целом характеризуется малой льдистостью; лишь местами встречаются тонкие (0,5-2 мм) ледяные прослои и очень редко шлиры до 3 см толщиной. Обезвоженность супесчано-глинистой пачки отложений может быть связана с диагенетическими процессами в толще талых лагунных осадков после выхода их на поверхность в результате регрессии бассейна и отступления ледника. Промерзание супесчано-глинистого комплекса осадков началось несколько позже освобождения поверхности от лагунных вод и ледового покрова, вероятно, в связи с отепляющим действием водно-ледниковых потоков и шло уже в

достаточно уплотненных и маловлажных породах. Промерзанию способствовало дальнейшее похолодание климата, обусловленное продолжающейся регрессией моря.

Однако в некоторых случаях у подножий склонов гор создавались локальные условия, препятствовавшие формированию мерзлых пород. Специфика таких участков была связана с повышенной мощностью снежного покрова, препятствующего охлаждению зимой; режимом поверхностных вод и верховодки, оказывающих тепляющее действие летом. Последние свободно циркулировали в верхней песчано-гравийно-галечниковой части разреза.

Во время климатического оптимума мерзлая толща частично оттаивала без образования термокарстовых просадок в связи с малой льдистостью. Неполное протаивание могло быть связано с наиболее высоким положением (130-150 м) этого участка и, следовательно, относительно суровыми микроклиматическими условиями в его пределах.

По-видимому, аналогичный ход развития мерзлых пород с момента их формирования после сокращения бассейна и отступления ледника шел и в пределах гряды Лесной, а также вдоль нижних частей склонов плато Хараелах и г. Отдельной, где относительно маломощные (2-8 м) ледниковые и водно-ледниковые отложения подстилаются базальтами.

Некоторыми особенностями характеризуются условия промерзания в пределах развития холмисто-западного озерно-ледникового рельефа, который сложен супесчано-песчаными отложениями. Рельеф этого участка представляет собой чередование холмов и увалов высотой 5-7 м и 40-60 м в поперечнике, между которыми часто расположены блюдцеобразные западины глубиной до 3-5 м и шириной 100-200 м. Днища их уплощены, склоны пологие порядка 5-7°. Некоторые западины заняты озерами. Этот рельеф, вероятно, сформировался на заключительной стадии существования ледников в пределах данной территории. В связи с этим надо отметить развитие здесь неглубоких ложбин-русел талых ледниковых вод. В настоящее время эти ложбины оказались висячими, а в период их формирования они открывались в регрессирующий морской бассейн.

По сравнению с внутренними участками высокой аккумулятивной поверхности (районы грядово-ложбинного водно-ледникового рельефа и гряды Лесной) эта территория сложена с поверхности более тонкими породами, что обусловило четкое льдовыделение в них. Но в целом льдистость по всему разрезу и здесь весьма мала в результате достаточного обезвоживания осадков в процессе диагенеза к началу промерзания.

На фоне преобладания льда-цемента в глинистых разностях разреза на глубине порядка 20-30 м встречаются прослойки льда от 1-2 до 3-5 мм, чередующиеся через 20 см. Такого рода тонкослоистая текстура прослеживается в интервале примерно двух метров. Встречаются также и изолированные ледяные прослойки.

Во время климатического оптимума вряд ли имело место полное оттаивание этого участка, косвенным доказательством чего может служить отсутствие древних термокарстовых форм. Протаиванию на большую глубину могло препятствовать и относительно высокое положение этой поверхности и сравнительно тяжелый состав слагающих ее пород. Кроме того, существенно сказалось не такое интенсивное, как на присклоновых участках высокой аккумулятивной поверхности, тепляющее действие талых вод. Вместе с тем на тех участках, где микрорельеф и литологический состав способствовали этому, протаивание шло достаточно глубоко.

После климатического оптимума при промерзании некоторых осушенных озерных котловин создались благоприятные условия для пучения, возникли гидролакколиты и мощные (до 3-5 м) пластовые инъекционные льды. Другие котловины, озера в которых продолжали существовать, оставались талыми.

Мерзлотные текстуры верхних горизонтов пород, подвергшихся вторичному промерзанию, выражены достаточно четко. До глубины порядка 10-12 м здесь встречаются весьма льдистые глины, суглинки и пески. В тяжелых разностях

формируется толстослоистая, или толстосетчатая, текстура с прослоями, мощностью от 1 до 5-7 см и прожилками толщиной до 2-3 см. В супесчано-песчаных горизонтах отмечается мелкочаеистая текстура, где размер ячеек в поперечнике колеблется от 1 до 10 мм.

Последним участком высокой аккумулятивной поверхности, характеризующимся своей спецификой формирования вечномерзлых пород, является пологоволнистая водно-ледниковая равнина. Промерзание в ее пределах началось в то же время, что и на остальных участках. Однако дальнейшее развитие его шло иным путем. Дело в том, что здесь водно-ледниковые отложения имеют мощность всего 5-10 м, а рельеф представляет собой пологоволнистую равнину. Эти особенности объясняются как относительным удалением от горных склонов (ледниковые потоки распластывались на равнине и, в силу этого более равномерно откладывали слегка сортированный, более промытый материал), так и последующим эрозионным размывом и выносом материала после регрессии морского бассейна. Эрозионный размыв происходил за счет освобождения ото льда каньонообразных глубоко врезанных верховий рек Талнах и Хараелах, текущих по зонам тектонических разломов. Водно-ледниковые потоки выносили обломочный материал из междуречья рек Хараелах и Талнах в морской бассейн. В результате на значительно увлажненных лагунных отложениях (об этом свидетельствует высокая льдистость глин - до 50%) сформировался довольно тонкий плащ водно-ледниковых галечников с незначительным количеством грубозернистого песчанистого заполнителя, в то время как у подножия гор Скалистая и Отдельная сохранилась толща более мощных водно-ледниковых отложений. Они находились в стороне от потоков, текущих из межгорных ущелий. Эти потоки лишь подрезали их края, что до сих пор четко прослеживается о рельефе.

К моменту окончательного отступления ледника описываемая территория промерзала на значительную глубину (50-70 м). Тальми грунты оставались лишь в долине р. Талнах, впадавшей в то время в р. Хараелах. Во время климатического оптимума началось протаивание вечномерзлых толщ, которое достигло значительной глубины. Оно захватило не только все водно-ледниковые отложения, но и верхние горизонты лагунных отложений. В результате на участках наиболее интенсивного протаивания льдистых грунтов образовались термокарстовые формы рельефа, представленные воронкообразными западинами, разбросанными довольно редко по равнине и расположенными чаще всего цепочками, иногда изменяющими направление. Глубина их 2-5 м, диаметр по верху 30-100 м. Склоны их сейчас имеют крутизну 15-25°. В некоторых западинах до настоящего времени находятся озера. После климатического оптимума произошло повторное промерзание до полного смыкания с более древними мерзлыми породами. Тальми остались термокарстовые понижения с озерами. Маломощная мерзлота образовалась на дне спущенных озер и в старой долине р. Талнах.

Несколько позже, чем на высокой аккумулятивной поверхности, началось промерзание отложений, слагающих морские террасы 60-65 м; 70-75 м; 85-95 м. Это прежде всего связано с более долгим существованием постепенно регрессирующего морского бассейна. Можно утверждать, что чем ниже морская терраса, тем позже шло формирование вечномерзлых пород в ее пределах. Прежде чем рассмотреть процесс промерзания морских террас, остановимся несколько подробнее на характере слагающих их отложений и рельефа их поверхностей.

Близкое соседство ледника обусловило грубый состав отложений, в основном представленных галечниками, часто сортированными. Галька нередко имеет уплощенную форму. Иногда галечники вообще лишены заполнителя, что особенно характерно для 85-95-метровой террасы; иногда они имеют песчаный заполнитель. В случае глубокого залегания коренного ложа в низах разреза наблюдаются суглинки и супеси, обычно со значительным количеством обломочного материала.

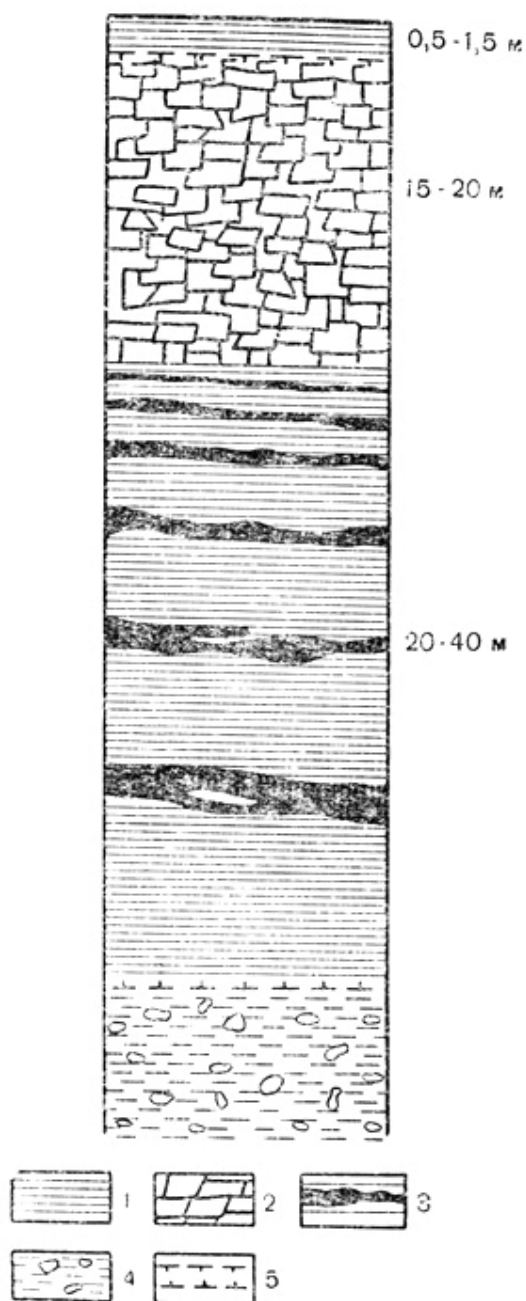


Рис. 2. Схематический разрез вечномерзлых озерных отложений вальковской террасы: 1 — озерные глины, суглинки, алевриты; 2 — мерзлые озерные глины, суглинки и алевриты с сетчатой сингенетической текстурой; 3 — мерзлые озерные глины, суглинки и алевриты со слоистой эпигенетической текстурой; 4 — прибрежно-морские валунно-галечные отложения с супесчаным и суглинистым заполнителем, водоносные; 5 — граница вечномерзлых пород

Поверхность террас ровная, выположенная. И только на тех участках 60-65- и 70-75-метровых террас между г. Медвежьей и оз. Хараелах, которые перекрыты озерно-аллювиальными отложениями внутренних дельт р. Хараелах, рельеф становится волнистым за счет чередования невысоких грив и ложбин - русел стока.

Отложения морских террас начали промерзать после отступления бассейна в весьма суровых климатических условиях. Грубый состав явился причиной малой льдистости этих отложений. Поэтому оттаивание их во время климатического оптимума не дало значительных термокарстовых просадок, о чем свидетельствует спокойный характер поверхности. Последовавшее затем промерзание зафиксировало малую влажность толщи, которая характеризуется в основном содержанием льда-цемента. И лишь в отдельных случаях появляются тонкие (1-2 мм) прослои льда.

На некоторых участках локальные причины вызывают изменение мерзлотной обстановки. Например, талики вдоль подножья г. Медвежьей. Их существование связано с утепляющим действием грунтовых вод, циркулирующих вниз по склону в пределах слоя сезонного протаивания.

Кроме того, весьма разнообразны мерзлотные условия в районе развития внутренних дельт. Специфика дельтовых отложений - более тонкий механический состав в протоках, большая их увлажненность и т.д. - приводит к различному промерзанию в пределах одной дельты. Если водонасыщенные грунты проток не промерзли в первую стадию промерзания, талики в них, вероятно, увеличивавшие свою мощность в эпоху климатического оптимума, имели возможность, по крайней мере частично, сохраниться до сих пор. В таком случае цепочки озер, расположенные как раз вдоль этих проток, могли сформироваться в таликах в местах разгрузки подземных вод, которые здесь часто являются напорными.

В случае если водонасыщенные грунты проток все же промерзли в первую стадию промерзания, талики в них могли возникнуть во время климатического оптимума, так что озера, возможно, являются термокарстовыми,

образовавшимися на участках протаивания наиболее льдистых грунтов.

В обоих случаях морфологические и гидрогеологические условия, возникшие в результате формирования отложений морских террас и внутренних дельт, привели к неодинаковому промерзанию.

Наиболее сложной была история формирования вечномерзлых толщ на 40-50-метровой озерной террасе. На заключительном этапе существования здесь пресноводного бассейна, достаточно мелководного к этому времени, шло сингенетическое промерзание накапливающихся верхних горизонтов озерных отложений. Это промерзание сопровождалось морозобойным растрескиванием и ростом полигонально-жильного льда. Одновременно с сингенетическим промерзанием накапливающихся отложений шло эпигенетическое промерзание ранее отложившихся осадков. Таким образом, промерзала вся 30-60-метровая толща озерных отложений. Но подстилающие их валунно-галечниковые с супесчано-песчаным заполнителем прибрежно-морские отложения оставались талыми в связи с особенностями гидрогеологических условий. Являясь водоносным горизонтом, подземные воды которого и сейчас местами фонтанируют, они не промерзли. Строение мерзлых грунтов позволяет (рис. 2) считать, что только верхняя 10-15-метровая толща промерзала сингенетически. Здесь отмечена очень четкая сетчатая текстура: отложения делятся тонкими (2-5 мм) шлирами на очень ровные, геометрически правильные, параллелепипедальные отдельности, размером 3-5 на 2-4 см при высоте 2-3 см. Эти размеры выдерживаются на значительных расстояниях. Талый грунт сохраняет полностью эту оскольчатую текстуру. При этом если сам горизонт является относительно рыхлым, конгломератоподобным, то отдельные агрегаты остаются очень плотными, трудно разрушаемыми.

Ниже глубины 10-15 м наблюдается иная картина. Текстуры здесь имеют явно эпигенетический характер. Преобладают горизонтальные прослойки мощностью 3-5 см, иногда до 10 см, повторяющиеся на расстоянии 15-20 см. К сожалению, не удалось проследить разреживания этих прослоев на значительную глубину.

Во время климатического оптимума в пределах озерной террасы начался интенсивный термокарст. Вытаивание полигонально-жильных льдов привело к тому, что из-за незначительного уклона местности по трещинным зонам и в межблочьях, представляющих собой расширения в местах пересечения трещинных зон, формировались озера, что в свою очередь еще больше способствовало процессам термокарста. Начал формироваться полигональный бугристо-западинный рельеф.

Вечномерзлые грунты на блоках, вероятно, не протаивали (могла только несколько увеличиться мощность слоя сезонного протаивания), о чем свидетельствуют текстурные особенности отложений, сохранивших все признаки сингенетического промерзания, в то время как самый верхний горизонт, оттаивавший или оттаивающий теперь, имеет своеобразную творожистую структуру.

Мощность жильного льда составляла, по-видимому, в среднем 10, иногда 15 м. Именно такое превышение имеют бугры над западинами. Характер соотношения бугров и западин в настоящее время подтверждает их трещинно-полигональное происхождение.

На участках развития менее высоких бугров распространены обширные овалы котловины, заполненные неглубокими, часто зарастающими озерами с плоскими днищами и мощными торфяниками по берегам. И, наоборот, более высокие холмы разделены узкими, удлиненными, часто извилистыми глубокими озерами-протоками. Торфяники здесь, как правило, отсутствуют. Это связано с тем, что в широких межблочьях озера больше по размерам, мельче и более правильной формы; здесь же наиболее подходящие условия для развития мощных торфяников. По трещинным полосам формировались более глубокие, узкие, удлиненные озера, а условия для накопления торфа были здесь менее благоприятны, чем в первом случае.

Косвенным подтверждением связи современного бугристо-западинного рельефа с термокарстом по трещинно-полигональному жильному льду является почти полное

отсутствие бугров и западин на поверхности внутренних дельт рек Талнаха и Хараелаха, соответствующих этому уровню. Подобное явление объясняется тем, что если на мелководном озере зимой шло сингенетическое промерзание осадков с растрескиванием их, то на озерно-аллювиальных отложениях дельт, которые отеплялись аллювиальным потоком, такое промерзание было крайне затруднительно.

Полигональность бугристо-западинного рельефа озерной террасы подчеркивается чрезвычайно густой сетью озер, разделенных буграми и грядами (высотой в среднем 5-8 м, иногда 10-15 м и площадью от 20x50 м до 150x300 м со склонами крутизной 15-20, до 35°). Причем озера имеют преобладающую ориентировку с северо-запада на юго-восток. Подобное направление совпадает с общим уклоном местности и объясняется тем, что освоение эрозией трещинных полос шло интенсивнее по уклону, тогда как поперечные трещинные полосы осваивались слабее, а иногда и вовсе заплывали.

Большая роль в расчленении рельефа озерной террасы принадлежит нивально-солифлюкционному процессам, которые и сейчас участвуют в рельефообразовании.

Следует подчеркнуть, что начавшееся после климатического оптимума общее промерзание территории не затронуло участков вытаявшего жильного льда. Талики, возникшие на их месте, сохранились до настоящего времени.

Исключение составляют локальные осушенные котловины или протаявшие под отепляющим воздействием крупных озер прибрежные зоны, где большая влажность осадков при позднейшем промерзании создала предпосылки для интенсивного развития процессов пучения. Многолетние бугры пучения - гидролакколиты на минеральном субстрате и торфяные бугры, оказались наложенными на бугристо-западинный полигональный рельеф. Эти вторичные процессы вместе с термокарстом по инъекционным льдам, интенсивно протекающим и сейчас, еще более усложнили облик рельефа озерной террасы и ее мерзлотные условия.

Самыми молодыми мерзлыми породами района являются аллювиальные отложения высокой и низкой поймы, I надпойменной террасы и соответствующие ей озерно-аллювиальные отложения внутренних дельт, промерзание которых началось в недавнее время.

Возраст вечномерзлых пород на участках, лишенных сколько-нибудь значительного рыхлого покрова, т.е. на вершинах и склонах горных массивов, старше возраста вечномерзлых четвертичных пород. Вполне возможно, что промерзание на плато Иссете и Хараелах и их отрогов началось еще до горно-долинного оледенения.

Таким образом, изучение четвертичных отложений, рельефа, мерзлотного строения пород и мерзлотного рельефа позволяет наметить в общих чертах картину палеогеографического развития и историю формирования вечномерзлых пород района в верхнем плейстоцене и голоцене.

ЛИТЕРАТУРА

Межвилк А.А. Развитие Норильского района как мобильной зоны в плиоцене и четвертичном периоде. «Антропогенный период в Арктике и Субарктике». Тр. НИИГА, 1965, т. 143.

Михайлов Н.И. Физико-географические районы западной части гор Путорана. Вопросы физич. геогр. СССР. Изд-во МГУ, 1959.

Пармузин Ю.П. Горы Путорана. Вопросы физич. геогр. СССР, Изд-во МГУ, 1959.

Попов А.И. [Некоторые вопросы палеогеографии четвертичного периода в Западной Сибири](#). Вопросы географии, № 12, 1949.

Сакс В.Н. Четвертичные отложения северо-западной части Средне-Сибирского плоскогорья. Недра Арктики, т. 2, 1946.

Стрелков С.А. Север Сибири. М., «Наука», 1955.

Урванцев Н.Н. Следы четвертичного оледенения центральной части севера Сибири. Тр. Главн. геол.-развед. упр. ВСНХ СССР, 1931, вып. 113.

Урванцев Н.Н. Четвертичные отложения северо-западной части Сибирской платформы. Тр. межвед. совещ. по стратиграфии Сибири. Л., Гостоптехиздат, 1957.

Ссылка на статью:



Данилов И.Д., Мудров Ю.В., Тумель Н.В. **Строение и история формирования вечномерзлых пород Талнаха (Норильский район)** // Подземный лед. Выпуск III. М.: Изд-во МГУ. 1967. С. 118-132.