

Ж.М. Белорусова

МНОГОЛЕТНЯЯ МЕРЗЛОТА НА ТАЗОВСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ И ИСТОРИЯ ЕЕ РАЗВИТИЯ В ЧЕТВЕРТИЧНОЕ ВРЕМЯ

Тазовский полуостров расположен в зоне сплошного развития мерзлоты, т.е. там, где породы, слагающие верхнюю часть осадочной толщи, находятся, как правило, в многолетнемерзлом состоянии. Условия возникновения и эволюции мерзлоты определяются многими геологическими и физико-географическими факторами. Многолетняя мерзлота является компонентом ландшафта, возникающим и развивающимся в результате и ходе развития всей физико-географической среды. Изменение физико-географических условий неизбежно вызывает изменение и в мерзлотном режиме грунтов. Новые исследования по четвертичной истории Тазовского полуострова [*Белорусова, 1960*], как и всего севера Западной Сибири, а также новые данные о строении многолетнемерзлой толщи пород и ее физико-механических свойств позволяют сделать некоторые выводы о возрасте и эволюции многолетней мерзлоты интересующего нас района.

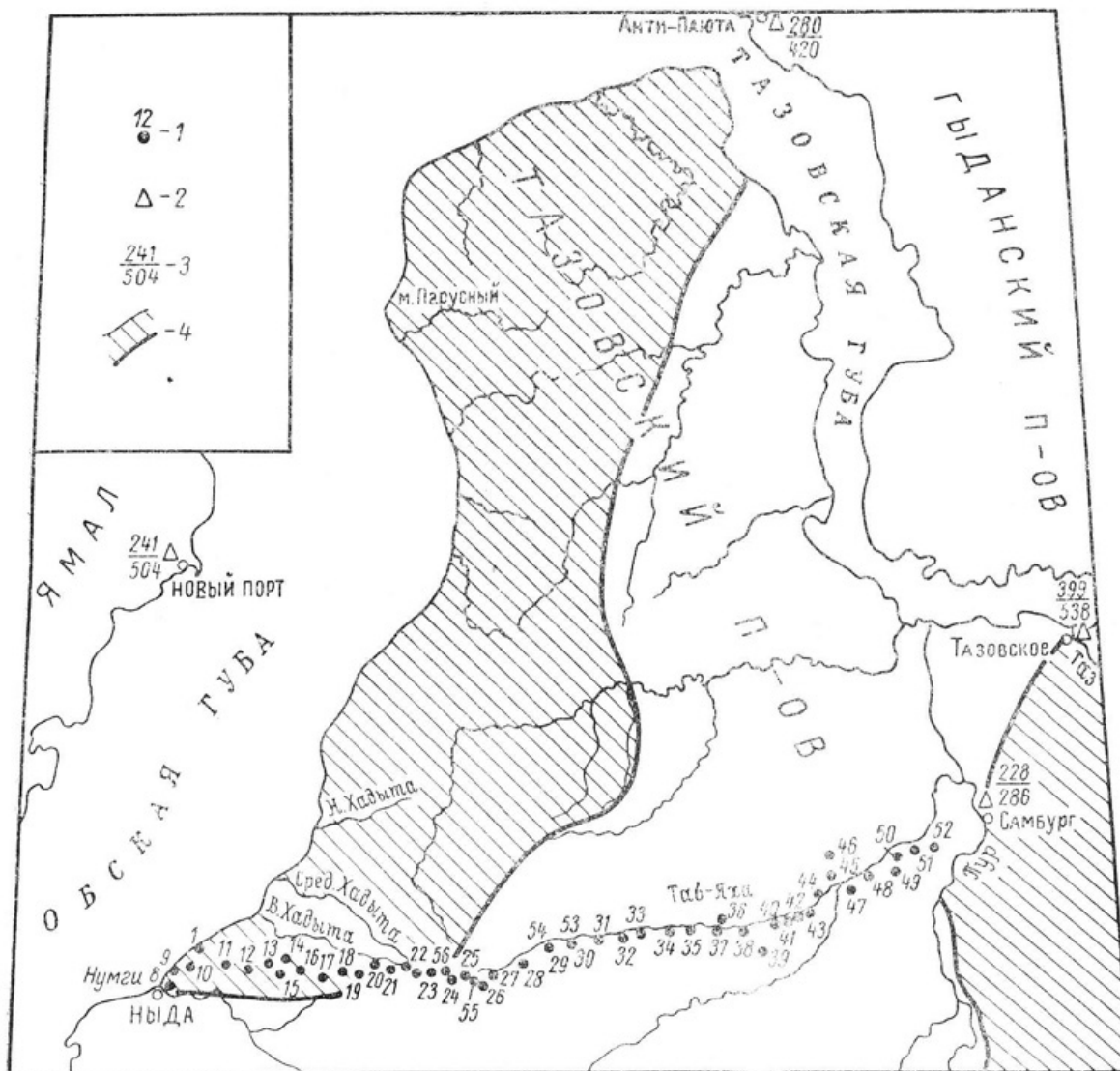
Деятельный слой изучен сравнительно хорошо. Сезонное оттаивание его длится с середины июня до начала сентября. В течение всего этого периода нами непрерывно велись наблюдения над мощностью деятельного слоя и его влажностью. Переувлажненность грунтов хорошо заметна при проходке шурфов, когда над кровлей многолетней мерзлоты выступает вода или вскрываются пески, находящиеся в плавунном состоянии. На сильно расчлененных, хорошо дренированных участках (склонах террас и речных долин, вершинах гряд, сложенных песком) наибольшая влажность отмечена на границе деятельного слоя с многолетнемерзлыми породами. На плоских слабо расчлененных участках влажность деятельного слоя нарастает по разрезу снизу вверх и достигает максимума на поверхности.

Наблюдения над мощностью деятельного слоя (глубиной сезонного протаивания) проводились в различных литологических разностях пород, почти на всех элементах рельефа и в условиях основных растительных ассоциаций. Глубина сезонного оттаивания пород неравномерна и колеблется в пределах от 0,2 до 2,5 м в зависимости от мезо- и микроклиматических условий, литологии пород, растительного покрова и рельефа местности.

Роль климата, в особенности в плане широтной зональности, отчетливо сказывается в мощности деятельного слоя. На юге Тазовского полуострова, в подзоне кустарниковой тундры глубина сезонного оттаивания пород при прочих равных условиях всегда больше, чем в подзоне типичной тундры. Например, на севере полуострова глубина оттаивания к концу августа на вершинах песчаных эрозионных гряд не превышает 1-1,2 м,

в то время как на юге в подзоне кустарниковой тундры пески на подобных грядах оттаивают на 1,5-2,5 м.

Особенно хорошо прослеживается зависимость между глубиной оттаивания пород и их литологическим составом. Мощность деятельного слоя, определенная в многочисленных шурфах, была наибольшей в грубозернистых песках (1,5-2,5 м); в глинах, суглинках и супесях она колебалась от 0,5 до 1,5 м и наименьшей была в торфяниках (0,2-0,3 м).



Обзорная карта Тазовского полуострова.

1 — буровые скважины ВНИГРИ; 2 — буровые скважины НИИГА, ВСЕГЕИ и ЯНКГРЭ; 3 — в числителе — мощность многолетнемерзлых пород, в знаменателе — глубина скважины; 4 — район исследований автора в 1957—1961 гг.

Неравномерность положения глубины сезонного оттаивания грунтов в значительной степени определяется характером рельефа. Роль рельефа сводится в основном к созданию соответствующих микроклиматических условий. Установлено, что в речных долинах глубина сезонного оттаивания пород больше, чем на водоразделах. Вершины и склоны бугров пучения, элементы рельефа южной экспозиции оттаивают глубже, чем плоские водоразделы и заболоченные межгрядовые понижения. Интересные данные о глубине сезонного оттаивания получены при изучении спущенных озер (хасыреев). Берега хасыреев, сложенные торфом или супесчано-суглинистыми осадками,

имеют мощность деятельного слоя соответственно 0,3-0,4 или 0,7-1 м; между тем днища их, лишённые воды, протаивают на глубину 0,9-1,4 м. Это свидетельствует, во-первых, о современном образовании мерзлоты на дне хасырея, представлявшего в недавнем прошлом под дном озера, несомненно, надмерзлотный талик. Во-вторых, днища хасыреев, сложенные иловыми супесями и суглинками, протаивают на большую глубину, чем окружающие берега такого же строения, что, по-видимому, связано с большим увлажнением днищ за счет скопления снега, сдуваемого ветрами в котловины.

Давно замечено, что характер растительного покрова сказывается на глубине сезонного оттаивания грунтов. Наибольшая глубина сезонного оттаивания пород (1,5-2 м) наблюдается на участках пятнистой тундры и там, где растительный покров совершенно отсутствует. Наименьшая глубина слоя оттаивания (0,2-0,6 м) отмечена на сфагновых мхах.

Многолетнемерзлые породы на Тазовском полуострове изучены гораздо меньше, чем деятельный слой. Представление о вертикальном разрезе многолетнемерзлых пород, их физико-механических свойствах и мощности дают материалы по скважинам профиля Нумги - Самбург, а также некоторые сведения по смежным районам. Наблюдения над льдистостью мерзлых пород и их мощностью в скважинах проведены старшими коллекторами В.В. Купреевой, В.Е. Носовым и Д. Марко. Данные о положении кровли многолетнемерзлых пород более многочисленны; они получены из шурфов и мелких скважин. На водораздельных пространствах кровля многолетней мерзлоты залегает неглубоко, обычно непосредственно под деятельным слоем. Но в долинах рек она понижается по сравнению с водоразделами, иногда опускается на значительную глубину.

Скважины, заложенные на поймах рек, на днищах оврагов и близ термокарстовых озёр, зафиксировали надмерзлотные талики мощностью от 20 до 47 м (скважины 24, 46, 48 и Самбургская скважина ВСЕГЕИ). Две скважины (18 и 19), пробуренные в долинах рр. Верхняя Хадыга и Таб-Яха, глубиной 105 и 134 м не вышли из талого горизонта. По мнению В.В. Баулина и Л.М. Шмелева [1960], производивших мерзлотные исследования на юге Тазовского полуострова, обнаруженный талик не является сквозным. Температурные измерения раствора в скважинах показывают, что с глубиной температура постепенно понижается от +1,6° на глубине 10 м до +0,4° на глубине 80 м. Учитывая температурный градиент, кровлю многолетнемерзлых пород в этих скважинах можно предполагать расположенной на глубине 150 м. Такие глубокие надмерзлотные талики на юге Тазовского полуострова можно встретить, вероятно, и близ термокарстовых озёр, и в оврагах, сложенных с поверхности хорошо фильтрующими песками.

Кроме надмерзлотных таликов, для севера Западной Сибири характерно двухслойное строение многолетнемерзлой толщи пород. Однако для Тазовского полуострова такой отчетливой закономерности в строении мерзлой толщи не наблюдается. Некоторые скважины (10-14, 17, 23, 30-31, 34, 36, 39-41, 49, 50, 51) вскрыли многолетнюю мерзлую толщу пород мощностью до 150 м (по максимальной глубине забоя). В других скважинах (7, 15, 16, 27, 47) обнаружено ее двухслойное строение. Гораздо реже скважины характеризуются трехкратным или более частым переслаиванием мерзлых и талых пород (43). Многие скважины (1, 6, 21, 29, 32-34, 44-46, 48, 52) не вышли из межмерзлотного талика.

При двухслойном строении многолетнемерзлой толщи два слоя мерзлых пород разобщены межмерзлотным таликом мощностью от 10 до 59 м. Породами, слагающими межмерзлотные талики, являются не только водоносные пески, но и глины, как, например, в скважине 43.

На правом берегу р. Оби и на Обско-Полуйском водоразделе [Баулин, 1958] кровля второго слоя мерзлоты на различных элементах рельефа отмечена на глубинах от 80 до 90 м, а на юге Тазовского полуострова она залегает неравномерно, на глубинах от 35 до 120 м. Кровля межмерзлотного талика также испытывает значительные колебания - от 11 до 92 м.

О мощности многолетнемерзлых пород на Тазовском полуострове можно судить лишь на основании данных по соседним районам, так как скважины по профилю Нумги - Самбург не достигли подошвы многолетнемерзлых пород. Большинство скважин на Ямале и Гыданском полуострове, так же как и на Тазовском, имеет небольшую глубину забоя и не выходят из многолетнемерзлых пород. Лишь четыре скважины, расположенные в ближайшем соседстве с Тазовским полуостровом, прошли многолетнемерзлые породы насквозь.

Одна из них, в Новом порту, глубиной 504 м вскрыла монолитную мерзлую толщу мощностью 241 м. В Самбургской скважине глубиной 286 м мерзлота залегает в интервале 47-228 м. Скважина в Анти-Паюте глубиной 420 м вскрыла подошву многолетнемерзлых пород на глубине 280 м, причем в этой толще встречаются талики в интервалах 17-84, 104-118, 130-145 м. В с. Тазовском пробурена скважина глубиной 538 м; здесь многолетнемерзлые породы залегают от подошвы деятельного слоя до глубины 240 м, далее вскрыт межмерзлотный талик мощностью 80 м, а с глубины 320 и 399 м вновь встречен мерзлый горизонт.

Сопоставляя эти данные, можно предположить, что и на Тазовском полуострове максимальная мощность многолетнемерзлых пород достигает 400 м. Учитывая положение подошвы многолетнемерзлых пород в пределах 241-280 м в более северных районах, среднюю мощность подобных пород на Тазовском полуострове следует считать, по-видимому, равной 250-300 м.

Сведения о температуре многолетнемерзлой толщи пород на Тазовском полуострове очень малочисленны. Сотрудниками Западно-Сибирской экспедиции института мерзлотоведения АН СССР (отряд В.Н. Соломатина) была определена температура мерзлых пород в нескольких скважинах, расположенных в бассейне р. Таб-Яха. Средние годовые температуры мерзлых пород изменяются здесь от близких к 0 до -5°.

Криогенная текстура многолетнемерзлых пород зависит от их льдистости. Многолетнемерзлые породы содержат лед в виде отдельных кристаллов, прожилок, прослоев, гнезд, линз и клиньев. Степень и характер льдистости зависит от механического состава вмещающих пород. Известно, что пески содержат меньше всего льда; в суглинках и торфе количество льда увеличивается, и наибольшее количество его заключается в тонкодисперсных глинах. На содержание в породе льда оказывает влияние также глубина залегания мерзлых пород. Наибольшая льдистость (от 30 до 80%) отмечена до глубины 10-33 м (скв. 12, 13, 14), причем лед залегает в виде линз и прослоев мощностью до 11 см (скв. 49, 52). Большую роль в насыщении пород льдом играет первичная водонасыщенность (влажность пород до промерзания), степень расчленения местности и дренаж. На западном, интенсивно расчлененном побережье Тазовского полуострова породы хорошо дренированы и характеризуются небольшой льдистостью. В восточной части полуострова, значительно обводненной и заболоченной, льдистость пород увеличивается.

Крупные ледяные линзы и клинья развиты на полуострове сравнительно слабо. Ледяные линзы вскрываются в разрезе полуразрушенных гидролакколитов, торфяных бугров и в береговых обнажениях. На берегу Обской губы, близ скважины 1, на высокой пойме ручья, под плоскими торфяными буграми вскрываются ледяные линзы мощностью 40-60 см, длиной 6-7 м. Лед имеет голубовато-белый цвет, включает газовые пузырьки диаметром 1-2 мм, овальные по форме, вытянутые длинной осью по вертикали. В.С. Говорухин [1933] встретил ледяные линзы в торфе на берегу Тазовской губы у мыса Юмпур-Сале мощностью до 1,5 м. Нами вместе с Ю.Ф. Андреевым в 1960 г. была обнаружена крупная линза льда на берегу Обской губы, у мыса Парусного. Она расположена в нише берегового обрыва, имеющей высоту 2,5-3 м и протягивающейся на 100-120 м. Мощность линзы 1 м, длина 80 м. Линза льда приурочена к контакту песков и суглинков. Нам представляется, что образование линзы произошло не только путем

замерзания межмерзлотных вод, но и путем насыщения пород водой за счет вертикального просачивания и особенно за счет осеннего подъема воды в Обской губе, когда ниша заполняется водой. Формирующиеся при замерзании воды ледяные линзы образуют в вышележащих слоях микроскладки, нередко принимаемые исследователями за гляциодислокации.

Повышенной льдистостью характеризуются полигональные торфяники, где встречаются ледяные линзы и клинья мощностью до 1,5 м. Крупные ледяные клинья обнаружены нами в полигональных торфяниках на водоразделе рр. Средняя Хадыта и Хадутте (истоки р. Мюн-Канлова). Выходы клиновидного льда приурочены к оврагам в торфяниках по берегам озер; в 20-50 м от берега льды вскрываются в термокарстовых канавах, развивающихся вдоль морозобойных трещин. Максимальная видимая мощность клиновидного льда 85 см при ширине у поверхности 1,3 м. Лед - белый, чистый, ноздреватый, характеризуется вертикальной полосчатостью. Торфяники, вмещающие льды, подстилаются суглинками с прослоями древесины и отдельными стволами крупных деревьев.

По заключению палинолога Ю.В. Маховой, состав пыльцы и спор в 12 образцах Мюн-Канловского торфяника, бесспорно, свидетельствует о голоценовом потеплении. Если накопление этих торфяников датировать климатическим оптимумом, то образование клиновидно-жильных льдов следует отнести к последующему похолоданию, поскольку потепление климата исключает возникновение крупных морозобойных трещин.

Сегрегационные и жильные льды на Тазовском полуострове являются в подавляющем большинстве эпигенетическими, т.е. вторичными образованиями по отношению к вмещающим их породам. Современное формирование мерзлоты, местами отмечаемое на косах, пляжах, поймах и лайдах, является сингенетическим. Если не считать мерзлоту только современным образованием, то с момента возникновения ее на Тазовском полуострове, одновременно с формированием мерзлоты в уже существовавших породах, при благоприятных условиях происходило промерзание вновь накапливающихся осадков.

Вопрос о времени возникновения мерзлоты и ее эволюции в четвертичное время считается сложным и спорным. Является ли мерзлота продуктом современного климата или ее следует считать реликтовой? По мнению отдельных авторов [*Григорьев, 1930; Сакс, 1953*], многолетняя мерзлота начала формироваться с конца третичного времени. В.В. Баулин [*1958; 1959*] связывает появление мерзлоты в Западной Сибири со временем зырянского оледенения, а А.А. Земцов [*1958; 1959*] - с временем Тазовского оледенения. А.И. Попов [*1957*] и Ю.Ф. Андреев [*1960*] приписывают многолетней мерзлоте на Севере Западной Сибири в основном голоценовый возраст.

К какому же этапу четвертичной истории следует отнести появление многолетней мерзлоты на Тазовском полуострове? Данные о строении и физико-механических свойствах многолетнемерзлых пород, материалы по палеогеографии интересующего нас района, а также анализ современных климатических условий показывают, что мощная толща многолетнемерзлых пород на Тазовском полуострове не могла сформироваться в течение голоцена и тем более в современную эпоху. Промерзание мощной толщи пород происходило в более суровых климатических условиях, чем современные. Такие условия создавались в ледниковые эпохи в перигляциальной зоне. При отсутствии покровного оледенения на Тазовском полуострове [*Белорусова, 1960*], похолодание явилось благоприятным моментом для возникновения мерзлоты - промерзания рыхлых осадочных пород.

Рассмотрим эволюцию многолетней мерзлоты по основным этапам четвертичной истории.

Нижний плейстоцен. Мы располагаем скудными сведениями о физико-географической обстановке в это время. По данным спорово-пыльцевого анализа установлено, что к началу четвертичного периода хвойно-широколиственные леса,

широко распространенные в неогене на севере Евразии, сменились еловой тайгой. Причиной исчезновения теплолюбивых хвойно-широколиственных лесов явилось похолодание, наступившее еще в конце третичного времени. В течение всего нижнечетвертичного времени происходило непрерывное обеднение флоры, вследствие нарастания похолодания, приведшего к нижнечетвертичному оледенению многих районов севера Евразии. На Тазовском полуострове, находившемся, как уже говорилось, в перигляциальных условиях, похолодание могло вызвать появление мерзлоты на повышенных участках, не покрывавшихся водами Ямальской трансгрессии.

Нам кажется, что некоторые косвенные данные говорят в пользу появления мерзлоты в это время. Положение кровли третичных отложений свидетельствует о том, что Тазовский полуостров к началу четвертичного периода представлял собой сушу с высотами до 250 м. Возможно, к таким высотам в неогеновом рельефе привели отчасти последующие неотектонические движения. В период Ямальской трансгрессии компенсированные прогибания должны были захватить прежде всего депрессии Обской и Тазовской губ, где и отмечаются максимальные мощности четвертичных отложений. Если даже эта цифра полностью не отвечает глубине эрозионного вреза к началу трансгрессии, все же следует признать, что выступы рельефа на полуострове, сложенные третичными осадками, поднимались над уровнем моря не менее, чем на 150 м. Обращает на себя внимание такая большая разница в высотах (150 или даже 250 м) древнего рельефа, сохранившаяся до наших дней, несмотря на то, что выступы сложены рыхлыми породами и в течение четвертичного времени подвергались сносу и размыву.

Это обстоятельство может быть объяснено следующими причинами: 1) большая разница в высотах древнего рельефа сохранилась благодаря тому, что размыв и снос происходили с еще более высоких выступов, чем это фиксируется отметками подошвы четвертичных отложений; 2) поверхность не сnivelировалась благодаря обновлению рельефа унаследованными неотектоническими движениями, 3) интенсивному размыву препятствовала мерзлота.

Действительно, мерзлота могла бы сыграть немаловажную роль в сохранении древнего рельефа. Она препятствовала бы сносу с выступов рельефа в нижнем плейстоцене и размыву позже, в среднем плейстоцене, когда весь Тазовский полуостров покрывался морем.

Нам представляется, что данные скважины, пробуренной в с. Тазовском, свидетельствуют о промерзании пород в нижнем плейстоцене. Скважина вскрыла мерзлые породы в интервалах 0-240 и 320-399 м, т.е. кровля второго слоя оказалась опущенной на большую глубину.

Ни в одной из скважин на территории Обско-Полуйского междуречья кровля второго слоя не опускается ниже отметок 60-90 м; в скважинах по профилю Нумги-Самбург она залегает на глубинах от 35 до 120 м. Даже за пределами южной границы поверхностных мерзлых пород кровля реликтовой мерзлоты вскрывается на глубинах 142-228 м. Понижение кровли второго слоя многолетнемерзлых пород большинство исследователей связывает с эпохой голоценового потепления. Однако трудно допустить, что в период климатического оптимума поверхность мерзлоты в тазовской скважине опустилась на глубину 320 м, в то время как на юге, в среднем течении р. Оби, она снизилась лишь на 145-228 м, а в бассейне р. Елогуй - на 75-245 м.

Гораздо проще предположить, что многолетнемерзлые породы в тазовской скважине в период климатического оптимума оттаяли на соответствующую широтам глубину (порядка 10-120 м), а в последующее похолодание талик полностью промерз и образовалась монолитная толща, аналогичную которой мы встречаем в скважинах по профилю Нумги-Самбург. Таким образом, второй реликтовый слой мерзлых пород Обско-Полуйского междуречья, подошва которого отмечается на глубинах 140-230 м, целиком входит в интервал 0-240 м тазовской скважины.

Получается, что нижний реликтовый слой мерзлых пород в тазовской скважине (320-399 м) представляет собой по существу третий слой, сформировавшийся в дозырянское время. Поскольку значительная часть Тазовского полуострова в нижнем плейстоцене не покрывалась ни водами Ямальской трансгрессии, ни льдами нижнечетвертичного покровного оледенения, условия для промерзания пород были весьма благоприятными.

Если допустить появление мерзлоты в тазовской скважине в нижнем плейстоцене, то положение межмерзлотного талика в интервале 240-320 м (столь низкое даже для южных районов) может быть объяснено отепляющим влиянием Ямальской трансгрессии, воды которой во второй половине среднего плейстоцена полностью покрыли описываемую территорию. При этом становится понятным, почему подошва многолетнемерзлых пород в антипаютинской скважине, расположенной почти на 2° севернее тазовской, залегает всего лишь на глубине 280 м. Берега Обской и Тазовской губ, где заложены скважины в пос. Анти-Паюта и Новый порт, в среднем плейстоцене более длительное время покрывались водами Ямальской трансгрессии по сравнению с районом тазовской скважины. Это фиксируется большей (в 2 раза) мощностью морских среднечетвертичных осадков. Под длительным отепляющим влиянием морских вод, особенно в понижениях древнего рельефа, как например, в Анти-Паюте и Новом порту, многолетнемерзлые породы, сформировавшиеся в нижнем плейстоцене, оттаяли полностью.

Средний плейстоцен. В первую половину среднего плейстоцена, так же как и в течение всего нижнего, воды Ямальской трансгрессии заходили только в древние эрозионно-тектонические депрессии, а на древних выступах рельефа могли быть условия для возникновения и сохранения мерзлоты.

Во вторую половину среднего плейстоцена, в максимум Ямальской трансгрессии, когда на Тазовском полуострове господствовал морской режим, мерзлота, появившаяся в нижнем плейстоцене, должна была бы деградировать. Исчезла ли она полностью или частично - вопрос, как уже говорилось, за неимением глубоких скважин малоизученный. Макрофауна, данные диатомового и спорово-пыльцевого анализов свидетельствуют о накоплении осадков этого времени в условиях холодного климата, синхронного времени максимального оледенения. В настоящее время есть сведения о наличии многолетнемерзлых пород под дном окраинных морей Северного Ледовитого океана и даже о возможности формирования мерзлых пород в пределах шельфовой зоны. Поэтому мы склонны считать, что мерзлота, возникшая в нижнем плейстоцене, не везде исчезла полностью под влиянием вод Ямальской трансгрессии, а местами, особенно на древних выступах рельефа, возможны находки ее на глубинах, аналогичных тазовской скважине, т.е. до 400 м.

Верхний плейстоцен. В казанцевское время море не покрывало полностью Тазовский полуостров, береговая линия его не поднималась выше отметок 60-65 м. По данным спорово-пыльцевого анализа, климатические условия были близки к современным, и в таком случае были и условия для промерзания пород выше указанных отметок. А.А. Земцов [1958] обращает внимание на различие в растительном покрове межледниковых эпох Западно-Сибирской низменности и Русской равнины. Если на Русской равнине межледниковые эпохи характеризовались богатством теплолюбивых флор, то в Западной Сибири четвертичные отложения почти не содержат таких остатков. Растительность в казанцевское время была близка к современной и свидетельствует об умеренно-холодном климате, способствующем незначительному промерзанию пород.

Эпоха верхнеплейстоценового (зырянского) оледенения была наиболее благоприятной для глубокого промерзания пород. Формирование многолетней мерзлоты при отсутствии покровного оледенения было не только возможным, но и неизбежным. Максимальная мощность мерзлоты, возникшей за это время, равняется 250-300 м.

Многолетняя мерзлота времени зырянского оледенения сохранилась до наших дней либо в разрезе монолитной толщи, либо в виде второго слоя реликтовой мерзлоты.

В каргинское время многими исследователями [Сакс, 1953 и др.] устанавливается потепление в низовьях Оби, на Ямале и вообще на севере Западной Сибири. По мнению В.В. Баулина [1958], каргинский век не был теплым, поскольку в озерно-аллювиальных отложениях этого времени встречены псевдоморфозы по ледяным клиньям. Однако находки торфяников в тех же отложениях мощностью 0,8-1,5 м свидетельствуют о потеплении. По-видимому, оно было кратковременным и незначительным и не могло существенно повлиять на изменение мерзлотного режима.

Голоцен. Голоценовое потепление, именуемое климатическим оптимумом, длилось 4-5 тыс. лет и закончилось около 2-2,5 тыс. лет назад. Температура вегетационного периода была выше современной на 4° С, а средняя годовая температура - на 2°С [Кац Н.Я. и С.В., 1946].

Судя по подошве межмерзлотного талика, глубина оттаивания мерзлых пород на юге Тазовского полуострова достигала 120 м, а в отдельных местах и более 150 м. Об отсутствии мерзлоты или, во всяком случае, глубоком ее залегании говорит сам факт накопления торфяников мощностью 2,5-4 м, находки в них древесины, в том числе ели и древовидных берез. В настоящее время, несмотря на потепление, мощность торфяников не превышает 0,35 м; даже к концу лета они не оттаивают более чем на 0,25-0,30 м, и деревья на них не растут.

Отрицать понижение уровня мерзлоты в стадию голоценового потепления трудно. Даже если бы мы не имели подтверждения потепления климата в строении многолетнемерзлой толщи, следы улучшения климата, зафиксированные в геологическом разрезе (наличие ископаемых торфяников), должны были бы заставить нас проанализировать возможности нарушения мерзлотного режима в эпоху климатического оптимума.

Различное положение кровли межмерзлотного талика свидетельствует о том, что оттаивание мерзлых пород происходило неравномерно, в зависимости, как и в настоящее время, от местных физико-географических условий. На водоразделах мерзлота находилась сравнительно близко к дневной поверхности, а в долинах рек и озер она опускалась на значительную глубину. Наряду с рельефом местности большое влияние на степень оттаивания мерзлых пород оказывали литологический состав пород и растительный покров. Поэтому положение подошвы межмерзлотного талика даже на одних широтах (по профилю Нумги-Самбург) испытывает значительные колебания (от 35 до 120-150 м).

Колебание кровли межмерзлотного талика (от 11 до 92 м) является следствием неравномерного последующего промерзания пород, обусловленного тем же комплексом геологических и физико-географических факторов. Там, где в неблагоприятных физико-географических условиях оттаивание пород в климатическом оптимуме было минимальным, а во время последующего похолодания промерзание соответственно - максимальным, произошло образование монолитной мерзлоты. Учитывая более северное положение Тазовского полуострова по сравнению с Обско-Полуйским междуречьем, становится понятным, почему двуслойность мерзлоты здесь не выдержана по простиранию и зачастую прерывается монолитной мерзлой толщей.

В современную эпоху верхние горизонты многолетнемерзлой толщи находятся в соответствии с современными климатическими условиями, поэтому особый интерес представляют знание и анализ современного состояния мерзлоты и современных климатических условий. С одной стороны, мы отмечаем надмерзлотные талики и интенсивное проявление термокарста, с другой - установлено, что мерзлота развивается на поймах и на хасырях, недавно освобожденных от отепляющего воздействия воды. Кроме того, почти везде на водоразделах зафиксировано залегание многолетней мерзлоты непосредственно под деятельным слоем. Таким образом, получается, что современные

климатические условия способствуют сохранению и даже возникновению мерзлоты и в то же время не препятствуют развитию термокарста.

Обратимся к данным метеостанций севера Западной Сибири. За последние 100 лет они зафиксировали повышение средней годовой температуры на $2,5^{\circ}$. Установлено не только повышение средних годовых температур, но и закономерное увеличение количества осадков и сокращение амплитуды средних месячных температур [Баулин, 1958]. Отмечается также современное наступление леса на тундру. Все это говорит о смягчении климата.

Потепление климата, выразившееся в повышении средних годовых температур и увеличении осадков, неизбежно должно отразиться на температуре многолетнемерзлых пород, привести к их оттаиванию и понижению уровня. Однако на мощность мерзлых пород, измеряемую сотнями метров, это потепление не повлияло. Кроме того, наряду с потеплением климатические условия способствуют сохранению мерзлоты и даже современному промерзанию пород. Как объяснить такое сложное распределение мерзлоты по площади? Основная причина кроется, по-видимому, в том, что повышение средних годовых температур происходило в пределах отрицательных температур. По Е.К. Леффингуэллу [Leffingwell, 1919], средняя годовая температура при формировании мерзлоты должна быть не выше -4° , -6° , а средняя годовая температура в Салехарде $-6,2^{\circ}$, в Нумги $-7,1^{\circ}$, в Тазовском $-9,4^{\circ}$. В подобных термических условиях, несмотря на потепление, деградация мерзлоты по площади происходит неравномерно, а в зависимости от физико-географических условий, что отражается в неповсеместном развитии и мощности надмерзлотных таликов.

Summary

The analysis of the existing climatic conditions shows that the thick series of frozen bedrocks could not be formed in the Present epoch alone. The formation of the eternal congelation took place in climatic conditions more severe than we have now. The paleogeography data permit to bind up the appearance of the congelation on Tazovsky peninsula with the fall of temperature in the epoch of continental glaciation. The best conditions for congealing of the thick series of frozen bedrocks, existing now, were in Zirjansky time, when Tazovsky peninsula was covered neither with seawater, nor with eternal ice. However the appearance of the eternal congelation in the epoch of ancient Lower Quaternary glaciation is not excluded. On the greater part of Tazovsky peninsula, as it seems to us, the 400-m bedrocks, unfrozen for many years, were being formed just at that time. In the Middle Quaternary time, especially at maximum of Jamalsky transgression, the frozen bedrocks were either completely or partly thaw out up to depth of 300-320. At the beginning of high Pleistocene (Kazantsevsky time) took place a slight freezing of bedrocks at the marks above 60 meters. A thick series of 240 to 300 m bedrocks, unfrozen for many-years, was formed in the epoch of Zirjansky glaciation.

The texture of the upper part of a thick series of bedrocks, unfrozen for many years, is indicative of changes in the congealed regime at Holocene. The presence of interfrozen thawed area on the depth down to 120 meters is the result of thawing out of the frozen bedrocks in the epoch of climatic optimum. Overfrozen thawed areas are bound up with thawing of the bedrocks in the Present epoch. The thawing of bedrocks, unfrozen for many years in the epoch of getting warm, was irregular. The last is stated by the oscillation of the foot of overfrozen and interfrozen thawed areas. Wherever the thawing of the bedrocks in the climatic optimum was at its minimum, a monolithic congealed thick series was formed at the next fall of temperature.

Both in its thickness and in its stretch the inhomogeneous texture of a congealed thick series reflects the unequal physical and geographical conditions both in its area and in time. Not only the beginning of congelation, but all its changes in time, are due to the influence of the factors mentioned.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев Ю.Ф. Многолетняя мерзлота и ее значение для поисков структур на севере Западной Сибири. Очерки по геологии севера Западно-Сибирской низменности. Труды ВНИГРИ, вып. 158. Л., 1960.

2. *Баулин В.В.* Связь потепления климата с основными характеристиками многолетнемерзлых пород (на примере Западной Сибири). Научн. докл. высш. школы, геол.-географ. науки, № 2. М., 1958.
3. *Баулин В.В.* История развития многолетнемерзлых пород в районе Нижней Оби в четвертичный период. Автореф. канд. дисс. Изд. МГУ, 1959.
4. *Белорусова Ж.М.* К вопросу о четвертичной истории Тазовского полуострова. Труды ВНИГРИ. вып. 158. Л., 1960.
5. *Белорусова Ж.М.* [Было ли покровное оледенение на Тазовском полуострове?](#) Труды ВНИГРИ, геология и геохимия, № 3- (IX). Л., 1960.
6. *Говорухин В.С.* Очерк растительности летних пастбищ северного оленя в тундрах Обско-Тазовского полуострова. Землеведение, т. XXXV, вып. 1. М., 1933.
7. *Григорьев А.А.* Вечная мерзлота и древнее оледенение. Труды ком-та по изуч. производ. сил Союза. М.-Л., Изд. АН СССР, № 80, 1930.
8. *Земцов А.А.* О границах распространения и времени образования вечной мерзлоты в Западно-Сибирской низменности. Вестник Зап.-Сиб. н Новосиб. геолог. управл., № 1. Новосибирск. 1958.
9. *Земцов А.А.* Реликтовая мерзлота в Западно-Сибирской низменности. В кн. «Ледниковый период на территории Европейской части СССР и Сибири». Изд. МГУ, 1959.
10. *Кац Н.Я., Кац С.В.* История растительности болот Севера Сибири как показатель изменения послеледникового ландшафта. Труды Ин-та географ., вып. 37. М.-Л., Изд. АН СССР, 1946.
11. *Попов А.И.* Вечная мерзлота в Западной Сибири и ее изменения в четвертичный период. Мерзлотоведение, № 2, 1947.
12. *Попов А.И.* История вечной мерзлоты в СССР в четвертичный период. Вестник МГУ, серия биол.-почв., геол., географ., № 3, 1957.
13. *Сакс В.Н.* Четвертичный период в Советской Арктике. Труды НИИГА, т. 77, Л., 1953.
14. *Leffingwell E.K.* The Canning river region, Northern Alaska. U. S. geol. surv., Prof. pap., 109. Washington, 1919.

Статья поступила в редакцию 2 IV 1962 г.

Ссылка на статью:



Белорусова Ж.М. Многолетняя мерзлота на Тазовском полуострове и история ее развития в четвертичное время // Вестник Ленинградского университета. Серия геологии и географии. 1963. № 12. С. 79-89.